

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
АДМИНИСТРАЦИЯ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА – Г. ВОЛЖСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕ-
ЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

XIV межрегиональная

научно-практическая конференция

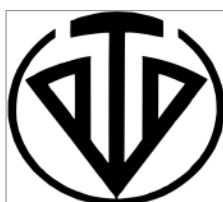
*«ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ –
НАУКА, КАДРЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»*

г. Волжский, 18 октября 2018 г.

*Сборник
докладов конференции*



Волгоград
2018



УДК 061.61
ББК 72
Д 222

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Лысак В.И., академик РАН, д.т.н., профессор, ректор ВолгГТУ, председатель оргкомитета конференции

Навроцкий А.В., д.х.н., профессор, первый проректор ВолгГТУ, сопредседатель оргкомитета конференции

Фетисов А.В., к.т.н., доцент, директор ВПИ (филиал) ВолгГТУ, сопредседатель оргкомитета конференции

ЧЛЕНЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА

Благинин С.И., начальник НИС ВПИ (филиал) ВолгГТУ, ученый секретарь оргкомитета

Бутов Г.М., д.х.н., профессор, зам. директора по научной работе ВПИ (филиал) ВолгГТУ, ответственный за проведение конференции

Валов Ю.В., генеральный директор ОАО «Завод «Метеор»

Генералов С.А., генеральный директор ООО «Научно-техническая корпорация» г.Волгоград

Глухов В.Н., президент Союза «Волжская торгово-промышленная палата»

Дахно А.В., директор ВНТК (филиал) ВолгГТУ

Иванченко Е.И., помощник главы городского округа – город Волжский

Кабанов В.А., профессор, проректор ВолгГТУ

Каблов В.Ф., д.т.н., профессор кафедры ВТПЭ ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Костров С.В., генеральный директор ОАО «Волжский абразивный завод»

Медведева Л.Н., д.э.н., профессор кафедры «Экономика и менеджмент» ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Старовойтов М.К., д.э.н., профессор, президент ЗАО «Волгоградский завод оросительной техники и ЖКХ»

Юдаев И.В., д.т.н., профессор, зам. директора по научной работе Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г.Зернограде

Сборник издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета и
при поддержке **ООО «ТЕХОСНАСТКА-РТД»** г. Волжский

XIV межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 2018 г.)
[Электронный ресурс] : Сборник материалов конференции / Под редакцией С.И. Благинина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Волжский, 2018. – 260 с.

ISBN 978-5-9948-3134-2

Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов, инженерно-технических работников и руководителей предприятий, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9948-3134-2

© Волгоградский государственный
технический университет, 2018

© Волжский политехнический институт, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ФОРМИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СФЕРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ РОЛИКА КОНИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ШУМ И ВИБРАЦИЮ А.В. Зуев, В.А. Носенко | 8 |
| МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ ДАТЧИКОВ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ Капля В.И., Сушкина В.Е., Казаков Д.И. | 10 |
| ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА ПРОДУКТА В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ Тишин О.А., Харитонов В.Н. | 11 |
| СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАНАЛОВ С ЖИДКОТЕКУЩЕЙ СРЕДОЙ Санинский В.А., Кононович М.А. | 14 |
| ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СМАЗКИ В ЗАЗОРАХ МЕХАНИЧЕСКИХ ОПОР И СУСТАВОВ Санинский В.А., Кононович М.А. | 18 |
| СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ВИХРЕФРЕЗЕРОВАНИИ Санинский В.А., Смирнова Е.Н., Афанасьев М.А. | 23 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛИНЕЙНЫХ ПОДШИПНИКОВ МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов | 28 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛИНЕЙНЫХ ПОДШИПНИКОВ В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов | 42 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ООО «ГЕОПРИБОР» НА АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ» С.Н. Павлов, П.С. Павлов, А.А. Самсонов, И.С. Павлов, С.П. Лариков, В.Н. Тышкевич | 50 |
| РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ И. Х. Ижбердеев, В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов | 54 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ВОЛЖСКОМ ФИЛИАЛЕ ОАО «ЕПК САМАРА» С. Н. Еськов, В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, С. В. Орлов, А. В. Саразов | 58 |
| АБРАЗИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ФАКТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО И ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ Багайсков Ю.С. | 62 |
| УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ Сериков А.А., Чернова Г.А., Чернов Д.Н. | 63 |
| ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛЯРНОСТЬЮ РАБОТЫ АВТОБУСОВ В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ Чернова Г.А., Чернов Д.Н., Кретова А.А. | 73 |
| ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА НА МАРШРУТАХ МУП «»ВОЛЖСКАЯ А/К №1732» Сериков А.А., Чернова Г.А. | 78 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ Пассажиropотока на остановочных пунктах городского | |

| | |
|--|-----|
| ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА Рыбанов А.А., Чернова Г.А., Чернов Д.Н. | 84 |
| РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФЕНАМИДА Ц С РЕЦИКЛОМ НЕПРОРЕАГИРОВАВШЕГО СЫРЬЯ Бутов Г.М., Иванкина О.М. | 92 |
| ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ Курунина Г.М., Загреков Р.А. | 93 |
| СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАРКАСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ИНГРЕДИЕНТОВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ Е.В. Рассказова, В.В. Бурмистров, О.М. Новопольцева, Г.М. Бутов..... | 95 |
| ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОТИОЦИАНАТОВ Д.А. Питушкин, В.В. Бурмистров, Г.М. Бутов | 96 |
| АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИЕ ИМИДАЗОЛИДИН-2,4,5-ТРИОНЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНГИБИТОРЫ РАСТВОРИМОЙ ЭПОКСИДГИДРОЛАЗЫ В.С. Дьяченко, В.В. Бурмистров, Г.М. Бутов | 98 |
| РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СЖИГАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ Медведева Л.И..... | 100 |
| РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Уколов В.А. | 102 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ НАБУХАНИЯ ГИДРОФИЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ В.Ф. Каблов, Н.А. Кейбал, Т.В. Крекалева, М.С. Усихина, Д.В. Еременко, Я.В. Целищева | 103 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОГНЕСТОЙКИЕ СВОЙСТВА ПВХ-ПЛАСТИЗОЛЯ В.Ф. Каблов, Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Москвичева М.А., Степанова А.Г..... | 104 |
| РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГИДРАТАМИ СИЛИКАТА НАТРИЯ В.Ф. Каблов, Н.А.Кейбал, А.В.Мещеряков..... | 105 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕТУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Старков И.В., Кнауб В.Э., Смирнова П.И..... | 106 |
| НОВЫЙ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ МАТЕРИАЛ, РАБОТАЮЩИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, Н.А. Кейбал, В.Г. Кочетков, Д.А. Крюкова, Е.В. Гордеева, С.А. Егорова..... | 107 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ МИКРОУГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Мотченко А.О. (аспирант), Каблов В.Ф. (профессор), Кейбал Н.А..... | 107 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ Солопов В.А., Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кочетков В.Г., Бурмистров В.В..... | 109 |
| МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНЕТАРНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ Ю. Ю. Матасова, Е. М. Чебаткова, П. С. Васильев..... | 110 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА НАБУХАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ РЕЗИН НА ОСНОВЕ ДИВИНИЛ-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА Каблов В.Ф. , Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Шапоров Е.В., Ситников Е.Е..... | 116 |

| | |
|---|-----|
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА N, N-ДИМЕТИЛДИТИОКАРБАМАТА НАТРИЯ Крекалёва Т.В., Надёжина К.А..... | 116 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЧАСТИЦ В РЕАЛЬНОМ И ИДЕАЛЬНОМ ПРОЦЕССАХ Е.М. Чебаткова, Ю.Ю. Матасова, А.Б. Голованчиков, П.С. Васильев..... | 117 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯМОТОЧНЫХ СТРУЙНЫХ ТАРЕЛОК В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ А.Д. Попова, Н.В. Шибитова, Л.В. Гущина, Ву Минь Тханг | 121 |
| ДИНАМИЧЕСКИЕ КОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА В МАССООБМЕННЫХ АППА- РАТАХ Голованчиков А.Б., Залипаева О.А., Залипаев П.П., Коссону Б.П. | 124 |
| МОДИФИЦИРОВАННОЕ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ НА ГРАНИЦЕ ЛАМИ- НАРНОГО И ПЕРЕХОДНОГО РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ М. В. Гончаров, А. Б. Голованчиков | 127 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННОГО ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СКЭПТ В.Ф Каблов, В.Г. Кочетков, И.В. Тумашик | 129 |
| ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ Дрюков В.А., Васильев П.С..... | 131 |
| ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ШИННЫХ РЕЗИН В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, Н.А. Кейбал, О.В. Тиркашева, В.Г. Кочетков, Д.А. Крюкова, Е.Ю. Мартынова..... | 135 |
| РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ КОЛОННЫ К-2 УСТАНОВКИ ЭЛОУ-АВТ М.С. Раздолгина, Н.В. Шибитова, П.А. Жигунов..... | 136 |
| РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОРЕАК- ТОРОМ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA Ефремкин С.И., Грицун Б.М., Савчиц А.В. | 138 |
| РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ АДАПТАЦИИ ПОД РАЗЛИЧНЫЙ ТИП ПОЧВЫ Островский А.А., Савчиц А.В. | 140 |
| ВОЗМОЖНОСТИ ОБЪЁМНОЙ ПЕЧАТИ СТРУЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В.В. Корзин, Д.Б. Мелехов..... | 142 |
| ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СТРУЙНЫМИ ИЗМЕРИТЕЛЯМИ В.В. Корзин, Д.Б. Мелехов..... | 145 |
| ЭЛЕМЕНТЫ СТРУЙНОЙ АВТОМАТИКИ С ПЕРЕДАЧЕЙ ЭНЕРГИИ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ В НАПРАВЛЕНИИ ОСИ СТРУИ В.В. Корзин, Д.Б. Мелехов..... | 147 |
| ПРИМЕНЕНИЕ FDM ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕМНОЙ ПЕЧАТИ ДЛЯ МЕЛКОСЕРИЙ- НОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ А.В. Дроботов, И.В. Мартынович, И.С. Торубаров | 151 |
| ЭЛЕМЕНТЫ ИИС ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭВП В РАЗРЯДНОЙ КАМЕРЕ СО ЩЕЛЕВЫМ СОПЛОМ Суркаев А.Л., Благинин С.И., Кумыш М.М., Усачев В.И., Светличная В.Б. | 155 |
| ТРУБЧАТЫЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ИИС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭВП Суркаев А.Л., Благинин С.И., Кумыш М.М., Усачев В.И., Матвеева Т.А. | 158 |
| ПЛАСТИНЧАТЫЙ ДАТЧИК КАК ЭЛЕМЕНТ ИИС ОЦЕНКИ ИМПУЛЬСА ДАВЛЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПЛОСКОЙ КОЛЬ- | |

| | |
|---|-----|
| ЦЕВОЙ ФОЛЬГИ Суркаев А.Л., Канцедалов Д.А., Кумыш М.М., Усачев В.И., Сухова Т.А. | 161 |
| УШИРЕНИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ЗЕРНОГРАНИЧНЫХ ПИКОВ В МЕТАЛЛАХ В.Г. Кульков | 164 |
| О ВЗАИМОСВЯЗИ СТРОЕНИЯ ПРИМИТИВНЫХ ЯЧЕЕК МЕТАЛЛОВ С ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С.А.Юрченко | 167 |
| О ВЛИЯНИИ РАЗМЕРОВ И ГЕОМЕТРИИ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ К.В. Сазонов, А.С. Юрченко, С.А. Юрченко..... | 169 |
| ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЗЕРЕН ШЛИФОВАЛЬНЫХ ПО- РОШКОВ МЕТОДАМИ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ И ОПТИЧЕСКОЙ МИКРО- СКОПИИ Носенко В.А., Александров А.А. | 175 |
| ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТВЕРДОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КОМПОЗИТОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ Суханова Т.Г..... | 178 |
| АДАПТИВНЫЙ РЕГУЛЯТОР В ПРИБОРНОМ ИСПОЛНЕНИИ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОСТИ Д.Б. Варламов, А.В. Савчиц | 182 |
| ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБО- ТЫ КОТЛОАГРЕГАТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПАРА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ Васютинский Р.В., Еремина Е.Л..... | 184 |
| АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ИНЭЛ» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ А. А. Пискунова, Г. А. Тиханкин | 185 |
| ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ З. А. Беликова | 189 |
| ИНДУСТРИЯ 4.0 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РОССИЙ- СКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ Гредников С.Б..... | 190 |
| СОТРУДНИЧЕСТВО ВУЗОВ С ПРЕДПРИЯТИЕМ, КАК ОСНОВА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ Подставко А.И., Гредников С.Б., Силаев А.А. | 192 |
| ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПОЛУ- ЧИВШИХ ГОСПОДДЕРЖКУ, И УНИВЕРСИТЕТОВ, А ТАКЖЕ СОВЕРШЕНСТ- ВОВАНИЕ ФОРМ ГОСПОДДЕРЖКИ - НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕ- ГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ В.А. Пономарев..... | 194 |
| РОЛЬ ИНВЕСТИЦИЙ В КАЧЕСТВО ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ А.В. Горбунова..... | 199 |
| ПЕРСОНАЛ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС И ИННОВАЦИОННЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ Долгалева Е.В., Медведева Л.Н. | 201 |

| | |
|--|-----|
| ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА РЕГИОНА Т.А. Рябикова..... | 206 |
| ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ ДО И ПОСЛЕ ПРИ- СОЕДИНЕНИЯ К РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Пискун Е.И., Смола М.А. | 209 |
| ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГИИ В ОБОСНОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ Медведева Л.Н. | 212 |
| ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ДЛЯ ВОЛГОГРАДСКОГО РЕГИОНА С УЧАСТИЕМ ОПОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА Благинин С.И., Кейбал Н.А., Синьков А.В., Бойцов Е.П. | 216 |
| ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРСО- НАЛА В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ Н.А. Водопьянова | 220 |
| СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ В ВЫСШЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ Е.В. Якимович..... | 223 |
| ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАФЕДРЫ БИОИНЖЕНЕРИИ И БИОИНФОРМАТИКИ ИНСТИТУТА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ВОЛГУ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ И НИИ РЕГИОНА Зими́на Ю.А., Срослова Г.А., Постнова М.В. | 225 |
| ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕГИОНА В.Е. Костин, С.А. Мальцев, А.А., Рыбанов, А.А. Силаев, А.В. Савчиц, Н.А. Соколова. | 227 |
| «ЗЕЛЕНАЯ ЛОГИСТИКА» КАК МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ НА ПРЕД- ПРИЯТИИ Г.И. Лукьянов | 230 |
| ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛИ В МАЛОМ БИЗНЕСЕ Петренко А.А., Опейкина Т.В. | 233 |
| ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИНТЕГРАЦИИ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ Гасанова З.В., Оноприенко Ю.Г. | 238 |
| БУХГАЛТЕРСКАЯ (ФИНАНСОВАЯ) ОТЧЕТНОСТЬ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ Чурилина Е.А., Оноприенко Ю.Г. | 240 |
| ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ РОССИИ В ИНТЕЛЛЕК- ТУАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ Курцадзе Н. И., Оноприенко Ю. Г. | 243 |
| ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СТЫ- КОВКЕ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ КАК НОВАЯ ФОРМА ОБРАЗОВАНИЯ Санинский В.А., Кононович М. А. | 246 |
| МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМЦОВ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАС- НОКЛЕШНЕВОГО РАКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ НЕТРАДИ- ЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРОТЕИНА Ранделин Д.А., Кравченко Ю.В., Караева О.А. | 250 |
| К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УДАРНЫХ ВОЛН ОРТОГОНАЛЬНОЙ НА- ПРАВЛЕННОСТИ Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И., Мустафина Д.А., Ребро И.В., Рахманкулова Г.А. ... | 251 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СМАЗОЧНОЙ СРЕДЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МА- ТЕРИАЛОВ К. А. Паршева, А.П. Митрофанов | 253 |
| ВЛИЯНИЕ ПОР НА РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ В.Г. Кульков, А.А. Сычиков | 257 |

ФОРМИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СФЕРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ РОЛИКА КОНИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ШУМ И ВИБРАЦИЮ

А.В. Зуев – заместитель главного конструктора ОАО «ЕПК Волжский», г. Волжский
В.А. Носенко – заместитель директора по учебной работе ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Одним из наиболее значимых параметров в выборе подшипника является малошумность его работы. В большинстве случаев шум подшипника определяется степенью отклонения геометрических и микрогеометрических характеристик его элементов, заданных в конструкторской документации. В связи с этим, особое значение приобретает совершенствование технологии производства деталей подшипника.

В работах [1, 2] показано влияние микрогеометрических характеристик дорожек качения колец на шумовые характеристики подшипников. Существенное влияние на грузоподъемность, сроки службы, шумовые и вибрационные характеристики подшипников оказывают тела качения (ролики), что во многом определяется технологией их изготовления.

Одними из наиболее распространённых в машиностроительном производстве являются роликовые подшипники с коническими роликами, способными воспринимать как радиальную, так и осевую нагрузки. Рабочих поверхностей у ролика конического подшипника две: коническая образующая и сферический торец. Наиболее сложной является технология обработки поверхности сферического торца [3]. Сфера на ролике необходима для обеспечения точечного контакта между бортом внутреннего кольца подшипника и базовым торцом ролика, что улучшает условия смазки, снижает силу трения в зоне контакта, температуру, шум и вибрацию при эксплуатации подшипника [4].

Отмечен ряд факторов, оказывающих существенное влияние на качество обработанной поверхности, таких как скорость подачи ролика, скорость шлифования, частота вращения ролика. Анализ, приведенный в работе [5], позволяет определить диапазон скоростей шлифования и соответствующие этому диапазону соотношения частот вращения, необходимых для оптимизации режима резания.

Для исключения влияния негативных факторов, возникающих при базировании заготовки, исследовано влияние геометрических погрешностей, возникающих при закреплении ролика на станке в процессе шлифования [6], разработаны математические модели припуска и скорости его изменения за время прохождения ролика через зону обработки на станке SХК-5А [7].

Подшипники, в обозначении которых присутствует вибрационный разряд (Ш1, Ш2...Ш8), имеют дополнительные требования к качеству изготовления сферической поверхности. У таких подшипников на сфере ролика определены требования по волнистости и шероховатости, отклонению от круглости.

Подшипники, имеющие регламентированные требования по шуму и вибрации, подвергаются дополнительным проверкам в виброакустической лаборатории. Для замера шумовых характеристик подшипника в условиях ОАО «ЕПК Волжский» использовался анализатор шума и вибрации «АССИСТЕНТ S». Анализатор спектра 1-го класса точности предназначен для измерения уровней звука и частотного анализа шума в звуковом диапазоне. Шумомер используется для измерения эквивалентных, экспоненциально усредненных и пиковых уровней звука, инфразвука и ультразвука, уровней звукового давления (УЗД) в октавных и третьоктавных полосах частот в диапазонах звука. Измерение производится при помощи микрофона, установленного на расстоянии 250 мм от контролируемого подшипника. Время замера одного подшипника составляет около 8 секунд.

Процесс формирования параметров, влияющих на шумовые и вибрационные параметры подшипника, такие как шероховатость поверхности, рассматривался рядом авторов. Так в работе [8] исследовалась траектория движения царапины, которую оставляет на поверхности сферы ролика вершина зерна шлифовального круга при обработке этой поверхности на сферошлифовальном станке модели SХК-5А.

В лабораториях ЕПК «Волжский» была проведена работа по исследованию подшипников, забракованных по несоответствию шумовых и вибрационных характеристик. Подшипники, подвергнутые анализу, имели отклонения шероховатости поверхности сферического торца. Так увеличение шероховатости (Ra) ролика подшипника 6-2007109АКШ2 до 0,52 мкм может привести к ухудшению шумовых характеристик на 3 дБА, а вибрационных характеристик на 3-4 дБ в каждой из трех полос частот, что в условиях достаточно жестких требований к шуму узла в целом может стать весьма критичным. С уменьшением шероховатости, шумовые и вибрационные характеристики подшипника приходили в соответствие.

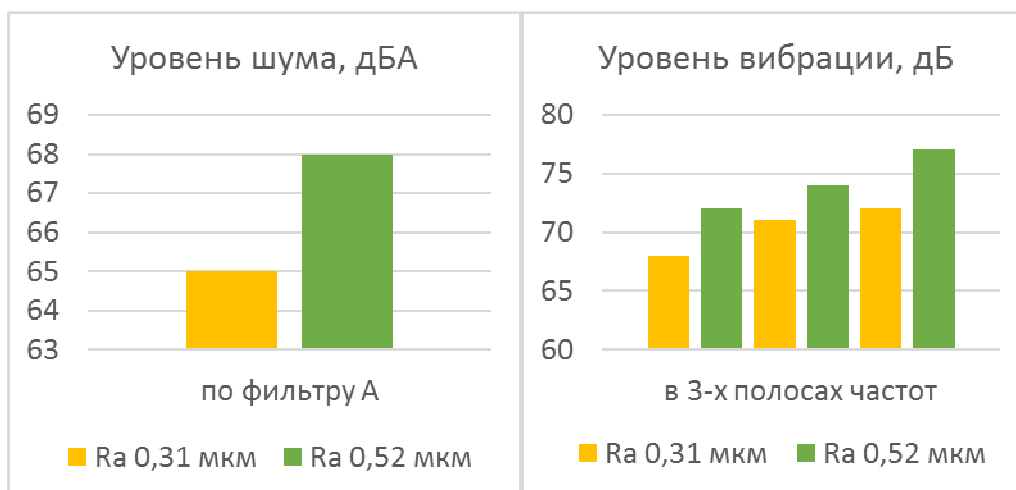


Рисунок – Влияние шероховатости сферической поверхности на уровень шума и вибрации подшипника 6-2007109АКШ2

Шероховатость сферического торца ролика подшипника формируется на станке SХК-5А. В качестве абразивного инструмента используется шлифовальный круг, состоящего из трех кругов различных характеристик на разных связках. Шлифовальный круг правится алмазным инструментом на заданный радиус.

На основании математической модели скорости подачи ролика и модели траектории царапины единичного зерна при обработке сферической поверхности ролика разработана математическая модель шероховатости (Ra) обработанной поверхности, учитывающая фактическую траекторию движения ролика в зоне шлифования.

В лаборатории качества поверхности ОАО ЕПК «Волжский» определяли профиль составных шлифовальных кругов. Рабочую поверхность исследовали после правки круга и после шлифования. Профиль измеряли на профилометре Form Talysurf. Замеры проводили щупом с конической выточкой (60°) и радиусом вершины 2 мкм. Фильтр, определяющий расстояние между зёрнами – 2,5 мкм. Полученные распределения вершин зёрен использовали в математической модели шероховатости обработанной поверхности.

С использованием математической модели определены значения Ra после шлифования каждым из трех кругов, составляющих абразивный инструмент: круг на бакелитовой связке – около 1 мкм, круг на вулканитовой связке – около 0,5 мкм, круг на графитовой связке – 0,11-0,15 мкм.

Полученные значения Ra , согласуются с экспериментальными данными, полученными соответственно после шлифования одним, двумя и тремя кругами. После шлифования кругом на бакелитовой связке $Ra = 1,2-0,9$ мкм. После шлифования сборным кругом из двух кругов (бакелитовый и вулканитовый) – $Ra = 0,5-0,7$ мкм. После шлифования сборным кругом из трех кругов (бакелитовый, вулканитовый и графитовый) – $Ra = 0,13-0,17$ мкм.

На основании разработанных математических моделей определены оптимальные значения параметров режима резания, обеспечивающие заданные требования к шероховатости обработанной сферической поверхности ролика, уровню шума и вибрации подшипника.

Список литературы

1. Щерба М.Ю. Статистические исследования отклонений профилей дорожек качения подшипников цилиндрошлифовальных станков / М.Ю. Щерба, В.А. Кохановский // Вестник ДГТУ. – № 1(62). – Вып. 1. – 2012. – С. 74-78.
2. Чукарин А.Н. Экспериментальные исследования шума и вибраций бабинно-дисковых и цилиндрических шлифовальных деревообрабатывающих станков / А.Н. Чукарин, М.А. Тамаркин, М.Ю. Щерба // Вестн. Рост. гос. ун-та путей сообщения. – 2011. – № 4. – С. ??? №4(44). - С.98-101.
3. Носенко В.А. Разработка математической модели скорости подачи ролика подшипника на сферошлифовальном станке SХК-5А / В.А. Носенко, А.В. Зуев, А.В. Морозов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. [Электронный ресурс]. URL: www.science-education.ru/111-10245 (дата обращения: 11.10.2018).
4. Зуев, А.В. Применение новых способов оценки поставщиков на крупных производственных предприятиях / А.В. Зуев, Е.Г. Гущина, Е.М. Витальева // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – № 6. – С. 371–377.
5. Горяинов Д.С. Исследование процесса шлифования сферических поверхностей // Вестник Самарского Государственного Технического Университета. Серия: Технические Науки. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2007 – С.117-123.
6. Носенко В.А. Погрешность длины ролика после операции сферошлифования на станке SХК-5А / В.А. Носенко, А.В. Зуев, А.В. Морозов, Е.В. Рыженко, А.А. Вяткин // Актуальные вопросы современной техники и технологии / Издательский центр "Гравис".-Липецк. – 2012. – С. 69-74.
7. Носенко В.А. Скорость съема припуска при шлифовании сферического торца конического ролика подшипника на станке SХК-5А / В.А. Носенко, А.В. Зуев, А.В. Морозов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: www.science-education.ru/121-18266 (дата обращения: 11.10.2018).
8. Носенко В.А., Разработка математической модели траектории царапины единичного зерна при обработке сферической поверхности ролика на шлифовальном станке SХК-5А / В.А. Носенко, А.В. Зуев, Е.В. Рыженко // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20345> (дата обращения: 11.10.2018).

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ ДАТЧИКОВ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ

Капля В.И. (доцент каф. ВАЭ), Сушкина В.Е. (студентка ВХА3-450),
Казаков Д.И. (студент ВАЭ-1).

Рассматривается процесс калибровки трехосных датчиков угловой скорости. Поскольку данный вид датчиков служит для измерения параметров угловых перемещений, то процесс калибровки должен включать процедуры строго регламентированного во времени углового перемещения датчика. Угловая скорость является достаточно сложным динамическим параметром, поэтому процессу измерения ее величины свойственны определенные задачи. Проблемными моментами процесса калибровки следует считать:

- отсутствие возможности точного позиционирования центра и осей чувствительности датчика;
- необходимость учета пространственных перемещений датчика во время калибрующих угловых эволюций;
- влияние механических параметров носителя датчика на параметры движения датчика;

- обеспечение непрерывной регистрации показаний датчика.
- обеспечение синхронности процесса перемещения и процесса получения замеров датчика;
- наличие вибраций системы калибрующих перемещений датчика.

Разрешение проблем организации и проведения процесса калибровки следует проводить на основе последовательности действий для организации процесса калибровки. Методические принципы процесса калибровки датчиков угловой скорости должны обеспечить достоверность результатов калибровки в пределах заданной точности проводимых измерений. Целесообразно выделить следующие методические принципы процесса калибровки датчиков угловой скорости:

- принцип обеспечения точно заданных относительных перемещений и скоростей датчика;
- принцип привязки во времени момента замера угловой скорости датчиком и его текущего положения;
- принцип наличия фактора достаточности для полученной совокупности замеров;
- принцип использования вторичной обработки данных, полученных в процессе калибровки, для косвенного определения поправочных параметров калибровки.

Одним из возможных вариантов выполнимости принципа обеспечения точно заданных относительных перемещений и скоростей датчика является использование замкнутой траектории перемещения датчика. Фиксация факта возвращения в исходную точку избавляет от необходимости проведения угловых измерений положения датчика.

Принцип привязки во времени момента замера угловой скорости датчиком и его текущего положения может быть реализован путем использования синхронизации по моменту начала и конца движения. Факт начала движения легко идентифицируется в массиве зарегистрированных показаний датчика.

Обеспечение выполнимости принципа достаточности для полученной совокупности замеров датчика зависит от соотношения числа поправочных коэффициентов и числа режимов калибрующих перемещений датчика. Одним из путей обеспечения достаточности или избыточности результатов измерений является вариация скорости или плоскости вращения.

Датчик подключен к системе измерений.

Режимы:

Разгон и торможение. Механические параметры носителя датчика.

Синхронизация отсчета времени для процедур снятия отчетов с датчика и перемещения датчика.

Запись вторичная обработка показаний датчика процесса калибровки.

Заключение: Методические принципы процесса калибровки датчиков угловой скорости направлены на организацию получения корректных значений поправочных параметров калибровки.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА ПРОДУКТА В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

Тишин О.А., Харитонов В.Н.
Волжский политехнический институт

Аппараты с перемешивающими устройствами используются в химической промышленности для проведения различных процессов, в том числе химических. При проведении в таких аппаратах химических реакций реагенты поступают отдельными потоками. Ввод реагентов сосредоточенный. Задача перемешивания состоит в распределении реагентов по всему объему

и приведение компонентов реакции во взаимодействие. Влияние перемешивания на интегральные показатели химического процесса проанализированы теоретически для различных вариантов гидродинамических моделей (идеальное перемешивание и вытеснение). Установлено, что превращение в химической реакции гарантированное достигается для потоков предварительно перемешанных [9]. Однако в этих исследованиях не учтены реальные условия работы реакторов, а именно наличие разделенных в пространстве подаваемых потоков реагентов. Идеальное перемешивание и состояние предварительной перемешанности в реальной аппаратуре обеспечить невозможно, однако можно определить условия, при которых можно использовать эти модельные представления для расчета нового и модернизации действующего оборудования.

В Волжском политехническом институте в течение ряда лет [1-8] проводились исследования по изучению влияния перемешивания на интегральные показатели химического процесса и установлению показателей, с помощью которых можно оценить степень соответствия реальных условий проведения процесса идеальным моделям. Для установления таких показателей использовались как результаты собственных экспериментальных исследований, так и результаты исследований отечественных и зарубежных ученых.

Для оценки равномерности перемешивания используются исследования по изучению распределения времени пребывания. Экспериментально установлено, что состояние близкое к идеальному перемешиванию соответствует при дисперсии времени пребывания $\sigma^2(\theta) \geq 0,7$ [5]. Для оценки влияния различных конструктивных и технологических условий изменение распределения времени пребывания был предложен комплекс $k_m \cdot \bar{\tau}$. Этот комплекс представляет собой отношение среднего времени пребывания ко времени циркуляции τ_u жидкости в аппарате. Для количественной оценки времени циркуляции (и объемного коэффициента массопереноса) предложено уравнение:

$$k_m = \frac{1}{\tau_u} = K \sqrt{\frac{\varepsilon}{\nu}} \frac{1}{[\ln(Sc) - 1,27]}, \text{ где } K_1 = K_{10} (\bar{V})^{-0,52}$$

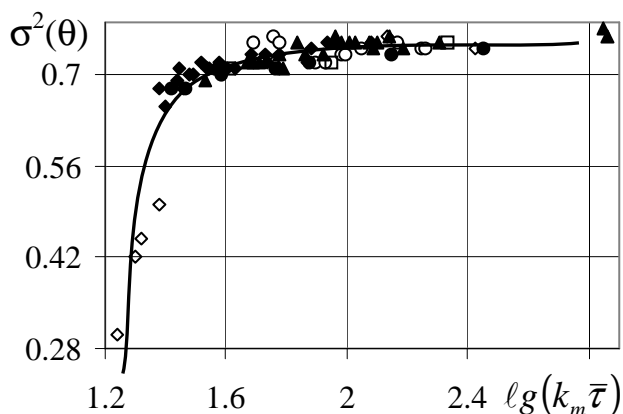


Рис. 1 Зависимость $\sigma^2(\theta)$ от параметра $(k_m \bar{\tau})$ [9]

Таким образом, обеспечивается возможность количественной оценки времени циркуляции от различных конструктивных и технологических параметров. Предложенное уравнение проверено на аппаратах различных размеров (от 0,2 л до 6,3 м³). На рис.1 приведена графическая зависимость дисперсии времени пребывания от комплекса $k_m \cdot \bar{\tau}$. Экспериментальные данные показывают, что условия близкие к идеальному перемешиванию обеспечиваются при выполнении условия $k_m \cdot \bar{\tau} \geq 30$. Эти условия соответствуют физическому перемешиванию, проявляющемуся в равномерности концентрации распределяемого вещества в объеме аппарата.

Теоретические расчеты показывают, что максимальную степень превращения можно обеспечить, если удастся обеспечить на входе в реактор состояние предварительной перемешанности входных потоков реагентов. В таком состоянии предварительно перемешанная система представляет собой популяцию из микроглобул, содержащих все реагенты в стехиометрическом соотношении. В качестве количественной оценки возможности для установления условий, при которых наступает состояние предварительной перемешанности, предложено использовать соотношение:

$$m^* = \frac{k_m}{k \cdot C_j} \geq 30,$$

представляющее собой соотношение времени химической реакции ко времени циркуляции жидкости в аппарате. На рис.2 представлена зависимость степени превращения в реакторах периодического и непрерывного действия при проведении в них реакции второго порядка при разных значениях комплекса. Результаты теоретических расчетов сопоставлены с экспериментальными данными. Когда значения комплекса превышает значение 30, в аппарате с мешалкой гарантировано обеспечивается состояние предварительной перемешанности входных потоков, и, как следствие, высокая степень превращения и выход продукта.

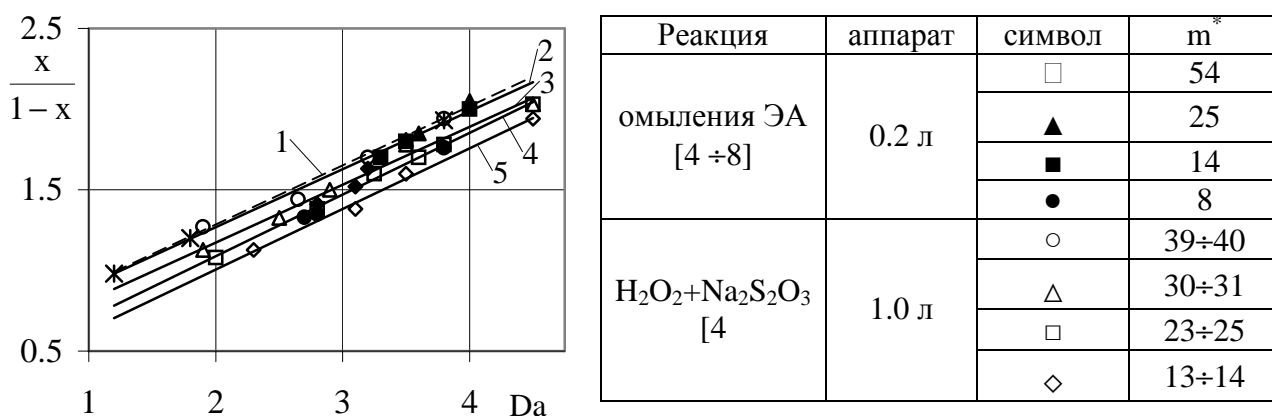


Рис.2 Зависимость комплекса $x/(1-x)$ от числа Дамкеллера для проточного реактора: 1- $m^* = \infty$; 2- $m^* = 54$; 3- $m^* = 25,4$; 4- $m^* = 14,2$; 5- $m^* = 7,98$

Указанные выше условия можно выполнить для реакций относительно медленных и аппаратов малого объема. Это обусловлено необходимостью подвода значительного количества энергии. При обеспечении указанных выше условий реакция протекает во всем объеме аппарата.

Список обозначений

C_0 - начальная концентрация реагента; D - коэффициент диффузии; K_1 - численный коэффициент; k - константа скорости реакции; m^* - параметр предварительной перемешанности потоков; \bar{V} - относительный объем аппарата, ε - энергия диссипируемая в единице массы жидкости; ν - кинематический коэффициент вязкости жидкости; $\bar{\tau}, \tau_u$ - среднее время пребывания в аппарате, время циркуляции жидкости в аппарате, соответственно; $Sc = \frac{D}{\nu}$ - число шмидта.

Литература

1. Darmanyan A.P., Tyabin N.V., Tishin O.A. A study of homogenization efficiency of motionless mixers (paper) «CHISA 1990»-10-th International Congress of Chemical and Process Engineering, J9.59 (1188)

2. Darmanyán A.P., Tyabin N.V., Tishin O.A., Shokorov U.A. Experimental study on micromixing in centrifugal static mixer and intensification of mixing with its help (paper) in: papers presented at sixth European conf. on mixing, (Pavia, Italy: May 24-26, 1988), Milan, Italy, AIDIC-ASSOC. Italiana (69)), pp. 183-190

3. Tishin O.A. Homogenization efficiency of continuous mixer 12-th INTERNATIONAL CONGRESS «CHISA-96» PRAHA, CZECH REPUBLIC, AUGUST 25-30, 1996,

4. Тишин О.А., Определение условий предварительной смешанности в аппаратах с мешалками./Тишин О.А., Дорохов И.Н. Журнал прикладной химии, 2002 г., т.75, № 11, с. 1877–1880.

5. Тишин О.А. Определение условий обеспечивающих в аппаратах с мешалками распределение времени пребывания, соответствующее модели идеального перемешивания./Тишин О.А., Дорохов И.Н., Качегин А.Ф. Известия ВУЗов Химия и химическая технология, 2002 г. с. 70–73.

6. Тишин, О.А. Экспериментальное исследование процесса перемешивания в аппарате с мешалкой / О.А. Тишин, Т.В. Островская, А.В. Девкин // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Реология, процессы и аппараты химических технологий» Вып. 5 Сб. научн. ст./ ВолгГТУ.-Волгоград, 2012 т. №1, С.- 88-90

7. Тишин, О.А., Харитонов В.Н. Влияние условий перемешивания на интегральные характеристики химического процесса Известия Волгоградского государственного технического университета 2014, т.7, №1 (128), С.136-138

8. Тишин, О.А., Харитонов В.Н. Влияние условий перемешивания на осуществление в реакторе с перемешиванием быстрых химических реакций Известия Волгоградского государственного технического университета 2015, т.8, №1 (154), С.20-23

9. Villermaux I., Falk L. Recent advances in modelling micromixing and chemical reaction // Rev. Inst. Fr. Petrole.- 1996.-v51, №2.- P.205-213

УДК 621.822+541.31+532.516. 615.11/4

СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАНАЛОВ С ЖИДКОТЕКУЩЕЙ СРЕДОЙ

Санинский В.А., профессор, ВПИ (филиал) ВолгГТУ,
Кононович М. А., студентка ВолгГМУ, Волгоград.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»

Представлена полезная модель устройства, которая может быть использована для исследования пар трения-скольжения при мониторинге радиальных зазоров между охватывающей и охватываемой поверхностями суставов, имплантов и других механизмов. Может применяться для измерения функционального и морфологического состояния кольцевого и серповидного зазоров в каналах и трубопроводных системах путем определения объемов проходящей через их поперечное и продольное сечение. Техническое решение направлено на осуществление возможности исследования геометрических форм поперечных серповидных сечений каналов и продольных кольцевых сечений с помощью жидкотекучей среды, содержащей радионуклиды.

Эффективность достигается путем регистрации излучения количества радионуклидов жидкотекучей среды, помещенных в пропорции с объемом жидкотекучей среды, проходящей через торцевой зазор кольцевой формы [1-3].

Определение и регистрация формы и величины зазоров в парах трения-скольжения предложено осуществлять с помощью миниатюрных сцинтилляционных датчиков излучения радионуклидов с мечеными химическими соединениями, расположенных по специальной схеме на входе и выходе жидкотекущей исследуемого канала. Разработка выполнена на основе принципов аналогии с возможностью использования в механике и ортопедии, например, как в исследованиях радиофармпрепаратами шаровых опор, так и при диагностике локтевых и тазобедренных суставов и других пар трения, имеющих вид опор трения-скольжения.

Особенностью устройства является расширение технологических возможностей метода измерения сцинтилляционными датчиками размером $1 \times 0,5 \times 0,5$ (мм) за счет обеспечения процесса измерения величин объема слоем смазочного материала, находящегося в зазоре или подвергающегося изменению объема в течение определенного времени. Предложенные способ и устройство позволяют создать условия для учета разницы объемов, находящихся через промежутки времени в заданном пространстве зазора или проходящих через различные точки поперечного сечения кольцевого или серповидного сечения, осуществлять мониторинг изменения площади поперечного сечения зазора и прогнозировать отклонения его формы [2, 3]. У шаровых опор механических устройств, имеющих в сечении кольцевые зазоры и сферические подшипники скольжения качательных механизмов, применяемых, например, в роботах, имитирующих механические руки, выполняющие двигательные функции людей, а также в аналогичных опорных суставах людей и животных, в процессе работы кольцевой зазор пар трения приобретает форму серповидного зазора [1]. В различных случаях, связанных с проектированием механизмов на шаровых опорах, в том числе и сферических подшипниках и при ремонте или лечении суставов опорно-двигательных аппаратов, имеющих аналогичные пары трения, приходится решать аналогичные задачи. В механике они связаны с определением толщины смазочного слоя (ТТС) в плоскости наибольшего сближения охватываемой и охватывающей поверхностей (рис. 1) [4, 5]. Поскольку установлено, что проблема мониторинга зазоров в парах трения-скольжения неживых и живых субъектов имеет много общего, то такое положение предполагает поиск общих решений и разработки методики на принципах аналогии и неологии. Недостаток известных способов [4, 5] в том, что они применяются в научных следованиях, где измерения производятся в условиях далеких от условий работы МУПВ работающей машины из-за сложности передачи электрических сигналов от измерительных устройств к приборам наблюдения в процессе эксплуатации машин. Это создает неудобства, например, при техническом их обслуживании. Предлагаемое устройство работает следующим образом (рис. 1). Перед измерением ТТС в зазоре он должен быть заполнен стартовым смазочным материалом. В процессе работы пары трения-скольжения смазочный материал через сквозные радиальные отверстия 11 охватывающей поверхности 5 попадает на охватываемую поверхность 6 и распределяется по зазору. Расположенные в пазах 7 и на картере 2 торцевые датчики 8 датчики для измерения радиоактивности 8 регистрируют количество изотопов в сканируемом слое смазочного материала, и через электропроводку 9 и плата 10 и 11 передают сигнал на цифровой осциллограф и/или ЭВМ (не показаны), где осуществляется полная цифровая обработка исследуемых сигналов. По полученной информации определяют объемы смазочного материала 12 в неравномерных по величине зазорах и, соответственно, величины радиальных зазоров у левого торца, в середине и у правого торцах подшипник, сравнивают с нормированным эталоном экстремальных значений и определяют значения наибольшего значения радиального зазора вдоль продольной оси образованного зазора.

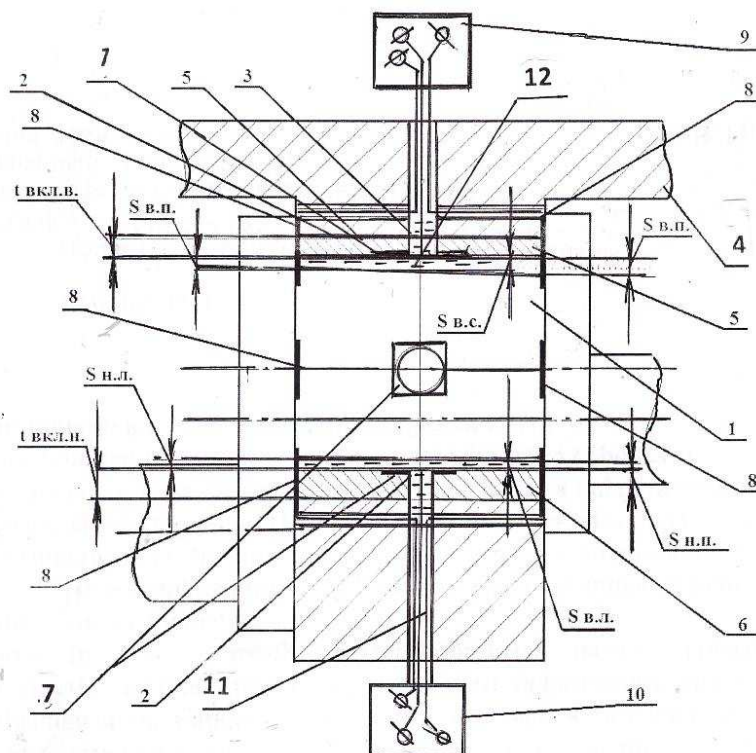


Рис. 1 - Продольное сечение охватываемой и охватывающей поверхностей подшипникового узла: 1-Охватываемая поверхность (вал), 2- подшипник скольжения; 3- сквозные каналы в охватывающей поверхности (подшипнике) 2; 4- картер; 5 – верхний вкладыш; 6— нижний вкладыш; 7 - датчики центральные для измерения истечения смазочного мала 5 через радиальные зазоры верхний левый, S в. п, нижний левый, S н. л., верхний средний Sv.с., нижний средний S н. с.. верхний правый Sv. п., нижний правый S н. п. подшипника; 8 – датчики в виде заглушек, предназначенные для измерения истечения смазочного мала через торцевые зазоры в подшипниках, установленные на торцах стенки картера 4 в районе вытекания смазочного масла после прохождения радиальных зазоров между рабочими цилиндрическими поверхностями 1 и 2 для слива в картер 4 через торцевые зазоры смазочной среды (масла) позицией не обозначено); 9- электропроводка, 10, - плато для электропроводки к приборам – осциллографу или ЭВМ; 11 – магистраль системы смазки; 12- смазочная среда (масло). Например: S в. п, T < S н. л., Sv.с., = S н. с.. Sv. п. T больше S н. п, или $S_{\min F} < S_T < S_{\text{опт}} < S_{\min F}$.

Целью измерения является зафиксировать отсутствие или превышение величины диаметрального зазора над нормой $S_{\text{опт}}$. При обнаружении критических нарушений, осуществляют корректировку величины диаметральных зазоров.

Таким образом, обеспечивается повышение надежности работы подшипникового узла скольжения. Минимально достаточное количество датчиков 7 для измерения радиоактивности по одной поверхности контакта кольцевого торцевого зазора должно быть не менее трех, т.к. форма полуокружности, в которой необходимо измерить ТСС определяется тремя точками. При увеличении количества датчиков 8, возможно повышение точности определения величины диаметральных функциональных минимального и максимального функциональных зазоров $S_{\min F}$ и $S_{\max F}$, соответственно.

В качестве радиоактивных изотопов могут использоваться и изотопы из семейства короткоживущих радионуклидов препаратов самария-153, олова-117m, генераторов рения-188. В смазочный материал радиоактивные изотопы материал предварительно вводят, обеспечивая их равномерную концентрацию в объеме [1].

Концентрация изотопов составляет препарат, способ применения и дозы которого определены приказом Министерства здравоохранения №305 от 13.10.1998 о разрешении к применению лекарственных средств (ЛС).

Препарат приготавливают непосредственно перед использованием путем добавления 5,0 мл натрия пертехнетата, ^{99m}Tc из генератора технеция-99М во флакон с лиофилизированным реагентом, при этом необходимо соблюдать следующее: раствор натрия пертехнетата, ^{99m}Tc должен быть получен не позднее, чем через 24 часа после предыдущего элюирования генератора технеция-99М. Что обусловлено принципом работы датчиков, с одной стороны, и, с другой стороны, тем, что полученный раствор натрия пертехнетата, ^{99m}Tc должен быть использован для приготовления препарата теоксима ^{99m}Tc в течение 2 часов. Содержимое флакона вводят, добавляя 5,0 мл элюата, и тщательно перемешивают. Готовый препарат может храниться не более 30 минут. Вводимая доза: 185-740 МБк (5-20 мКи) технеция-99М. Датчики для измерения радиоактивности могут быть соединены, например, с 8 соединены с цифровыми осциллографами или ЭВМ. При регистрации величины объема смазочного масла, вытекающего из торцевых зазоров между парами трения-скольжения можно использовать зависимость его объема от количества регистрируемых сигналов, генерируемых изотопами, состоящими из молекулы-вектора и радионуклида*.

В состав современной гамма-камеры входят (рис. 2): многоканальный коллиматор, выделяющий направление гамма-квантов; сцинтиллятор большой площади (~ 60×45 см); матрица из ФЭУ; электроника, с помощью которой извлекается информация о координатах и интенсивности сцинтилляции; ЭВМ, в котором строится сцинтиграфическое двумерное изображение зазора в исследуемом органе.

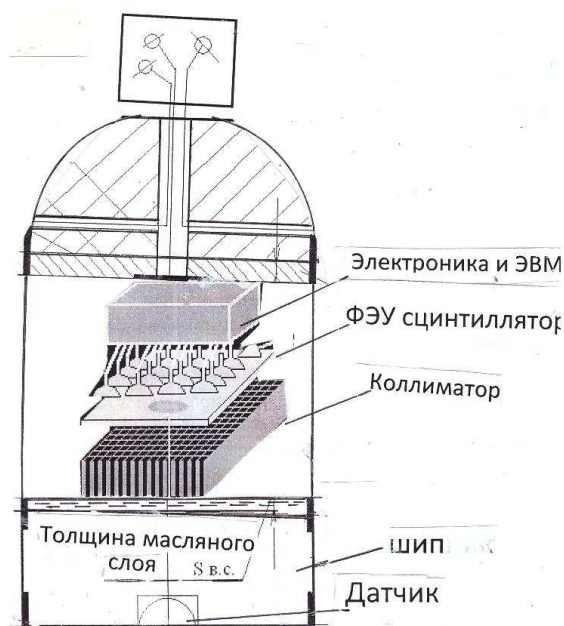


Рис. 2 - Схема гамма-камеры

При определении ТСС в парах трения могут использоваться измерительные системы и компьютерные технологии, позволяющие осуществлять фиксацию параметров путем регистрации результатов, в том числе расход масла и его температуру, с использованием встроенного микропроцессора, принтера и комплекса датчиков, а текущие значения параметров выводить на монитор процессора и распечатывать протоколы испытаний с приведением их к стандартным условиям.

В механических системах прокачивают масло через диаметральный зазор и регистрируют их количество радиометрическим прибором типа гамма-камера и, создавая однофотон-

ную эмиссионную компьютерную томографию (трёхмерное изображение), строя графики проходящего через зазор объемов масла, сравнивают с нормированным эталоном экстремальных значений (рис. 2) [1]. После этого определяется превышение величины зазора и назначается корректирующая величина толщин вкладышей или осуществляется переборка МУПВ и повторяется контроль вновь полученных сборкой параметров действительных зазоров по измененному расходу смазочной среды.

Вывод. Применение сцинтилляционных приемников излучения, закрепленных по периметру и вдоль сечения исследуемого канала, электрические сигналы от радионуклидов, позволяет создать возможность через вычисления по определенным зависимостям определять объемы вытекающей жидкотекучей среды через величины генерируемого датчиками тока и установить форму поперечного сечения радиального зазора.

Библиографические ссылки:

1. Ильясов Л. В. Биомедицинская измерительная техника: Учеб. Пособие для вузов/Л. В. Ильясов.- М.: Высш. шк., 2007.- 342 с.; ил.
2. Санинский В. А. Кононович М. А. заявка на пат. РФ № 2018131653 от 03.09.18 Способ определения функционального зазора между поверхностями трения-скольжения.
3. Санинский В. А. Кононович М. А. заявка на пат. РФ № 2018131750 от 03.09.18 Подшипниковый узел скольжения.
4. Санинский, В. А. «Повышение эксплуатационных характеристик многоопорных подшипниковых узлов размерной механической обработкой и идентифицированной компьютерной сборкой/ дисс. д-ра. техн. наук / В. А. Санинский; Ростов-на-Дону, ДГТУ.-2007. С. 420.
5. К вопросу определения толщины масляной пленки в коренных подшипниках коленчатого вала дизеля 8ЧВН 15/16 / Г.Г. Меньшенин, В.А. Санинский // Известия ОрелГТУ. - Машиностроение. Приборостроение. - 2006 г. - №.2. С.137 – 142.

УДК 621:623

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СМАЗКИ В ЗАЗОРАХ МЕХАНИЧЕСКИХ ОПОР И СУСТАВОВ

Санинский В.А., профессор, ВПИ (филиал) ВолгГТУ,
Кононович М.А., студентка ВолгГМУ, Волгоград,
Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградский государственный технический университет
E-mail: saninv@rambler.ru

В статье представлен способ и устройство для его осуществления, разработанные с целью повышения точности измерения форм поверхностей контакта охватывающих и охватываемых поверхностей в механизмах и суставах. Цель работы – апробация интерактивного метода исследования на основе взаимодействия исследователей, работающих в областях, принадлежащих к технической медицине и технологии машиностроения при выяснении общности задач при измерении параметров изменяющихся по форме зазоров. В качестве примера разработки такой методики взят разработанный способ измерения механических шаровых опор инплантов (рис. 1), направленных на исследование параметров кольцевых и торцевых зазоров в парах трения механических систем (МС) (рис. 2). При этом устанавливается общность задач по решению аналогичных проблем в тазобедренных и плечевых суставах, имеющих схожие геометрические характеристики их форм. Рассмотрена задача обеспечения смазкой поверхностей их контактов на основе установленной схожести механических шаровых опор (МШП) инплантов (рис. 1) и МС (рис. 2). Представляется, что такой подход позволяет обеспечить более широкое и углубленное представление о современных результатах исследований, получаемых на ос-

нове интерактивных исследований, принадлежащих разным паспортам специальностей и компетенций.

На рис. 1 показаны виды тазобедренного сустава и его инпланта, имеющие форму, аналогичную МШП (рис. 2). Аналогичность технических проблем по определению геометрических параметров и поддержанию зазоров между поверхностями контакта в МШП в суставах и инплантах указывает на возможную общность интересов специалистов, решающих проблемы работоспособности этих поверхностей в медицине и механике.

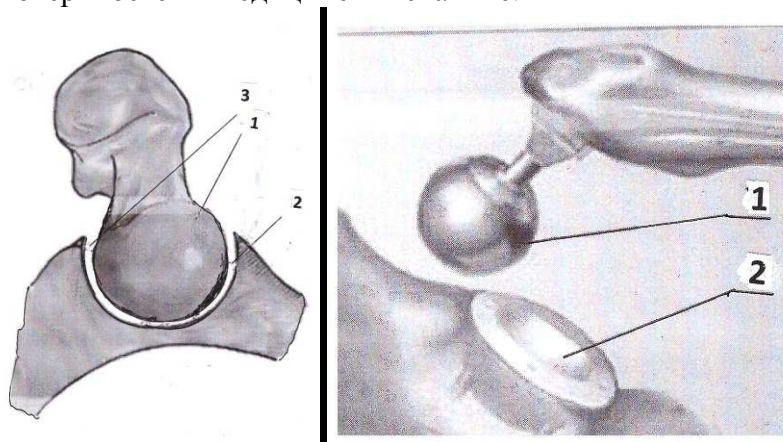


Рис. 1-Вид тазобедренного сустава а - сустав: 1 - охватываемая поверхность; 2 - охватывающая поверхность 3 - зазор; б - инплант: 1 - охватываемая поверхность; 2 - охватывающая поверхность

В работах [1, 2] представлены способы определения функциональных зазоров между поверхностями трения-скольжения МС, аналогичными поверхностям плечевых, тазобедренных суставов, с закрытыми поверхностями трения-скольжения. Рассмотрены опоры с регулярным периодическим профилем (РПП), имеющим формы поверхностей контакта и зазоров между ними аналогичные формам контакта коленных суставов [3].

Разработан способ измерения величин зазоров и его форм, который может быть использован при исследовании цилиндрической опоры типа подшипника скольжения или МШП, содержащей охватываемую деталь (вал) 1, охватывающую деталь 2 (втулку) со сквозными каналами 3 для подачи смазочного материала 4. Между валом 1 и втулкой 2 размещена кольцевая деталь 5 (или сечение МШП, дающее кольцевой зазор), с выполненными в его теле сквозными радиальными отверстиями 6 и пазами 7 на внутренней поверхности сечения детали 5. В пазах 7 установлены датчики 8 для измерения радиоактивности и определения количества радиоактивных изотопов в слое смазочного материала 4, заполняющего зазор между валом 1 и сечением детали 5.

Минимально достаточное количество датчиков 8 для измерения радиоактивности по одной поверхности контакта равно трем, т.к. окружной зазор может быть представлен тремя точками. Увеличение количества датчиков 8 обеспечивает повышение точности формы диаметральных зазоров.

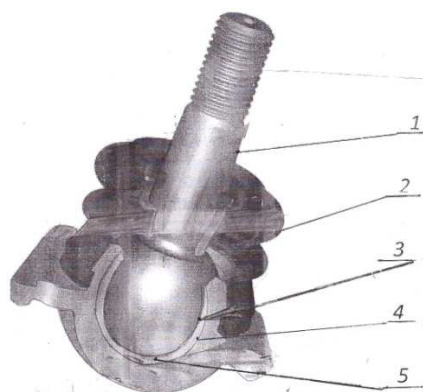


Рис. 2 - Вид шаровой опоры механизма подвески: 1 – стержень; 2 - уплотнительная манжета; 3 – охватываемая шаровая поверхность; 4 - зазор; 5 - охватываемая поверхность

В коленных суставах продольное сечение поверхности имеют кривой, аналогичной синусоиде или другому виду регулярного периодического профиля (РПП) (рис. 3).

Вариант 1. Экспериментальные исследования форм и величин зазоров в парах трения в МС и аналогичных по форме поверхностях контакта суставов (ПКС) показывают, что охватываемая поверхность пары трения может иметь синусоидальную форму в 2-а периода в контакте с шейкой – цилиндром (рис. 4, 5) [3, 5, 6].

Такой вывод, представленный в многочисленных исследованиях механиков, может оказаться полезными медикам, занимающимся исследованиями работоспособности имплантов коленных суставов [3], что указывает на общность интересов исследователей как медиков, так и механиков.

Вариант 2. Поверхность вкладыша - кинематическая, направляющая синусоида (сплайн) 2 периода шейка – конус.

Предложенная компьютерная технологии дала возможность исследовать погрешность таких форм с помощью трехмерного моделирования, когда зазор между поверхностями можно сконструировать в виде оболочки конуса, эллипсоида, гиперboloида вращения (рис. 4, 5). Если нет требований обеспечить уровни А, В и С, то радиальный зазор (или толщину масляного слоя в паре трения) можно принять равным сумме допусков на размер охватываемой T_D и охватываемой поверхности T_d $TS = ((T_D + T_d) / 2)$. Пересечение соединяющей плоскости параллельной оси подшипников позволяет автоматизировать расчеты диаметральных зазоров между поверхностями и соответствующих объемов масла в каждом подшипнике (рис. 4, 5).

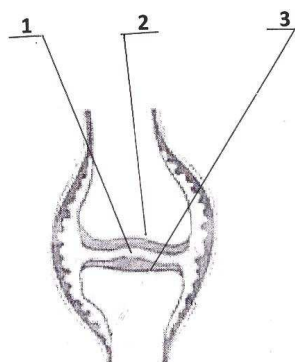


Рис. 3- Форма контакта в коленном суставе: 1 – зазор; 2- охватываемая поверхность; 3- охватываемой поверхности

Проведенные работы по моделированию таких оболочек для сопрягаемого размера $\text{Ø}110\text{H7/h7}$ в системе AutoCAD (рис. 4, 5), по выявлению новых форм контакта пар трения указывают на возможность автоматизированного расчета таких численных характеристик как площадь торцевого радиального зазора и его объем (масляного слоя).

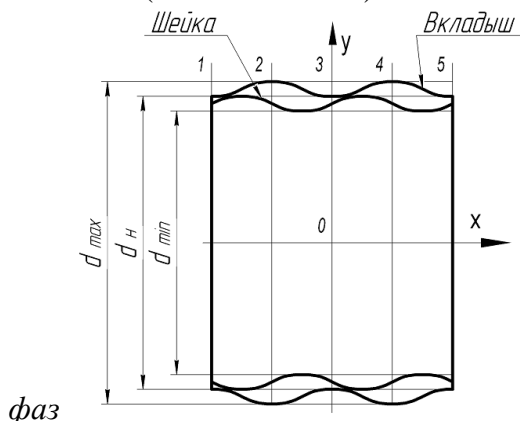


Рис. 4.- Схема сочетания отклонений синусоидальных контактных поверхностей цапфы и подшипника с одинаковыми периодами и сдвигом фаз в $\frac{1}{2}$ периода

Были проведены исследования характера износа поверхности трения в результате эксплуатации подшипников скольжения с помощью программы APM WIN Machine и получены численные значения минимальной толщины пленки, рекомендуемого радиального зазора, максимальной и средней температуры масла, потери на трение, расход масла. Так, в работах [6, 7] (рис. 5, 6) представлен опыт моделирования тела шейки и тела подшипника в системе AutoCAD по 1схеме (рис. 5). Эта схема контакта тел МС может рассматриваться как аналогичная схеме контакта коленных суставов и его часть. Согласно данным: [6] $D_{\max} = 110,022$ (мм); $D_H = 110$ (мм); $D_{\min} = 109,978$ (мм).

Для исследования зазоров в сложнопрофильных парах трения в механизмах предложено устройство (рис. 6), в котором датчики 8 регистрации зазоров соединены с регистрирующими приборами, например, с цифровыми осциллографами 9 и/или ЭВМ 10, для определения численного значения излучения радионуклида путем пересчета величины вырабатываемого ими тока в объем смазочного материала и косвенного определения величины зазора. В качестве радиоактивных изотопов используют изотопы из семейства короткоживущих радионуклидов препаратов самария-153, олова-117m, генераторов рения-188, которые входят в состав смазочного материала.

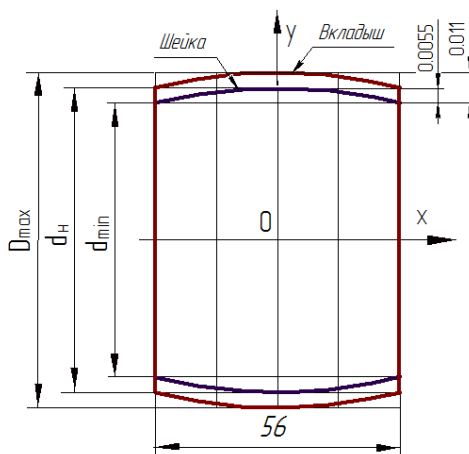


Рис. 5. Схема сочетания отклонения форм контактных поверхностей – эллипсоидной (цапфа) и эллипсоидной (подшипник)

Устройство работает следующим образом. Зазоры S_{max} - S_{min} в опоре заполняются смазочным материалом, попадающим в них через сквозные радиальные отверстия 3 и 6 между валом 1 и опорой 5.

Расположенные в пазах 7 датчики 8 регистрируют количество изотопов в сканируемом слое смазочного материала, передают сигнал на цифровой осциллограф (и/или ЭВМ), где осуществляется полная цифровая обработка исследуемых сигналов.

По полученной информации определяют объемы смазочного материала в зазорах и, соответственно, величины радиальных зазоров, сравнивают с нормированным эталоном экстремальных значений. Для тарировки датчиков для измерения радиоактивности прохождение радиоактивных частиц их располагают рядом с емкостными датчиками (в не менее чем трех участках каждой исследуемой плоскости зазора), показания которых и связывают соответствующей зависимостью с количеством тока I , уже имеющим закономерную связь с количеством прошедших через зазоры радионуклидов.

В книге [5] изложены основные сведения о рентгеновских средствах измерения и, в частности, о миниатюрных сцинтилляционных приемниках излучения, размеры которых составляют $1 \times 0,5 \times 0,5$ мм. Таких малых габаритов достаточно для применения их в регистрирующих устройствах подшипников скольжения [1, 2], т. к. позволяет успешно использовать их в виде линек и матриц рентгенографии и компьютерной томографии.

Анодный ток I фотоэлектронного умножителя сцинтилляционных приемников излучения описывается выражением

$$I = K_c V K P_{\text{э}} / X$$

Где K_c – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции и характеристик сцинтилляционного приемника;

V – объем сцинтиллятора;

K – коэффициент усиления фотоэлектронного умножителя;

$P_{\text{э}}$ – мощность поглощения экспозиционной дозы в единицу времени (рад/сек);

X – средний расход энергии на образование сцинтилляционного фотона.

Такая тарировка также через известную уже закономерность, которая позволяет анодный ток I фотоэлектронного умножителя сцинтилляционных приемников излучения описывать выражением. Представленный вариант расчета анодного тока I позволяет на основе применения метода подобия определять толщину смазочного слоя, при полном заполнении зазора соответствующую величине радиального зазора пары трения.

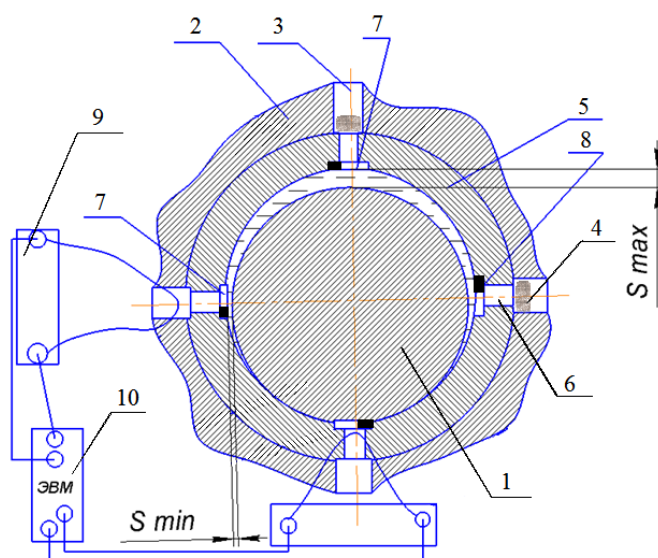


Рис. 6 – Поперечное сечение опоры скольжения подшипникового узла

При обнаружении критических значений осуществляют корректировку величины радиальных зазоров, например, ремонтом или заменой МС или сустава имплантом.

Заключение. Представленный метод обеспечения исследований величин зазоров, направленный на расширение возможностей диагностики путем разработки дополнительного универсального для различных областей техники метода с применением радиоизотопов в разных областях науки и техники может быть распространен, полезен там, где отсутствуют традиционные методы определения УЗИ и необходим иной способ прогнозирования зазоров.

Библиографические ссылки:

1. Санинский В. А. Кононович М. А. заявка на пат. РФ № 2018131653 от 03.09.18 Способ определения функционального зазора между поверхностями трения-скольжения
2. Санинский В. А. Кононович М. А. заявка на пат. РФ № 2018131750 от 03.09.18 Подшипниковый узел скольжения.
3. Санинский, В. А. Геометрические характеристики радиально-упорных подшипников скольжения с эквидистантными поверхностями трения и регулярным периодическим профилем / В.А. Санинский, Ю.Н. Платонова // Вестник машиностроения. - 2012. - № 11. - 34-38.
4. Методы проектирования: аналогии, неология... lektsia.com/4x5c9a.html.
5. Ильясов Л. В. Биомедицинская измерительная техника: Учеб. Пособие для вузов/Л. В. Ильясов.- М.: Высш. шк., 2007.- 342 с.; ил.
6. Systematization of the Contact-Surface Combinations in Frictional Pairs / В.А. Санинский, Н.А. Сторчак, А.В. Синьков, Ю.Н. Платонова // Russian Engineering Research. - 2011. - Vol. 31, No. 10. - 968-971. - Англ.
7. Сторчак, Н.А. Выбор оптимального сочетания поверхностей контакта в соосных парах трения и взаимосвязь с параметрами образованного зазора / Н.А. Сторчак, В.А. Санинский, Ю.Н. Платонова // Вестник машиностроения. - 2011. - № 5. - 40-42.

УДК 621.914.5

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ВИХРЕФРЕЗЕРОВАНИИ

Санинский В.А., Смирнова Е.Н., Афанасьев М.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

E-mail: saninv@rambler.ru

В настоящее время технология механической обработки глубоких отверстий (ГО) в трубах и глубоких прерывистых отверстий (ГПО) коренных опор в картерах ДВС предусматривает применение расточных фрезерно-расточных станков, снабженных однорезцовой или многорезцовой борштангами и предусматривающих достижение размеров обработанного отверстия по 6-му качеству точности и, соответственно, параметрами шероховатости Ra2,5.....1,25 с механизмом планетарного движения режущего инструмента [1- 5].

Наиболее сложным является процесс деления и отвод стружки при механической обработке ГО длинномерных горячекатаных труб, например, особовысокой точности по ТУ 14-3-1941-94.

Одним из таких способов обеспечения гарантированного деления сливной стружки ГО является вихрефрезерование по методу винтовой интерполяции с применением фрезерно-расточных станков с механизмом планетарного движения режущего инструмента [1-5].

Для решения проблемы назначения и расчета режимов резания при обработке длинномерных трубных заготовок [8] фирмой Сандвик Коромант предложены методика и соответствующие рекомендации для различных видов фрезерно-расточных головок [4], в том числе, с направляющими элементами в виде дорнующих многозубых направляющих элементов в виде колец.

Такие дорнующие кольца помещают на наружной поверхности головок для обеспечения безззорного их базирования по обработанной поверхности глубокого отверстия систематизации геометрических параметров фрез по следующим геометрическим элементам. Для осуществления процесса резания с применением станков [1, 6, 7] предложена методика определения режимов резания при вихрефрезеровании методом винтовой интерполяции с врезанием в отверстие трубной заготовки по трем координатам (рис. 1) [1].

Известны результаты исследования влияния на режимы резания процесса планетарного вихрефрезерования резьб гребенчатыми фрезами [7].

В данной статье рассматривается способ назначения режимов резания для процесса планетарного вихрефрезерования, аналогичного фрезерованию трапецидальной резьбы в отверстии [2], что позволяет учесть некоторые рекомендации по расчету стружкообразования (рис. 1).

На рис. 1 изображена кинематическая схема радиального врезания с подачей в направлении нормальном к оси отверстия детали положенная в основу метода величин срезаемого слоя с учетом профиля зуба. В качестве траектории рабочего цикла принята архимедова спираль, которую можно рассматривать с некоторым приближением как часть окружности. Отсчет угла контакта ведется от точки 3, где угол $\psi_{в}$ определяет зону обработки при встречном фрезеровании и $\psi_{п}$ – при попутном. Максимальная толщина срезаемого слоя численно равна значению подачи на зуб [6]:

$$a_{вmax} = S_z \quad (1)$$

$$a_{вi} = a_{вmax} \cos \psi_n \quad (2)$$

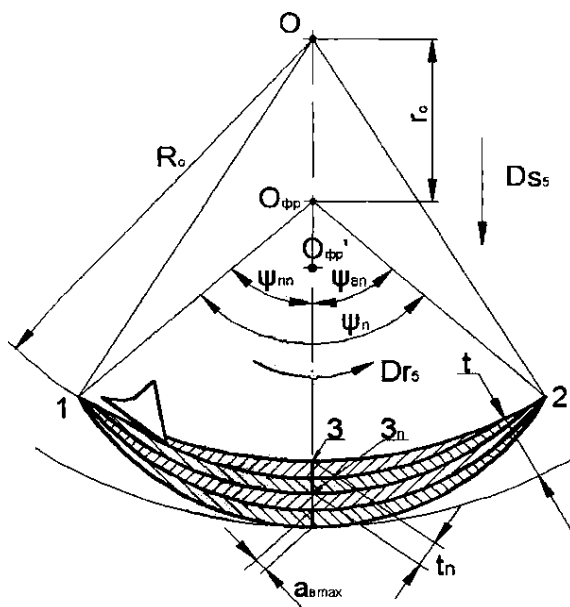


Рис. 1- Кинематическая схема для расчета толщины срезаемого слоя зубом фрезы при врезании с радиальной подачей [6]

За каждый n-й проход зуб фрезы срезает максимальную толщину срезаемого слоя в точке 3_n , равную $a_{вmaxn} = a_{вmax}$. За n оборотов фрезы вершина зуба касается впадины резьбы. Величина врезания на оборот фрезы будет равна:

$$t_n = n a_{вmax} = n S_z \quad (3)$$

Из выражения (2) можно определить значение угла $\psi_{вп}$ и $\psi_{пп}$ для n-го оборота при

радиальной подаче резьбовой фрезы $\backslash/\pi = \backslash/вп + \backslash/Пп$ где:

$$\psi_{вн} = \psi_{пн} = \arccos \left[\frac{(R_D^2 - (r_o + t_n)^2) - R_{ФФ}^2}{2R_{ФФ}(r_o + t_n)} \right] \quad (4)$$

В работе [6] разработан алгоритм расчета параметров срезаемого слоя и другие параметры резания при планетарном резьбофрезеровании внутренней резьбы резьбовыми фрезами с СТП как при встречном и попутном резьбофрезеровании, так и при врезании с радиальной подачей, который можно использовать при дальнейших исследованиях.

Для расчета величин срезаемого слоя при резьбофрезеровании внутренних резьб резьбовыми фрезами с СТП с планетарным движением инструмента необходимо знать заданные режимы резания, которые определяются сочетанием рабочей скорости резания $V_{окр5}$ подачей на один зуб фрезы S_z при планетарном вращении и осевой подачей S_{OJ} , соответствующей шагу резьбы. Определению оптимальных режимов резания червячными фрезами скоростного резьбофрезерования посвящены статья [3], справочник [7] и др., в которых даны рекомендации по их назначению. Фирмами изготовителями аналогичного типа инструмента выпущены каталоги, которые ориентируют производителя по режимам резания при их эксплуатации [3]. Тем не менее, отмечается, что эти данные являются ориентировочными, так как на процесс резьбофрезерования с планетарным движением фрезы с трапецеидальной формой зуба (модуль $m=3$ мм, угол профиля 20 градусов) влияет ряд факторов, воздействие которых на процесс резания изучено недостаточно.

Предлагается расчет режимов резания производить для червячных фрез с трапецеидальным профилем зубьев. Такая фреза представляет собой набор отдельных дисковых модульных фрез, посаженных на одну оправку и разделенных дистанционной втулкой длиной, кратной шагу условной резьбы, нарезаемой такой сборной фрезой, которой нарезаются впадины трапецеидального профиля и одновременно срезается нитка витка так, что при снятии всего припуска срезают и весь припуск на обработку отверстия, и образуется цилиндрическая поверхность отверстия, оставленная следами наружной поверхности витков фрезы.

Ось такой фрезы расположена параллельно оси вращения обрабатываемого. Нарезание одной нитки резьбы и срезание ее витка происходит за 1 оборот шпинделя пиноли, в результате образуется цилиндрический профиль отверстия по всей его окружности детали. Для перекрытия участка впадины участком срезанного витка на каждой нитке резьбы длина режущей кромки передней модульной дисковой фрезы (переднего зуба червячной фрезы) должен перекрываться длиной режущей кромки следующей за передней дисковой фрезы (последующего зуба червячной фрезы). Для этого между ними устанавливают дистанционную втулку, длиной кратную шагу витков нарезаемой условной резьбы. Такая втулка координирует модульные фрезы вдоль оси оправки так, чтобы нарезание впадин и срезание витка фрезой происходили одновременно.

Согласно рекомендаций [2, 3] выбирается диаметр фрезы, скорость резания, подача на зуб фрезы по значению силы резания для червячной фрезы $P_{тmax} = f(m)$ при обработке стали 40Х при скорости резания $V_f = 130$ м/мин [7]. Существует необходимость оптимизировать геометрические элементы фрез и заготовок, исходя из того, что при максимальном допустимом диаметре фрезы $D_f = 2/3 D_3$, где D_3 - диаметр обрабатываемого отверстия заготовки, длина стружки максимальна, что создает трудности с ее отводом (рис. 3.34).

При минимально допустимом по прочности диаметре фрезы d_f стружки будет минимальна, но при этом нагрузка и на каждый зуб фрезы, и на износ зубьев будут максимальны, т. к. в этом случае нагрузка и длины пути резания распределяются между меньшим числом зубьев фрезы по сравнению с фрезой максимально допустимого диаметра.

Существует связь между диаметром фрезы, числом ее зубьев, припуском и диаметром обрабатываемого отверстия.

На рис. 3.34 показана геометрическая модель взаимосвязи между геометрическими параметрами трубной заготовки (диаметрами заготовки D_3 с припуском Z , обрабатываемой до

окончательного чертежного диаметра отверстия D_0 с образованием длины стружки l_{\max} при обработке фрезой с максимальным диаметром d_{\max} или диаметром минимальным d_{\min} и минимально допустимой прочности (минимально допустимой нагрузкой), когда образуется при том же припуске Z минимальная длина стружки l_{\min} .

Существует необходимость оптимизировать геометрические элементы фрез и заготовок, исходя из того, что допустим максимально допустимый диаметр фрезы $d_{\text{фрезы max}} = 2/3 D_3$ рис. 3, где D_3 - диаметр обрабатываемого отверстия заготовки. При этом длина l стружки l_{\max} - максимальна, что создает трудности с ее отводом. При минимально допустимом по прочности диаметре фрезы $d_{\text{ф}}$ длина l_{\min} стружки будет минимальна, но при этом нагрузка и на каждый зуб фрезы, и на износ зубьев будут максимальны, т. к. в этом случае нагрузка и длины пути резания распределяются между меньшим числом зубьев фрезы по сравнению с фрезой максимально допустимого диаметра.

Существует связь между диаметром фрезы, ее числом зубьев, припуском и диаметром обрабатываемого отверстия.

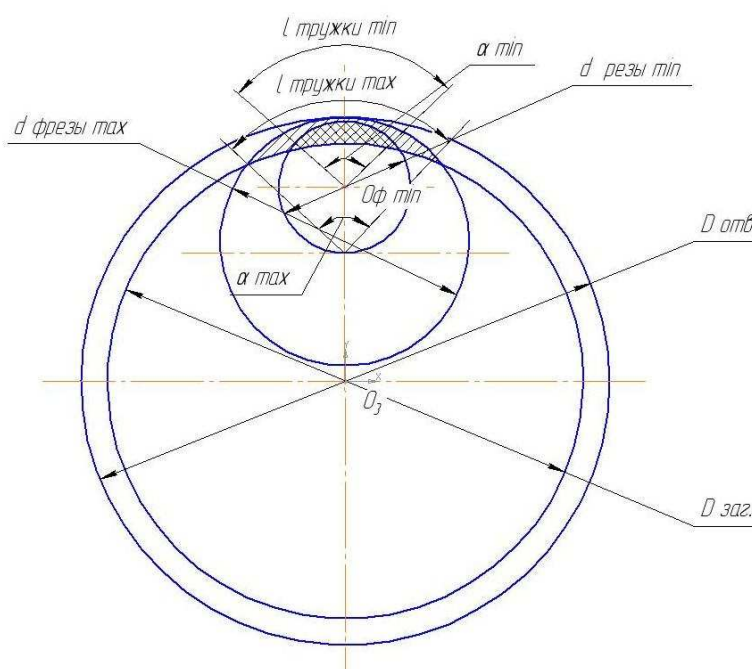


Рис. 2 – Схема определения максимальной и минимальной длины стружки при назначении максимально и минимально допустимых диаметров фрез

На рис. 1 показана геометрическая модель взаимосвязи между геометрическими параметрами трубной заготовки (диаметрами заготовки D_3 с припуском $2Z = D_3 - D_0$, обрабатываемой до окончательного чертежного диаметра D_0 отверстия с образованием длины стружки l_{\max} при обработке фрезой с максимальным диаметром d_{\max} или диаметром минимальным d_{\min} и минимально допустимой прочности и минимально допустимой нагрузкой, когда образуется при том же припуске на сторону Z минимальная длина стружки l_{\min} .

Т. е. при выборе диаметра фрезы нужно учитывать, прежде всего, ограничение их размеров в зависимости от диаметра отверстия. По каталогам фирм «Kennametal», «Vardex», «Korloy» этот диапазон находится в пределах 0.5-0.9 D_0 . Для обработки диаметра $D_0 = 110 \dots 130$ мм в отлитом отверстии, имеющем припуск $t = 5$ мм, примем диаметр фрезы $D_{\text{ф}} = 40$ мм, длина $L = 50$ мм, направление витков правое, шаг по нормали $P_{\text{но}} = 8,95$ шаг по оси $P_{\text{xz}} = 16,823$ мм, расчетный диаметр $d_{\text{р}} = 31,5$ мм, число зубьев $Z = 12$ и равное числу стружечных канавок $Z_{\text{с.к.}}$ режущие пластины СТП (табл. 1) [7]. Твердосплавные пластины с покрытиями могут превышать скорость резания на 30-50%. При постоянных значениях круговой подачи и отношения диаметра обрабатываемого отверстия к диаметру резбовой фрезы $D_0/D_{\text{фр}}$ скорость резания не влияет на параметр среза и на составляющие силы резания. Для определения круговой и осевой пода-

чи инструмента при планетарной обработке внутренней резьбы исходной является величина круговой подачи на зуб S_z [6]. Минутная подача фрезы при врезании в радиальном направлении рассчитывается по формуле:

$$S = n \cdot z \cdot S_z, \quad (5)$$

где z - число зубьев инструмента, n - частота вращения резбовой фрезы. Эта подача является исходной при расчете круговой подачи в процессе резбифрезерования.

При осуществлении процесса методом винтовой интерполяции процесс резания сопровождается непрерывной осевой передвижкой фрезы вдоль оси обрабатываемого отверстия, снимется за один рабочий ход и распределяется между зубьями гребенчатой фрезы как при нарезании резьбы.

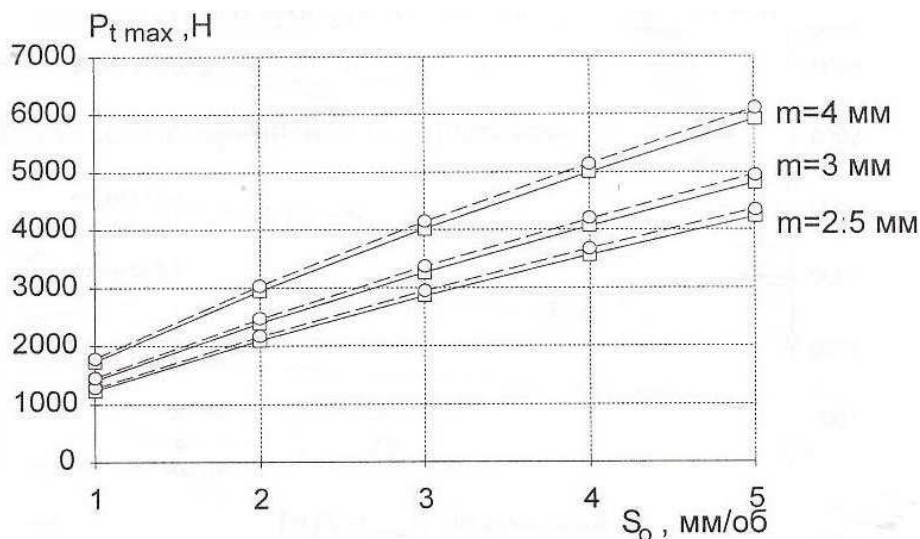


Рис. 2-Зависимость силы P_{tmax} от модуля m и подачи S_o мм/об фрезы [7]

Распределение общего припуска Z вдоль оси обрабатываемого отверстия имеет следующую особенность. При заданном шаге витков фрезы P_{xz} назначается осевая подача S ос, кратная ему. Например, при шаге витков фрезы $P_{xz}=16,823$ мм S ос = $P_{xz} / 3$, т. е. кратна 3. Таким образом, срезаются витки трапецеидальной резьбы и весь припуск, а несрезанные главной режущей кромкой фрезы шероховатости, возникающие от перекоса ее относительно направляющих станка, удаляются следующей за фрезой режуще-деформирующей прошивкой пиноли станка[5]. Такой прием осуществляется обеспечением параметров точности 7-го качества и шероховатости $Ra = 1, 25 \dots 2, 5$. При обработке нержавеющей стали выполним расчет режимов резания для черновой обработки: из справочника НВ 220; $S_z = 0,1$ мм/об; $t_1 = t_2 = (t_3)/2$ мм, где $t_3 = 0,05-0,1$ мм, число зубьев фрезы $Z=12$ (табл. 1).

В соответствии с рекомендациями [6] определим частоту вращения фрезы n мин⁻¹.

Таблица 1. Режимы резания при обработке внутренних резьб при планетарном движении фрез с СТП [6]

| Обрабатываемый материал | Твердость НВ | V в/мин, Пластика ST30A (T5K10, ISO – P30) | | Подача на зуб S_z , мм/зуб |
|-------------------------|--------------|--|--------------|------------------------------|
| | | С покрытием | Без покрытия | |
| Легированные стали | 270 | 80-166 | 50-120 | 0,05-0,3 |
| | 200 | 60-130 | 50-115 | 0,05-0,25 |

| | | | | |
|----------------------|------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Нержавеющие стали | 200 330 | 120-180 100-140 | 100-120 70-100 | 0,05- 0,15 0,05 -0,1 |
|----------------------|------------|--------------------|-------------------|-------------------------|

Подача на зуб S_z , мм/зуб соответствует табл. 1, где D_o – диаметр отверстия при расфрезеровывании, n - число оборотов фрезы, совершаемое ею при полном обороте планетарного движения.

Для подтверждения правильности выбора режимов резания по принципу аналогии они могут быть выполнены аналитическим расчетом.

Определим минутную подачу в осевом направлении S_{zo} по формуле (2.5), где ΔS - перемещение инструмента в осевом направлении приходящийся на 1 оборот планетарного движения.

$$S_{zo} = \frac{S_o}{nz} = \frac{S_z \cdot \Delta S}{n \cdot D_o} \quad (6)$$

$$S_{zo} = \frac{S_z \cdot z}{D_o} = \frac{0,1 \cdot 12}{80} = 0,015 \quad (7)$$

Сила резания (H)

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (8)$$

где t -глубина фрезерования, S_z^y - подача на зуб, z -число зубьев фрезы, одновременно выполняющие рабочий цикл, B -ширина фрезерования, D - диаметр фрезы, $x=0.88$; $y=0.75$; $q=0.87$

Список литературы

1. Санинский, В. А. Разработка и применение фрезерно-расточных станков с механизмом планетарного движения режущего инструмента: монография / В.А. Санинский; ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2016. – 111 с.
2. Каталог фирмы Sandvik Coromant, 2010, ([http:// www.coromant.sandvik.com](http://www.coromant.sandvik.com)).
3. Санинский В. А. Метод высокопроизводительного вихрефрезерования глубоких отверстий зуборезными фрезами модифицированного профиля. СТИН. 2016.-№7. С.
4. www.sandvik.coromant.com/ru/knowledge/milling/application_overview/holes_and_cavities/widening_a_hole/.
5. П. м. 143938 РФ, МПК В23В41/02. Устройство для механической обработки глубоких отверстий / В.А. Санинский, В.В., Ананян, Е.Н. Осадченко, А.В. Санинский; ВолГТУ. - 2014
6. Косарев Д. В. Повышение точности формообразования внутренних резьб фрезами с твердосплавными пластинами при планетарном движении инструмента: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д.В. Косарев СамГТУ; Станкин. – Москва, 2010. – 232 с.
7. Смольников Н. Я., Кудряшов Е. А. Высокопроизводительное фрезерование фасонными и зуборезными фрезами модифицированного профиля. – М.: Машиностроение, 2009.- Т.2. – 213 с., ил.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛИНЕЙНЫХ ПОДШИПНИКОВ МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ

В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолГТУ, г. Волжский

При шлифовании заготовок малой жёсткости упругие деформации заготовок в направлении перпендикулярном поверхности стола станка усложняют обеспечение требуемого качества, в

частности, заданного допуска плоскостности обработанной поверхности. Под нагрузкой при шлифовании заготовка деформируется в направлении перпендикулярном поверхности стола станка. Основная часть упругой деформации заготовки определяется прогибами при изгибе заготовки под нагрузкой, которые, в свою очередь, обусловлены начальной неплоскостностью поверхности заготовки соприкасающейся с поверхностью стола (рис. 1). После шлифования и снятия магнитного поля при исчезновении упругих деформаций определенные отклонения от плоскостности возвращаются. Технологические способы их устранения значительно увеличивают время обработки и стоимость операции. Существенно сократить время шлифования возможно управлением величиной упругих деформаций [1-3].

Цель исследований: разработка алгоритма и методики оптимизации режимов плоского шлифования боковых граней призматических заготовок малой жёсткости путём управления их упругим деформированием при закреплении и обработке с обеспечением заданных требований к качеству обработанной поверхности при максимальной производительности процесса.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: исследована неплоскостность поверхностей заготовок направляющих линейных подшипников перед операцией шлифования [4]; разработаны математические модели упругих деформаций заготовки под действием усилий притяжения магнитного поля стола станка и радиальной составляющей силы резания; определены условия обеспечения заданного допуска плоскостности поверхности направляющей.



Рисунок 1 - Направляющая роликово-однорядного подшипника ЛРХ 6/350

Предлагаемый авторами алгоритм [1-3] предполагает выделение двух этапов оптимизации процесса. На первом этапе (рис. 2), при выборе оптимальных режимов шлифования, заготовка принимается абсолютно жесткой, и оптимизация режимов осуществляется из условия выполнения требований к таким параметрам, как шероховатость, волнистость, отсутствие шлифовочных прижогов, трещин и др. С использованием математических моделей радиальной и касательной составляющих силы резания, параметра шероховатости и т. д. определяются области допустимых значений параметров характеристики абразивного инструмента и режимов, обеспечивающих выполнение требований к качеству обработанной поверхности. Дальнейшая оптимизация параметров в

области допустимых значений производится по критерию максимальной производительности процесса. Эти оптимальные параметры определяют первый режим шлифования (режим 1) [1-3]. В конкретных примерах реализации первого этапа [1, 2] входными параметрами моделей являются данные характеристики абразивного инструмента (зернистость шлифовального порошка и твердость круга), режимные факторы (скорость подачи стола, глубина шлифования) и наработка (объем удаляемого металла). Из показателей качества выбраны шероховатость обработанной поверхности (параметр Ra) и отсутствие шлифовочных прижогов. Математические модели приведённых к ширине образца составляющих силы резания (p_y , p_z), коэффициента шлифования ($K_{ш}$) и шероховатости обработанной поверхности (параметр Ra) получены методом полного факторного эксперимента типа 2^4 , где 4 – число факторов [1-2].

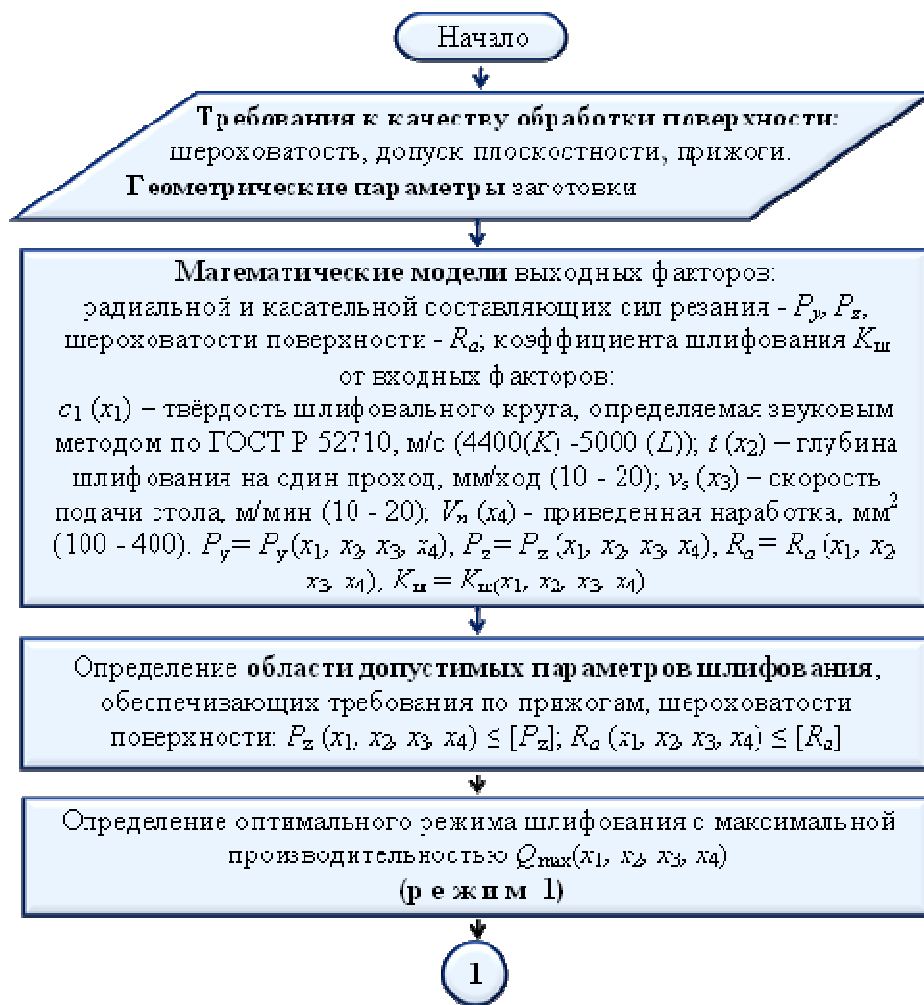


Рисунок 2 – Первый этап оптимизации режимов шлифования поверхности заготовок малой жёсткости

Требуемый допуск плоскостности обеспечивается на втором этапе оптимизации управлением величиной упругой деформации. Варьируемыми параметрами при управлении величиной максимальной упругой деформации являются силы резания и притяжения магнитного поля стола станка.

Допускаемая максимальная упругая деформация заготовки $[\Delta]$, принимается равной:

$$[\Delta] = \lambda \Delta - \Delta_T, \quad (1)$$

где λ - коэффициент точности при проектировании; Δ - допуск плоскостности поверхности на операции шлифования; Δ_T – достижимое отклонение от плоскостности поверхности при шлифовании жёсткой заготовки.

Применимость магнитного поля стола для закрепления заготовки определяется условием:

$$w_{q\max} \leq [\Delta], \quad (2)$$

где максимальный прогиб $w_{q\max}$ определяется по алгоритму рисунков 3, 4 при действии только усилия притяжения магнитного поля стола и собственного веса заготовки с ограничением числа пар компенсаторов пятью из соображений сокращения вспомогательного времени на операции шлифования и ограничения площади экранирования магнитного поля стола станка немагнитным материалом компенсаторов [3, 4].

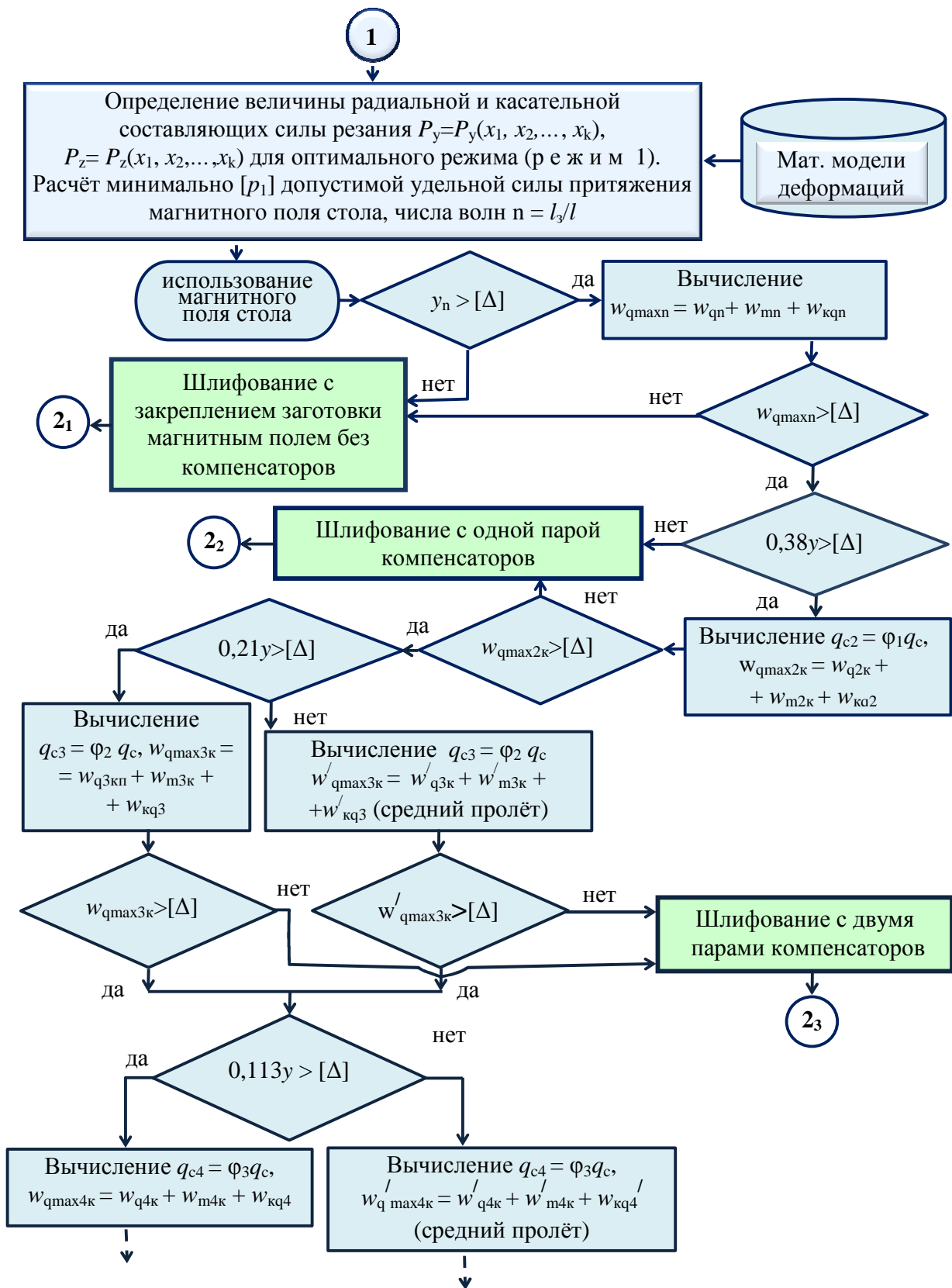
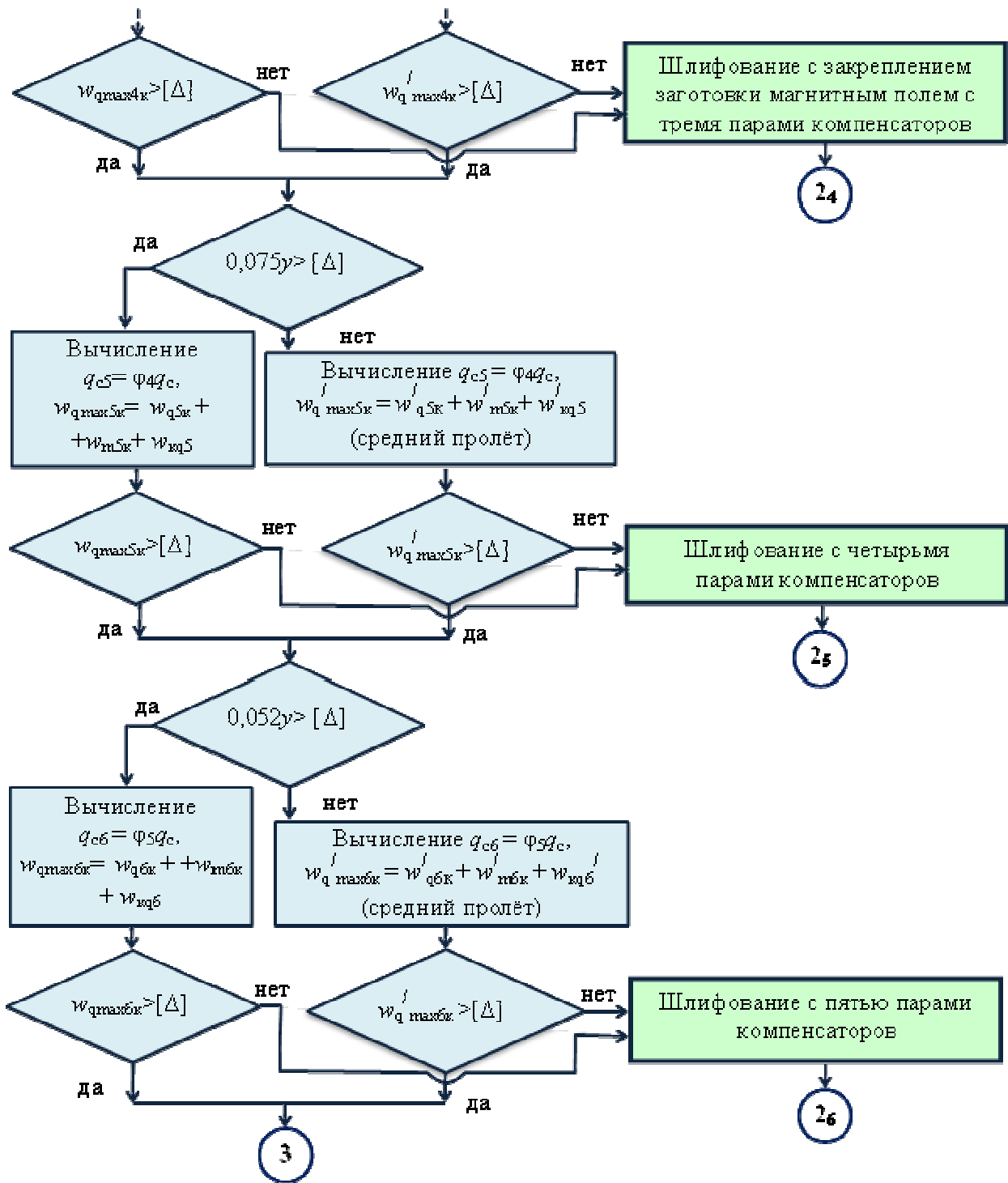


Рисунок 3 – Алгоритм проверки применимости магнитного поля стола станка для закрепления заготовки (начало)



2 - Проверка возможности шлифования с закреплением заготовки магнитным полем стола станка без выхаживания с компенсаторами (режим 1)

3 - Проверка возможности шлифования с закреплением заготовки упорами без выхаживания с компенсаторами (режим 1)

Рисунок 4 – Алгоритм проверки применимости магнитного поля стола станка для закрепления заготовки (завершение)

При $w_{qmax6} > [\Delta]$ заготовка на столе станка закрепляется с помощью упоров.

Условие (2) дополняется равенством: $p = [p_1]$, (3)

где p - удельная сила притяжения магнитного поля стола станка; $[p_1]$ - минимально допустимая удельная сила притяжения из условий отсутствия сдвига, проворота, опрокидывания заготовки.

При выполнении условия (2) при каждом числе пар компенсаторов $i = 0 \dots 5$ проверяется, условие обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности без выхаживания при закреплении заготовки магнитным полем стола:

$$w_{\max i} \leq [\Delta], \quad (4)$$

где $w_{\max i}$ определяется по алгоритму рисунков 5, 6 [3, 4].

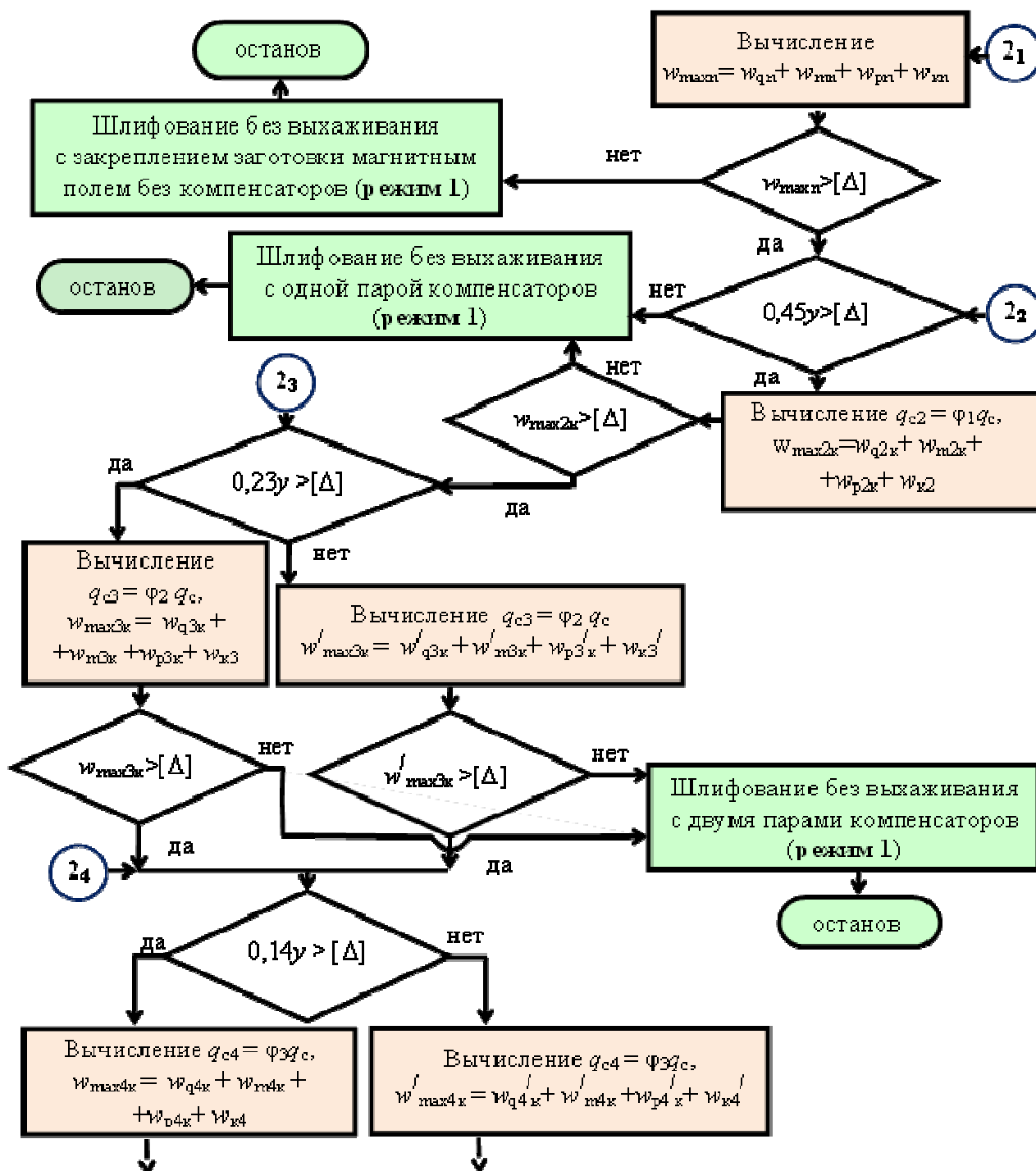
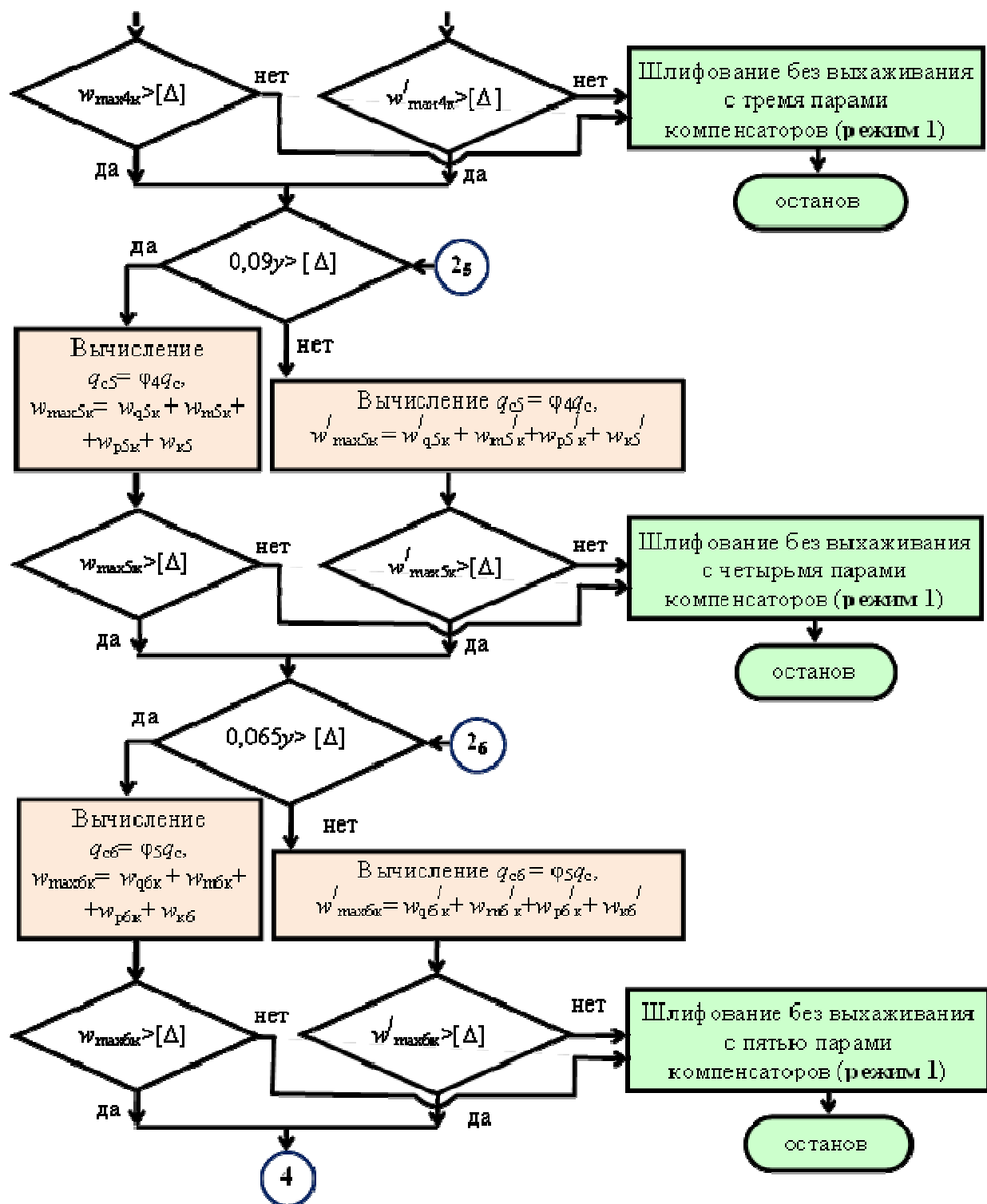


Рисунок 5 – Алгоритм проверки условия обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности боковой грани без выхаживания при закреплении заготовки магнитным полем стола (режим 1) (начало)

Условие (4) проверяется для числа пролётов i от 1 до 6, что соответствует шлифованию без компенсаторов и шлифованию с пятью парами компенсаторов [3, 4].



4 - Проверка возможности шлифования с закреплением магнитным полем без выхаживания с компенсаторами со сниженными нагрузками P_y (режим 2) и с выхаживанием (режим 3)

Рисунок 6– Алгоритм проверки условия обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности боковой грани без выхаживания при закреплении заготовки магнитным полем стола (режим 1) (завершение)

Шлифование без выхаживания с закреплением заготовки магнитным полем стола при $p = [p_1]$ возможно в результате снижения величины P_y за счет соответствующего снижения режимных

факторов в ранее определенной области и поиском в этой же области допустимых значений параметров процесса, при которых возможно выполнение следующих условий:

$$w_{\max 6k} \leq [\Delta]; w'_{\max 6k} \leq [\Delta]; T_0 < 1,4T_{\min}. \quad (5)$$

где T_0 - основное время шлифования, T_{\min} - основное время шлифования без выхаживания при максимальной производительности обработки, параметры реализации которой определяются ранее (режим 1).

При существовании в области допустимых значений параметров процесса, удовлетворяющих условиям (5), дальнейшая оптимизация осуществляется по критерию максимальной производительности (режим 2).

При невыполнении условий (5) реализуется режим 3 – шлифование с выхаживанием. Параметры процесса шлифования соответствуют режиму 1, но основное время шлифования возрастает в среднем на 40 % (рисунок 7).

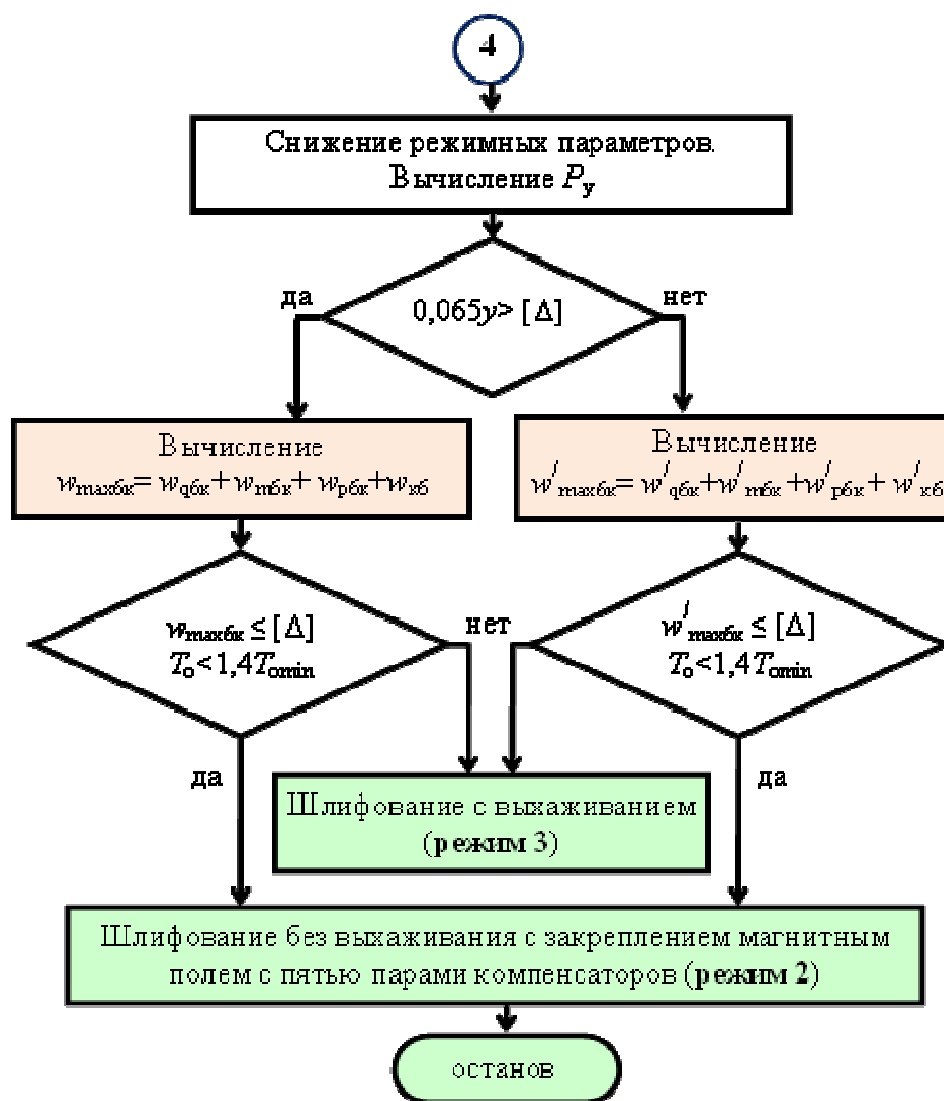


Рисунок 7– Алгоритм проверки условия обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности боковой грани без выхаживания при закреплении заготовки магнитным полем стола и сниженных режимных параметрах (режим 2)

При невыполнении условия (3) при $w_{q\max 6k} > [\Delta]$ шлифование первой боковой поверхности заготовки производится без закрепления магнитным полем стола, заготовку закрепляют с помощью упоров. Условие обеспечения заданного допуска плоскостности поверхности заготовки без выхаживания и без закрепления заготовки магнитным полем стола, определяется неравенством:

$$w_{\text{pmax}} \leq [\Delta], \quad (6)$$

по алгоритму рисунков 8, 9.

При выполнении условия (7) шлифование первой боковой поверхности производится с параметрами режима 1.

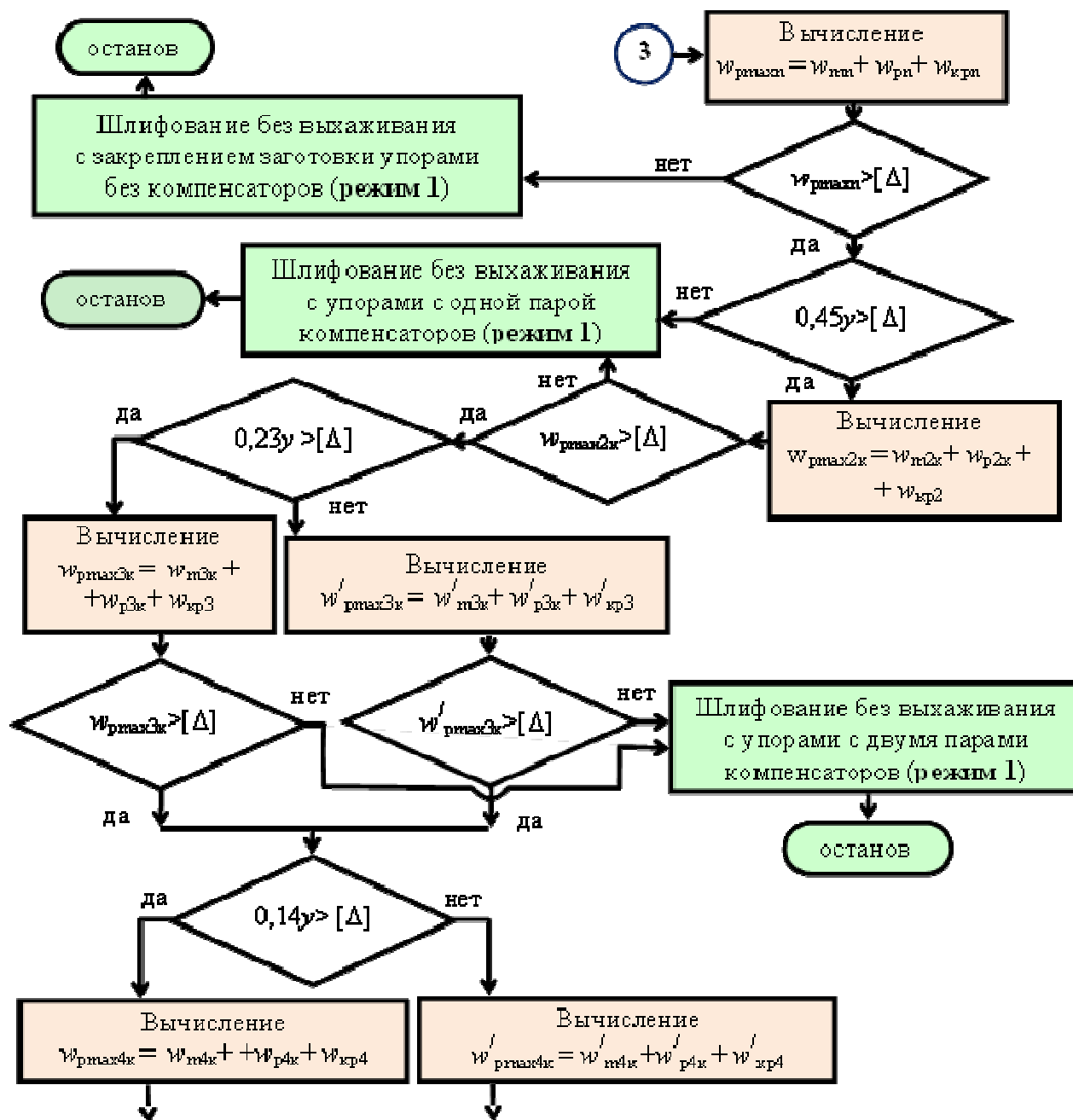
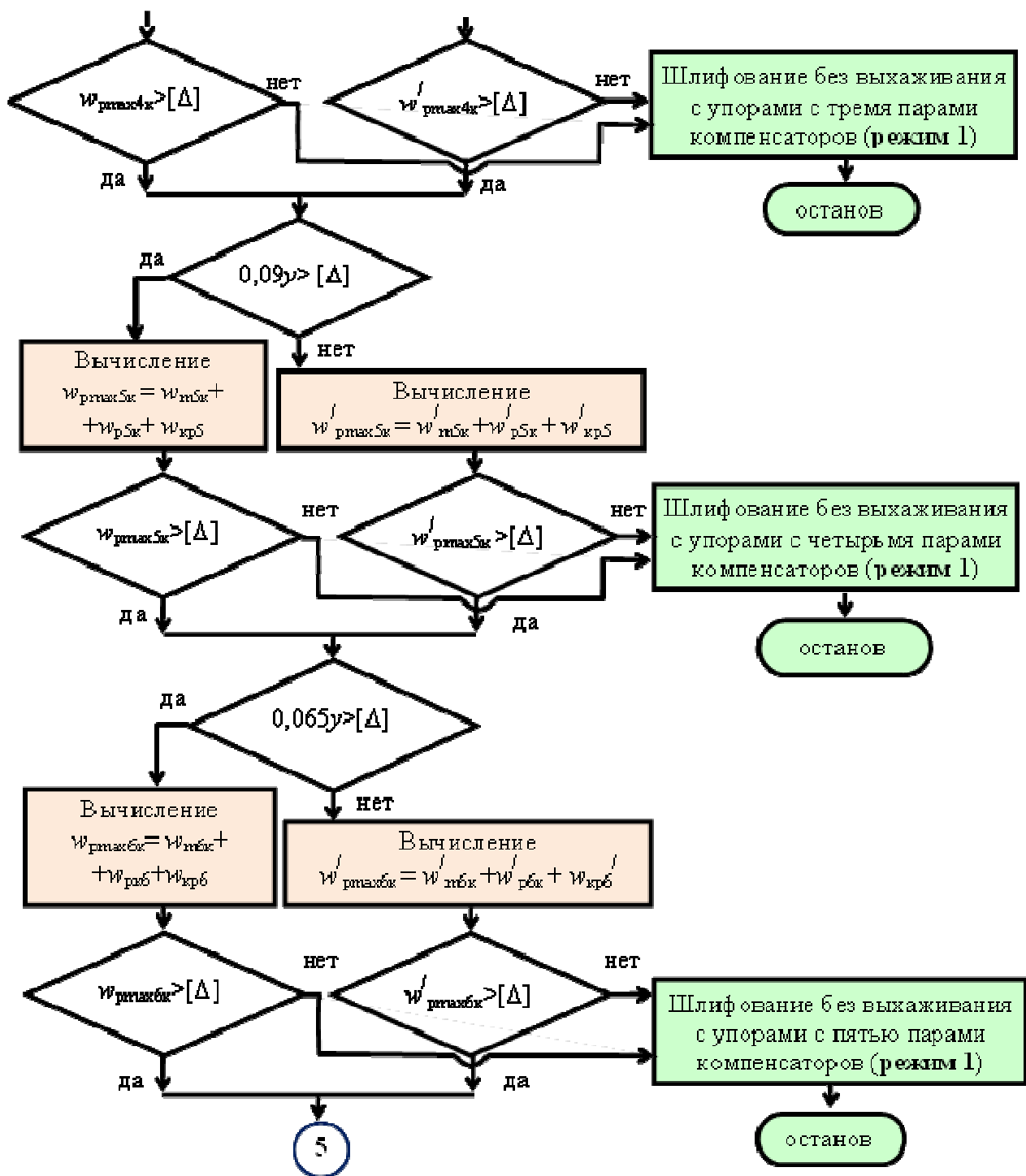


Рисунок 8– Алгоритм проверки условия обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности боковой грани без выхаживания при закреплении заготовки упорами (режим 1) (начало)

Реализация режима 2 без закрепления магнитным полем стола возможна при выполнении условий:

$$w_{\text{pmax6k}} \leq [\Delta]; w'_{\text{pmax6k}} \leq [\Delta]; T_o < 1,4T_{\text{omin}}. \quad (7)$$

Если условия (7) не выполняются, шлифование первой боковой поверхности заготовки производится с выхаживанием (режим 3) (рисунок 10).



5 - Проверка возможности шлифования с закреплением заготовки упорами без выхаживания с компенсаторами со сниженными нагрузками P_u (режим 2) и с выхаживанием (режим 3)

Рисунок 9– Алгоритм проверки условия обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности боковой грани без выхаживания при закреплении заготовки упорами (режим 1) (завершение)

Для исследуемой направляющей (см. рис. 1) использованы математические модели, полученные при шлифовании подшипниковой стали марки 20X. Входными параметрами моделей являются данные характеристики абразивного инструмента (зернистость шлифовального порошка из электрокорунда белого и твердость круга на керамической связке 6-й структуры), режимные

факторы (скорость подачи стола, глубина шлифования) и наработка (объем удаляемого металла).

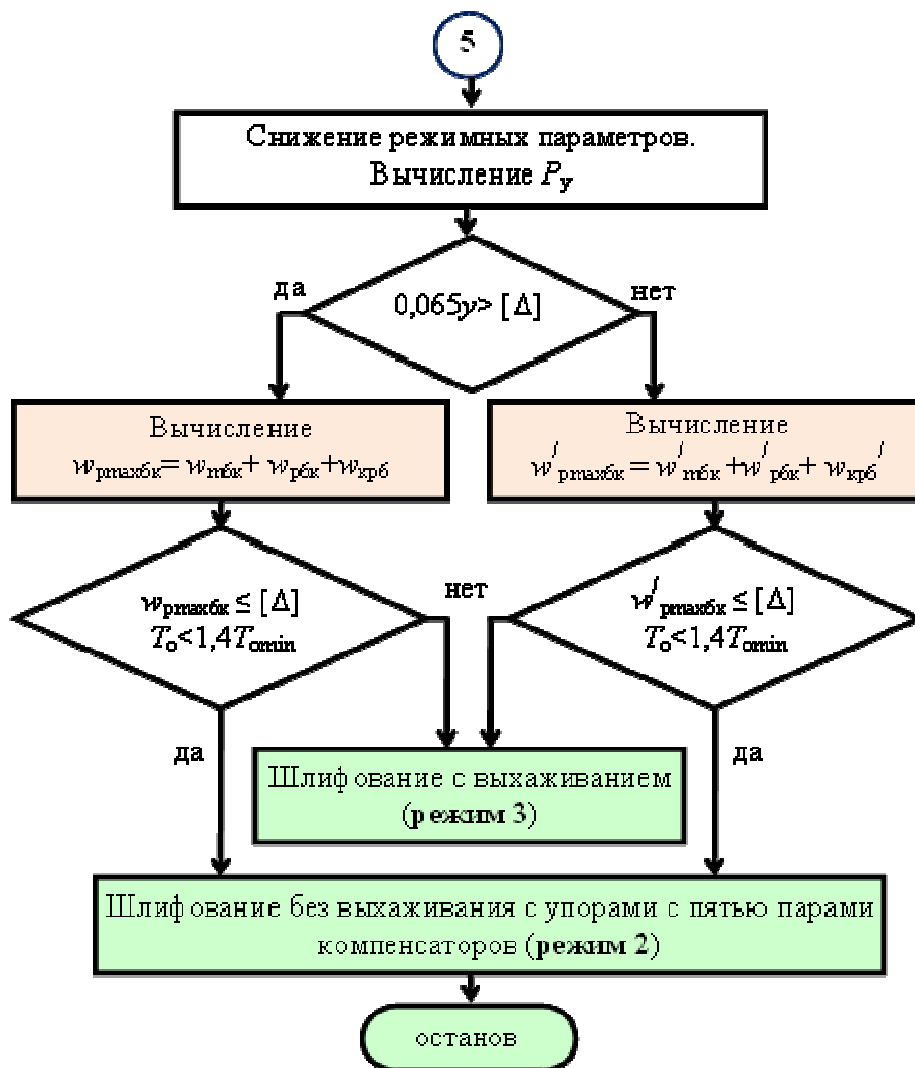


Рисунок 10 – Алгоритм проверки условия обеспечения требуемого допуска плоскостности поверхности боковой грани без выхаживания при закреплении заготовки упорами и сниженных режимных параметрах (режим 2)

Математические модели приведённых к ширине образца составляющих силы резания p_y и p_z , коэффициента шлифования $K_{ш}$ и параметра шероховатости обработанной поверхности Ra получены методом полного факторного эксперимента типа 2^4 , где 4 - число факторов.

С учётом производственного опыта были выбраны следующие диапазоны варьирования входных факторов: $c_1(x_1)$ - твёрдость шлифовального круга, определяемая звуковым методом по приведённой скорости распространения акустических волн, м/с (ГОСТ Р 52710-2007) - от 4500 м/с (K) до 4900 м/с (L); $t(x_2)$ - глубина шлифования, мм/ход - от 0,01 до 0,02 мм/ход; $v_s(x_3)$ - скорость подачи стола, м/мин - от 10 до 20 м/мин; наработка, приведённая к ширине обрабатываемой поверхности - $V(x_4)$, мм² с интервалом варьирования от 100 до 400 мм² [3]. Параметры x_1, x_2, x_3, x_4 , указанные в скобках, являются условными обозначениями кодированных значений факторов (таблица 4). Зернистость шлифовального круга F70 (ГОСТ Р 52381-2005).

В результате специально проведенных исследований установлено, что шлифовочные прижоги образуются при $p_z > 6$ Н/мм [1, 2].

Для заготовок из стали 20X определена область значений входных факторов, обеспечивающих допустимые значения $[Ra] \leq 0,94$ мкм и $[p_z] \leq 6$ Н/мм:

$$p_z = 7,78 + 1,58 x_1 + 0,568 x_3 - 0,229 x_4 + 0,270 x_1 x_3 - 0,320 x_2 x_3 +$$

$$+0,314x_3x_4+0,314x_1x_2x_3x_4+0,610x_1x_2x_3-0,297x_1x_2x_4 \leq 6 \text{ Н/мм}; \quad (8)$$

$$Ra = 1,46 - 0,250x_1 + 0,300x_2 - 0,170x_1x_2 - 0,200x_1x_3 + 0,300x_3 \leq 0,94 \text{ мкм} \quad (9)$$

Таблица 4. Математические модели показателей процесса шлифования стали 20Х

| Параметр | Модель |
|---------------------|---|
| $p_y, \text{ Н/мм}$ | $22,4 + 0,65x_1 - 2,29x_2 - 0,73x_4 + 1,27x_1x_2 - 2,46x_2x_3 + 0,55x_3x_4 + 1,47 \cdot x_1x_2x_3 + 1,38x_1x_2x_3x_4 - 2,20x_1x_2x_4 - 0,52x_1x_3x_4$ |
| $p_z, \text{ Н/мм}$ | $7,78 + 1,58x_1 + 0,568x_3 - 0,229x_4 + 0,270x_1x_3 - 0,320x_2x_3 + 0,314x_3x_4 + 0,314x_1x_2x_3x_4 + 0,61x_1x_2x_3 - 0,297x_1x_2x_4$ |
| $K_{ш}$ | $29,5 - 2,56x_1 - 7,58x_2 - 2,18x_3 - 3,39x_1x_2 + 2,22x_1x_3 - 6,20x_2x_3$ |
| $Ra, \text{ мкм}$ | $1,46 - 0,25x_1 + 0,30x_2 - 0,17x_1x_2 - 0,20x_1x_3 + 0,30x_3$ |

Наработка, приведённая к ширине обрабатываемой поверхности, принимается равной максимальному значению, то есть 400 мм^2 . $x_4 = 1$.

Твёрдость шлифовального круга разбита на 3 равных диапазона с границами: 1 – 4500 м/с; 2 – 4600 м/с; 3 – 4700 м/с; 4 – 4800 м/с. Ограничения по прижогам (8) шероховатости (9) обеспечиваются только для круга нижнего диапазона твёрдости 1 с $c = 4500 \text{ м/с}$ (рис. 11, 12).

Область допустимых значений параметров характеристики абразивного инструмента и режимов, обеспечивающих выполнение требований к качеству обработанной поверхности: $c = 4500 \text{ м/с}$; $V = 400 \text{ мм}^2$; $v_s \leq 12 \text{ м/мин}$; $t \leq 0,012 \text{ мм/ход}$.

При переводе кодированных значений факторов в натуральные использованы зависимости:

$$x_2 = \frac{t - 0,015}{0,005}, \quad x_3 = \frac{v_s - 15}{5}.$$

Окончательное выражение целевой функции приведённой производительности Q через варьируемые параметры:

$$Q = v_s \cdot t \cdot 10^3, \text{ мм}^2/\text{мин}.$$

Дальнейшая оптимизация параметров в области допустимых значений осуществляется из условия обеспечения максимальной производительности процесса (рис. 13, точка А).

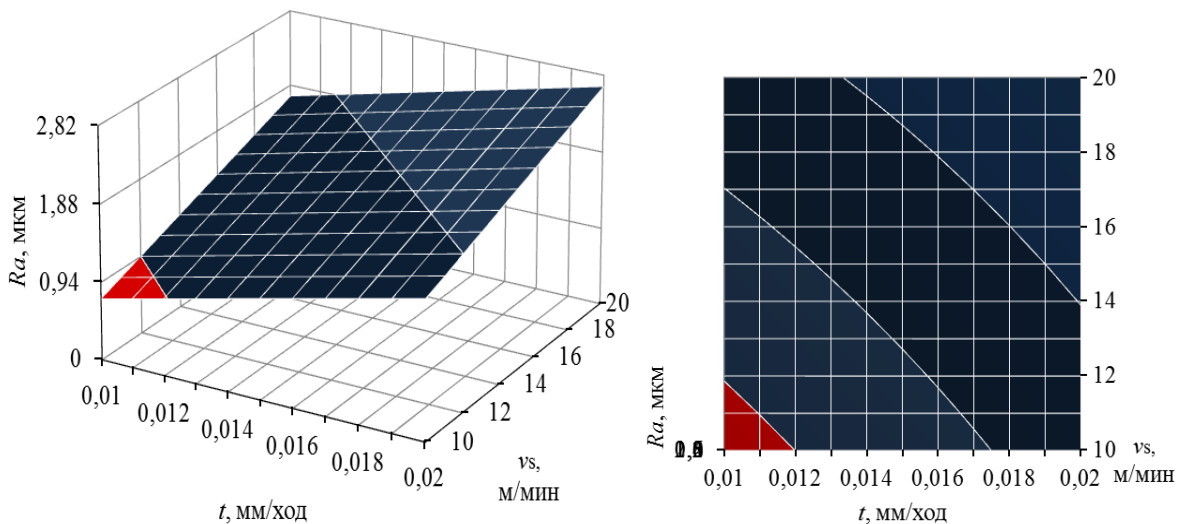


Рисунок 11 - Область допускаемых значений режимных параметров, обеспечивающих требуемый параметр шероховатости поверхности Ra (выделена красным цветом).

Зернистость круга – F70, твердость – K: 1 – 4500 м/с

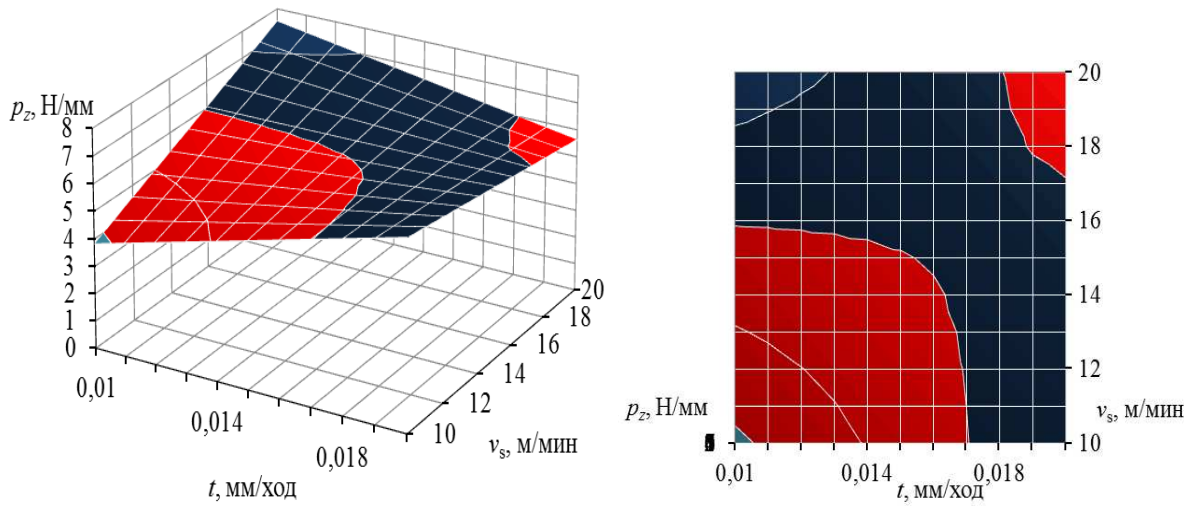


Рисунок 12 - Область допустимых значений режимных параметров, обеспечивающих безприжоговое шлифование поверхности (выделена красным цветом). Зернистость круга – F70, твердость – K: 1 – 4500 м/с

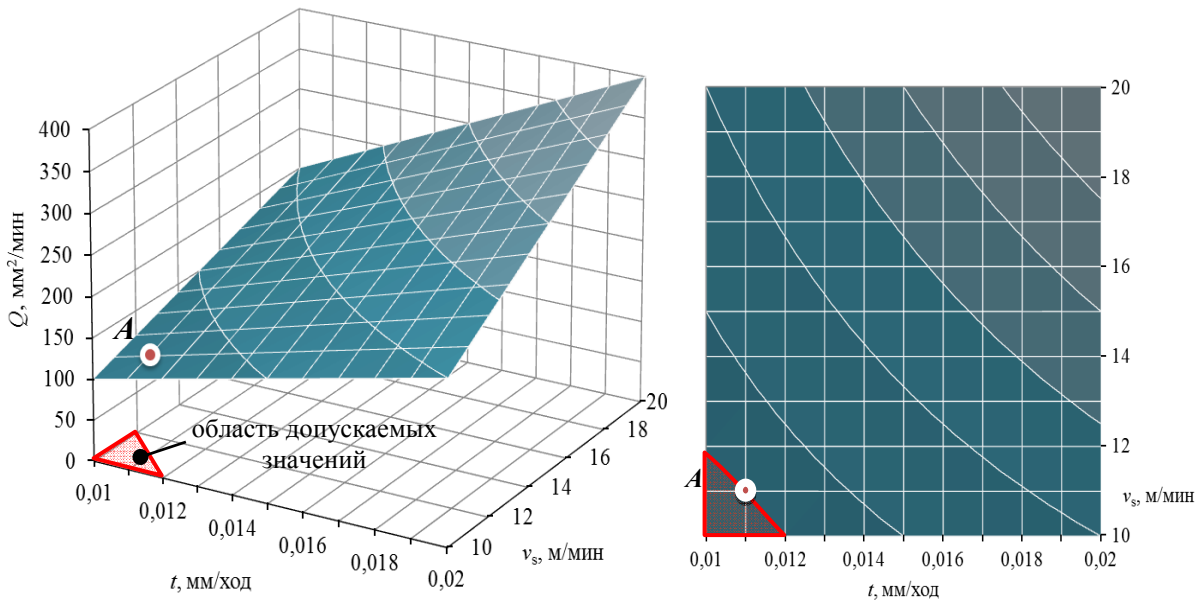


Рисунок 13 - Целевая функция приведенной производительности процесса $Q(v_s, t)$

С использованием целевой функции получены оптимальные режимы шлифования, обеспечивающие наибольшую приведенную режущую способность (производительность) $Q_{\max} = 121 \text{ мм}^2/\text{мин}$: $t_{\text{opt}} = 0,011 \text{ мм/ход}$; $v_{s \text{ opt}} = 11 \text{ м/мин}$. Приведенные значения составляющих силы резания на данных режимах шлифования: $p_y = 17,8 \text{ Н/мм}$, $p_z = 4,45 \text{ Н/мм}$, для круга, находящегося в середине диапазона рекомендуемой твердости K (измеряемой скоростью звука $c = 4 \text{ 500 м/с}$) (рис. 14).

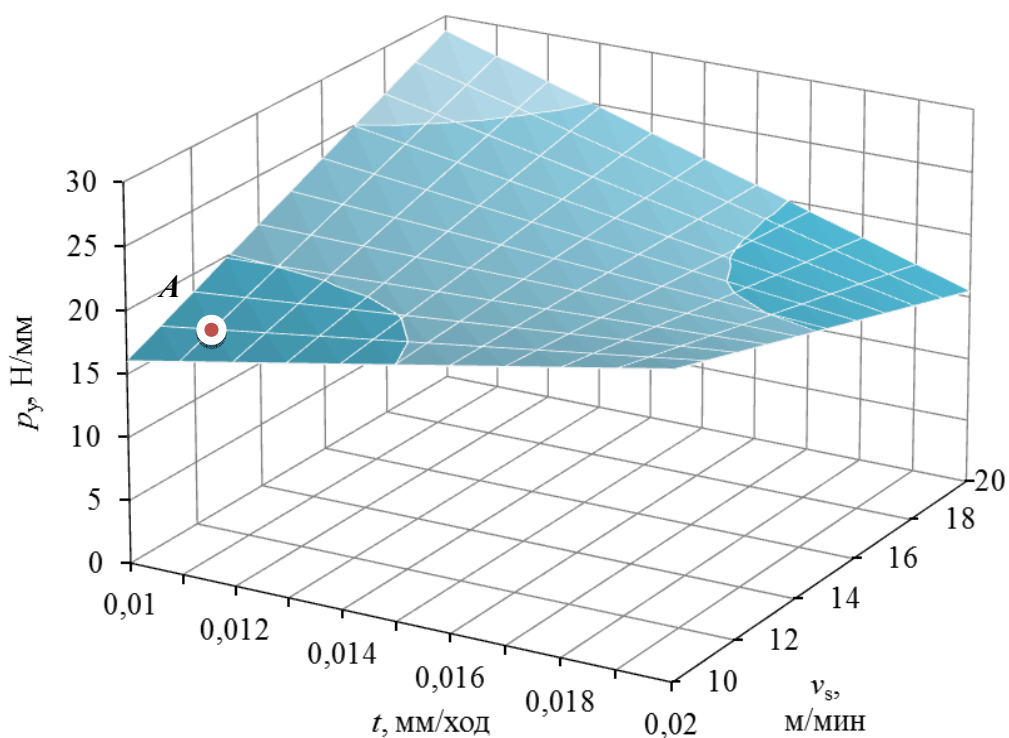
По оптимальным параметрам режима 1 определяются оптимальные величины радиальной и касательной составляющих силы резания.

При оптимальных параметрах режима 1 коэффициент шлифования будет равен $K_{\text{ш}} = 35$ (рис. 15).

Определяем для исследуемой направляющей минимально допустимые удельные силы притяжения магнитного поля стола $[p_1]$ из условия сдвига и проворота заготовки: $[p_1] = 0,15 \text{ МПа}$.

Величины силы резания берем для оптимальных режимов шлифования (режим 1): $p_{y \text{ опт}} = 17,8 \text{ Н/мм}$; $p_{z \text{ опт}} = 4,45 \text{ Н/мм}$.

Длина направляющей $l_3 = 350$ мм, характерная длина волны синусоиды $l = 0,7 \times l_3 = 245$ мм, ширина узкой грани 13,9 мм, широкой – 15 мм. Масса – 0,5 кг.



Рисунок

14 - Зависимость радиальной составляющей силы от скорости подачи и глубины резания. Зернистость круга – F70, твердость – K: $c = 4500$ м/с

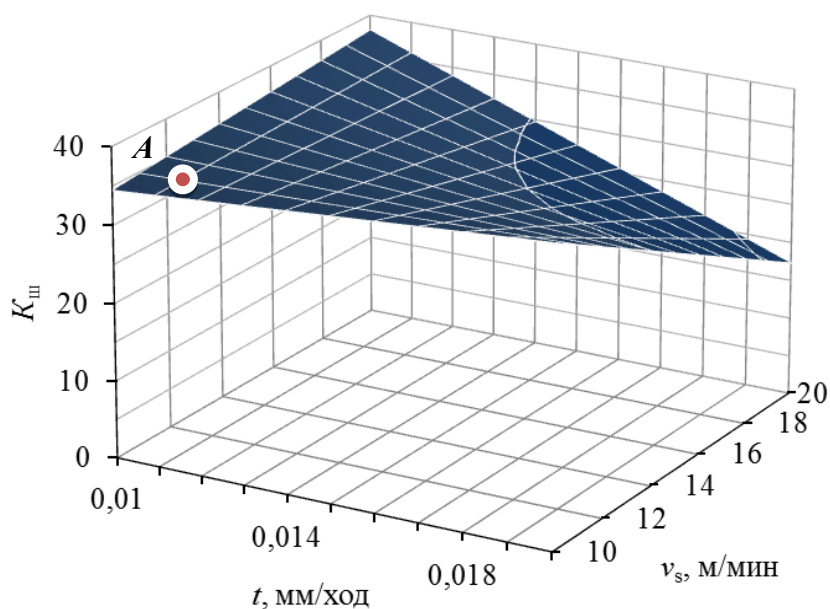


Рисунок 15 - За-

висимость коэффициента шлифования от скорости подачи и глубины резания. Зернистость круга – F70, твердость – K: $c = 4500$ м/с

Допускаемая максимальная упругая деформация заготовки: $[\Delta] = \lambda \Delta - \Delta_T = 0,75 \cdot 7 - 3 = 2,25$ мкм. Максимальное начальное отклонение от плоскостности $y = 30$ мкм. Модуль продольной упру-

гости для стали 20Х равен: $E = 2,16 \times 10^5$ МПа. Момент инерции поперечного сечения при шлифовании широкой грани - $I_z = 3357 \text{ мм}^4$, при шлифовании узкой грани - $I_z = 3909 \text{ мм}^4$.

По алгоритмам управления упругой деформацией определены условия шлифования заготовки по режиму 1 с закреплением магнитным полем стола станка с удельным усилием притяжения $p = [p_1] = 0,15$ МПа и четырьмя парами компенсаторов.

Выводы.

Разработаны математические модели и методика оптимизации режимов плоского шлифования периферией круга на станках с магнитным столом заготовок из стали 20Х.

Оптимальные режимы обеспечивают получение заданных требований к качеству обработанной поверхности при максимальной производительности процесса плоского шлифования.

Литература

1. Управление осевыми упругими деформациями нежестких колец подшипников при плоском шлифовании торцов / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов, С. В. Орлов // Известия вузов. Машиностроение. - 2017. - № 1 (682). - С. 63-70.
2. Носенко, В. А. Повышение эффективности плоского шлифования нежестких заготовок путём управления упругими деформациями / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов // Вестник Рыбинского гос. авиационной технологической академии им. П.А. Соловьёва. - 2017. - № 2 (41). - С. 342-348.
3. Тышкевич, В.Н. Повышение эффективности плоского шлифования торцов призматических заготовок малой жёсткости / В.Н. Тышкевич, В.А. Носенко, А.В. Саразов // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2017. - № 9 (204). - С. 105-108.
4. Моделирование упругих деформаций при шлифовании торцов нежестких призматических заготовок [Электронный ресурс] / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко // XIII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 17 мая 2017 г.) : сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2017. - С. 116-121. – Режим доступа : http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/13_mnpk_2017/13_mnpk_2017.pdf.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛИНЕЙНЫХ ПОДШИПНИКОВ

В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волжский

Линейные подшипники широко применяются в системах линейного перемещения металлообрабатывающего оборудования. Прецизионные рельсовые направляющие – это высокоточные изделия для линейных перемещений, которые идеально подходят для широкого ряда станков, обрабатывающих центров, специального оборудования, а также для измерительных машин. Они представляют собой пару направляющих рельсов с расположенным между ними сепаратором с элементами качения (существуют исполнения с шариками, перекрестными роликами, игольчатые и скольжения).

Рельс крепится к установочной поверхности, а подвижная каретка – к перемещаемому грузу или устройству. Статическая грузоподъемность рельсовых направляющих – от нескольких граммов до 13,5 тонн на каретку. Допуски на линейные размеры от 7 мкм. Длина цельных рельсов до 4 метров с возможностью стыкования до неограниченной длины. Скорость перемещения каретки до 5 м/с, ускорения – 75 м/с^2 . Размеры поперечных сечений наиболее распространенных профильных рельсов от $15 \times 15 \text{ мм}$ до $63 \times 65 \text{ мм}$ [1- 4]. Рельсы изготавливаются из хромистых подшипниковых сталей [2, 3]. Высокие требования к плоскостности и прямолинейности окончательно обработанных поверхностей направляющего профильного рельса (допуск -

до 7 мкм) усложняют процесс окончательного шлифования. В этом случае используется продолжительное шлифование с выхаживанием всех граней [5, 6].

При шлифовании заготовок малой жёсткости упругие деформации заготовок в направлении перпендикулярном поверхности стола станка при закреплении и шлифовании усложняют обеспечение требуемого качества, в частности, заданного допуска плоскостности обработанной поверхности. Основная часть упругой деформации заготовки определяется прогибами при изгибе заготовки под нагрузкой, которые, в свою очередь, обусловлены начальной неплоскостностью поверхности заготовки соприкасающейся с поверхностью стола.

Под нагрузкой при шлифовании заготовка деформируется в направлении перпендикулярном поверхности стола станка. После шлифования и снятия магнитного поля при исчезновении упругих деформаций определенные отклонения от плоскостности возвращаются. Существенно сократить время шлифования возможно управлением величиной упругих деформаций.

Цель данных исследований – моделирование упругих деформаций призматических заготовок направляющих линейных подшипников при закреплении и плоском шлифовании поверхностей боковых граней.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: исследована неплоскостность поверхностей заготовок направляющих линейных подшипников перед операцией шлифования [4]; разработаны математические модели упругих деформаций заготовки под действием усилий притяжения магнитного поля стола станка и радиальной составляющей силы резания; определены условия обеспечения заданного допуска плоскостности обработанной поверхности направляющей.

Как показали исследования, основным фактором, определяющим начальные отклонения от плоскостности поверхностей призматических заготовок, является деформация заготовки в процессе её термообработки и предшествующей механической обработки. В связи с этим заготовка получает изогнутость поверхности с выраженными волнами макроотклонений.

При моделировании деформаций выступы макроотклонений (изогнутость) представляли в виде цилиндрической поверхности, радиус которой принимали равным среднему значению радиуса выступа макроотклонений. С целью приближения к реальной поверхности цилиндрическая поверхность имеет определенную продольную и поперечную волнистость, продольную и поперечную шероховатость. Значения параметров волнистости и шероховатости поверхности определяли экспериментально.

Максимальная деформация при закреплении заготовки магнитным полем стола будет равна:

$$W_{q\max} = W_m + W_q + W_{kq}, \quad (1)$$

где w_m , w_q – максимальная упругая деформация заготовки при изгибе, соответственно под действием массы заготовки и усилия притяжения магнитного поля стола; w_{kq} – контактная деформация торцевой поверхности заготовки с плоскостью стола.

При шлифовании торца к деформации (1) добавляется максимальная деформация заготовки при изгибе w_p под действием радиальной составляющей силы резания - w_p , и контактная деформация торцевой поверхности заготовки с плоскостью стола w_{kp} .

Максимальная деформация при закреплении заготовки магнитным полем стола и шлифовании будет равна:

$$W_{\max} = W_{q\max} + W_p = W_m + W_q + W_p + W_k, \quad (2)$$

где $w_k = w_{kq} + w_{kp}$.

При шлифовании без применения магнитного поля стола станка и закреплении заготовки упорами максимальная деформация будет равна:

$$W_{p\max} = W_m + W_p + W_k. \quad (3)$$

Для исследования упругих деформаций, возникающих при закреплении и шлифовании заготовки, выбрана направляющая роликового однорядного подшипника ЛРХ 6/350, изготавливаемая на ОАО «ЕПК Самара» (рисунок 1). Направляющую подшипника, изготовленную из стали 20Х (ГОСТ 4543 – 71), подвергают цементации с получением цементированного слоя

глубиной 0,4 – 0,8 мм. До операции плоского шлифования в заготовке сверлятся поперечные и продольные отверстия, обрабатываются продольные пазы (см. рисунок 1).

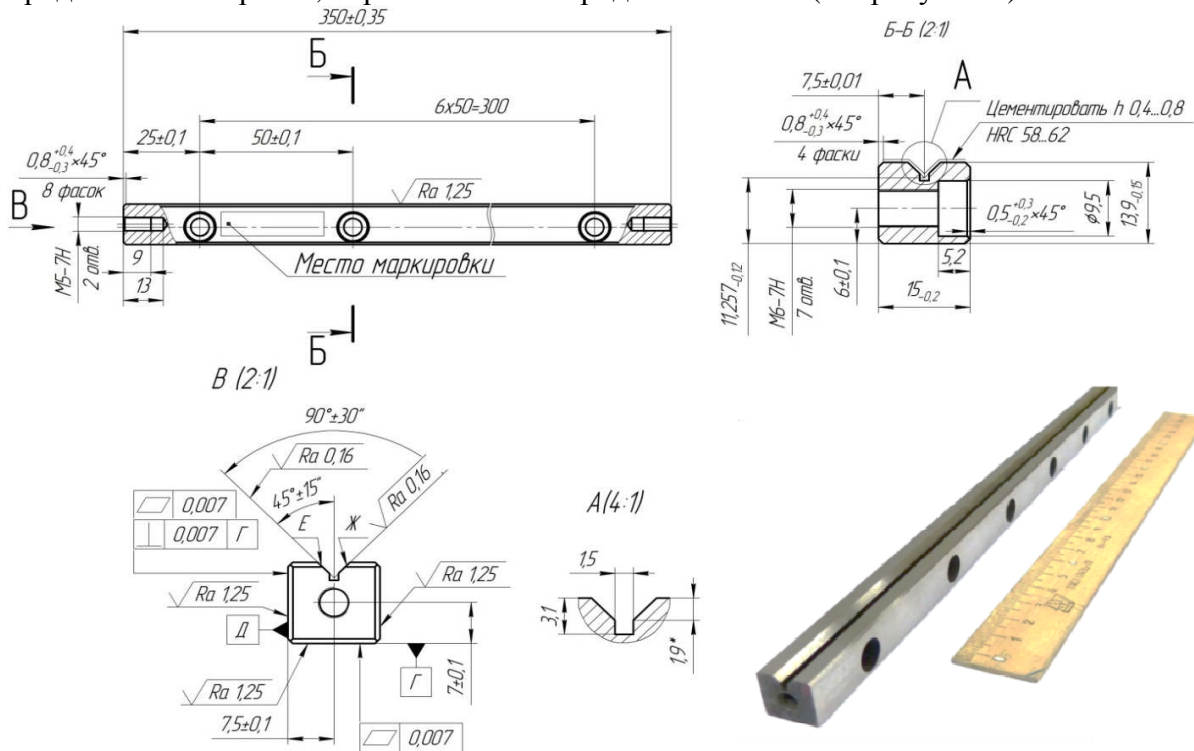


Рисунок 1 - Исследуемая направляющая подшипника ЛРХ 6/350

При закреплении заготовки магнитным полем стола на заготовку действует равномерно распределённая нагрузка интенсивностью: $q = q_c + q_m$, где q_c – интенсивность равномерно распределённой нагрузки от действия усилия притяжения магнитного поля стола станка; q_m – интенсивность равномерно распределённой нагрузки от действия собственного веса заготовки.

Для рассматриваемых заготовок $\alpha_l = L/h = 350/15 = 23,3 > 10$ (отношение длины заготовки к наибольшему размеру поперечного сечения). Выполнение данного условия позволяет использовать для определения максимальных упругих перемещений при изгибе заготовки w_{max} , w_{pmax} и w_{qmax} теорию стержней.

Макроотклонение поверхности заготовки, соприкасающейся с гладкой поверхностью стола, моделируется цилиндрической поверхностью с направляющей в виде синусоиды с характерной длиной волны l (рисунок 2).

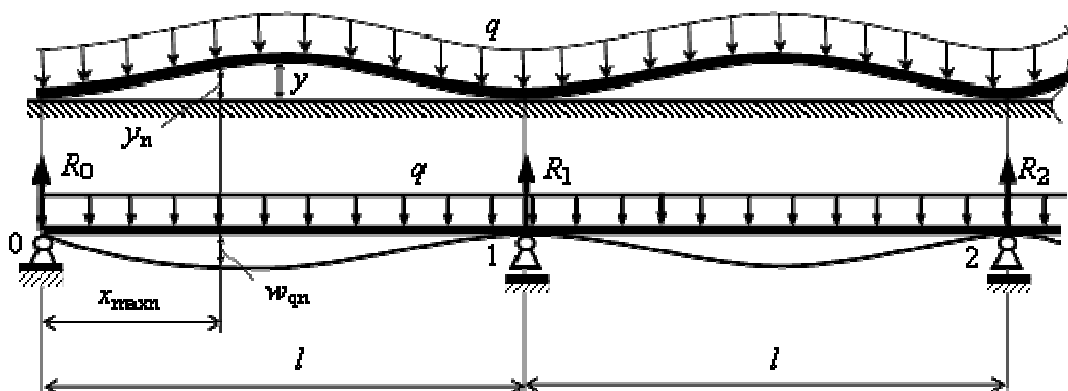


Рисунок 2 – Расчетная схема заготовки при закреплении магнитным полем стола

Длина l зависит от конструктивных особенностей заготовки, её изгибной жёсткости, предшествующей шлифованию механической и термической обработки. При больших длинах заготовок в её длине может укладываться несколько регулярных волн синусоиды. Удвоенная

амплитуда синусоиды y принимается равной максимальной высоте волн макроотклонений (см. рисунок 2).

Заготовка моделируется неразрезной балкой, лежащей на m опорах, где $m = n + 1$, $n = [l_3/l]$ – число волн синусоиды на длине заготовки l_3 . При $n = 1$ имеем однопролётную балку с двумя опорами $m = 2$. Максимальный прогиб от действия усилия притяжения магнитного поля стола станка и собственного веса заготовки w_{q1} , координата максимального прогиба $x_{\max 1}$ и расстояние (зазор) между точками касания соприкасающихся поверхностей заготовки и стола $y_1 = y$ приведены в таблице 1, где обозначено E – модуль нормальной упругости материала заготовки, I_z , – осевой момент инерции поперечного сечения заготовки относительно центральной оси z , расположенной перпендикулярно плоскости изгиба.

При $n > 1$ балка будет статически неопределимой и максимальные прогибы w_{qn} и координаты максимальных прогибов $x_{\max n}$ определяем методом начальных параметров, интегрируя дифференциальное уравнение упругой линии балки в первом пролёте. Расстояние между точками касания поверхностей y_n (см. рисунок 2) определяется уравнением:

$$y_n = 0,5y \left[1 - \cos \left(2\pi \cdot \frac{x_{\max n}}{l} \right) \right], \quad (4)$$

где n – число пролётов или число волн синусоиды в длине заготовки.

Полученные выражения и величины для w_{qn} , $x_{\max n}$ и y_n приведены в таблице 1.

Для повышения изгибной жёсткости заготовок при закреплении магнитным полем стола станка рекомендуется использовать компенсаторы. Компенсатор изготавливается из круглой немагнитной стали с двумя рабочими гранями – опорной – плоской, для взаимодействия с поверхностью магнитного стола, и радиусной, для взаимодействия с торцом заготовки. Уклон радиусной поверхности к опорной составляет 1:200. Компенсаторы водятся попарно с обеих сторон заготовки.

Таблица 1 - Максимальные прогибы w_{qn} , координаты максимальных прогибов $x_{\max n}$, расстояния между точками касания соприкасающихся поверхностей заготовки и стола станка y_n при закреплении заготовки магнитным полем стола станка без компенсаторов и с компенсаторами в первом пролёте: $w'_{qnк}$, $x'_{\max нк}$, $y'_{нк}$ и в среднем пролёте: $w'_{qnк}$, $x'_{\max нк}$, $y'_{нк}$, соответственно.

| Расчётная схема | $w_{qn}, w_{qnк}$ $\times 10^{-3} q l^4 / (EI_z)$ | $x_{\max n},$ $x_{\max нк}$ | $y_n,$ $y_{нк}$ | $w'_{qnк}$ $\times 10^{-3} q l^4 / (EI_z)$ | $x'_{\max нк}$ | $y'_{нк}$ |
|---|--|--------------------------------|--------------------|---|----------------|-----------|
| без компенсаторов | | | | | | |
| однопролётная балка, длина заготовки $l \leq l_3 < 2l$ | 13 | 0,500 l | y | - | - | - |
| двух пролётная балка, длина заготовки $2l \leq l_3 < 3l$ | 5,42 | 0,422 l | 0,941 y | - | - | - |
| трёх пролётная балка, длина заготовки $3l \leq l_3 < 4l$ | 6,99 | 0,450 l | 0,976 y | - | - | - |
| четырёх пролётная балка, длина заготовки $4l \leq l_3 < 5l$ | 6,51 | 0,437 l | 0,961 y | - | - | - |
| пяти пролётная балка, длина заготовки $5l \leq l_3 < 6l$ | 6,56 | 0,440 l | 0,965 y | - | - | - |
| шесть и более пролётов, длина заготовки $6l \leq l_3$ | 6,53 | 0,440 l | 0,965 y | - | - | - |
| с компенсаторами | | | | | | |
| | в первом пролёте | | | в среднем пролёте | | |
| одна пара компенсаторов | 0,339 | 0,211 l | 0,379 y | - | - | - |
| две пары компенсаторов | 0,0863 | 0,150 l | 0,206 y | 0,00643 | 0,500 l | y |
| три пары компенсаторов | 0,0254 | 0,109 l | 0,113 y | 0,00718 | 0,385 l | 0,875 y |
| четыре пары компенсаторов | 0,0105 | 0,088 l | 0,0745 y | 0,00515 | 0,500 l | y |
| пять пар компенсаторов | 0,00501 | 0,0733 l | 0,0521 y | 0,00246 | 0,418 l | 0,935 y |

При введении компенсаторов из немагнитного материала усилие притяжения магнитного поля стола станка уменьшается, что учитывается коэффициентом: $\varphi_k = 1 - kS_k/S$, где S_k – площадь поверхности пары компенсаторов перекрывающая воздействие магнитного поля на заготовку; k – число пар компенсаторов; S – площадь торцевой поверхности заготовки контактирующей с поверхностью стола станка.

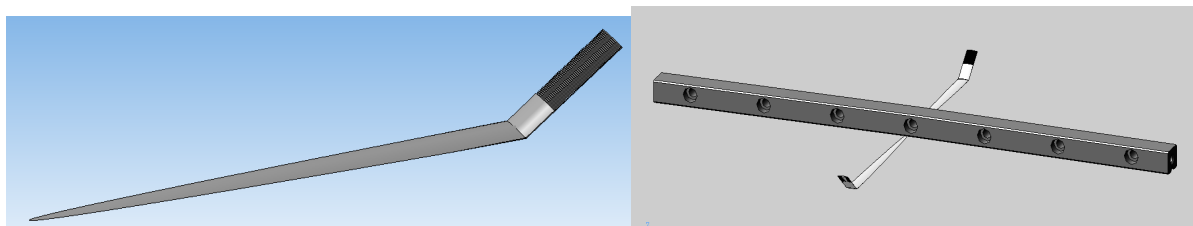


Рисунок 3 – Компенсатор (а) и установка компенсаторов (б)

При установке компенсаторов заготовка также моделируется неразрезной балкой. Пары компенсаторов устанавливаются с разбиением характерной длины волны l на равные части $l/2, l/3, l/4, l/5, l/6$. Достаточное число компенсаторов из условия обеспечения требуемого допуска плоскостности определяется по алгоритмам управления величиной упругой деформации. Максимальное число пар компенсаторов на характерной длине l ограничивается пятью из соображений сокращения вспомогательного времени на операции шлифования и ограничения площади экранирования магнитного поля стола станка немагнитным материалом компенсаторов.

При установке одной пары компенсаторов получаем расчётную схему двух пролётной балки $n = 2$ (рисунок 4).

Максимальные прогибы w_{qnk} , их координаты $x_{\max nk}$ и расстояния между точками касания поверхностей заготовки и стола y_{nk} определяются аналогично $w_{qn}, x_{\max n}$ и y_n с учётом уменьшения длины пролёта (см. таблицу 1).

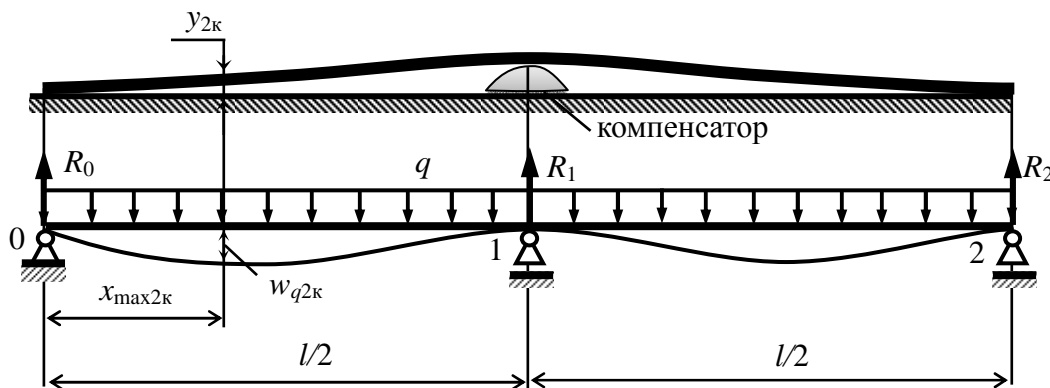


Рисунок 4 – Расчётная схема заготовки при закреплении магнитным полем стола станка с одной парой компенсаторов

При использовании более двух пар компенсаторов закрытие зазора между поверхностями заготовки и стола станка (касание поверхностей при деформации изгиба) будет происходить последовательно от первого пролёта к среднему. Если величина максимального прогиба в первом пролёте балки будет больше или равна зазору между поверхностями (точками касания) заготовки и стола $w_{q3k} \geq y_{3k}; w_{q4k} \geq y_{4k}; w_{q5k} \geq y_{5k}; w_{q6k} \geq y_{6k}$, а величина зазора будет меньше или равна допускаемому отклонению от плоскостности $[\Delta]$: $y_{3k} \leq [\Delta]; y_{4k} \leq [\Delta]; y_{5k} \leq [\Delta]; y_{6k} \leq [\Delta]$, то дальнейшие расчёты величины максимального прогиба необходимо продолжать в среднем пролёте балки.

Допускаемая максимальная упругая деформация заготовки $[\Delta]$, принимается равной:

$$[\Delta] = \lambda\Delta - \Delta_r, \quad (5)$$

где λ - коэффициент точности при проектировании; Δ - допуск плоскостности торцевой поверхности на операции шлифования; Δ_t – достижимое отклонение от плоскостности торцевой поверхности при шлифовании жёсткой заготовки.

Максимальные прогибы $w'_{\text{qнк}}$ и координаты максимальных прогибов $x'_{\text{maxнк}}$ определяем методом начальных параметров, интегрируя дифференциальное уравнение упругой линии балки в среднем пролёте. Расстояние между точками касания поверхностей $y'_{\text{нк}}$ определяется уравнением (4) (см. таблицу 1).

При шлифовании заготовки без использования магнитного поля стола станка заготовка закрепляется концевыми упорами. Заготовка моделируется неразрезной балкой, лежащей на m опорах.

При $n > 1$ балка будет статически неопределимой и максимальные прогибы $w_{\text{рп}}$ и координаты максимальных прогибов $x_{\text{maxп}}$ определяем методом начальных параметров, интегрируя дифференциальное уравнение упругой линии балки в первом пролёте (рисунок 5). Для получения дифференциального уравнения упругой линии балки необходимо раскрыть статическую неопределимость и определить реакцию нулевой опоры $R_0 = X_1$. Положение силы P_y , соответствующее максимальному прогибу b , будем определять из условия экстремума прогиба в первом пролёте.

Результаты расчётов сведены в таблицу 2.

При установке компенсаторов определение максимальных прогибов $w_{\text{рнк}}$, их координат $x_{\text{maxнк}}$ и расстояний между точками касания поверхностей заготовки и стола $y_{\text{нк}}$ производится аналогично с учётом уменьшения длины пролёта (см. таблицу 2).

При использовании более двух пар компенсаторов закрытие зазора между поверхностями заготовки и стола станка (касание поверхностей при деформации изгиба) будет происходить последовательно от первого пролёта к среднему.

Если величина максимального прогиба в первом пролёте балки будет больше или равна зазору между поверхностями (точками касания) заготовки и стола $w_{\text{р3к}} \geq y_{\text{3к}}$; $w_{\text{р4к}} \geq y_{\text{4к}}$; $w_{\text{р5к}} \geq y_{\text{5к}}$; $w_{\text{р6к}} \geq y_{\text{6к}}$, а величина зазора будет меньше или равна допускаемому отклонению от плоскостности $[\Delta]$: $y_{\text{3к}} \leq [\Delta]$; $y_{\text{4к}} \leq [\Delta]$; $y_{\text{5к}} \leq [\Delta]$; $y_{\text{6к}} \leq [\Delta]$, то дальнейшие расчёты величины максимального прогиба необходимо продолжать в среднем пролёте балки.

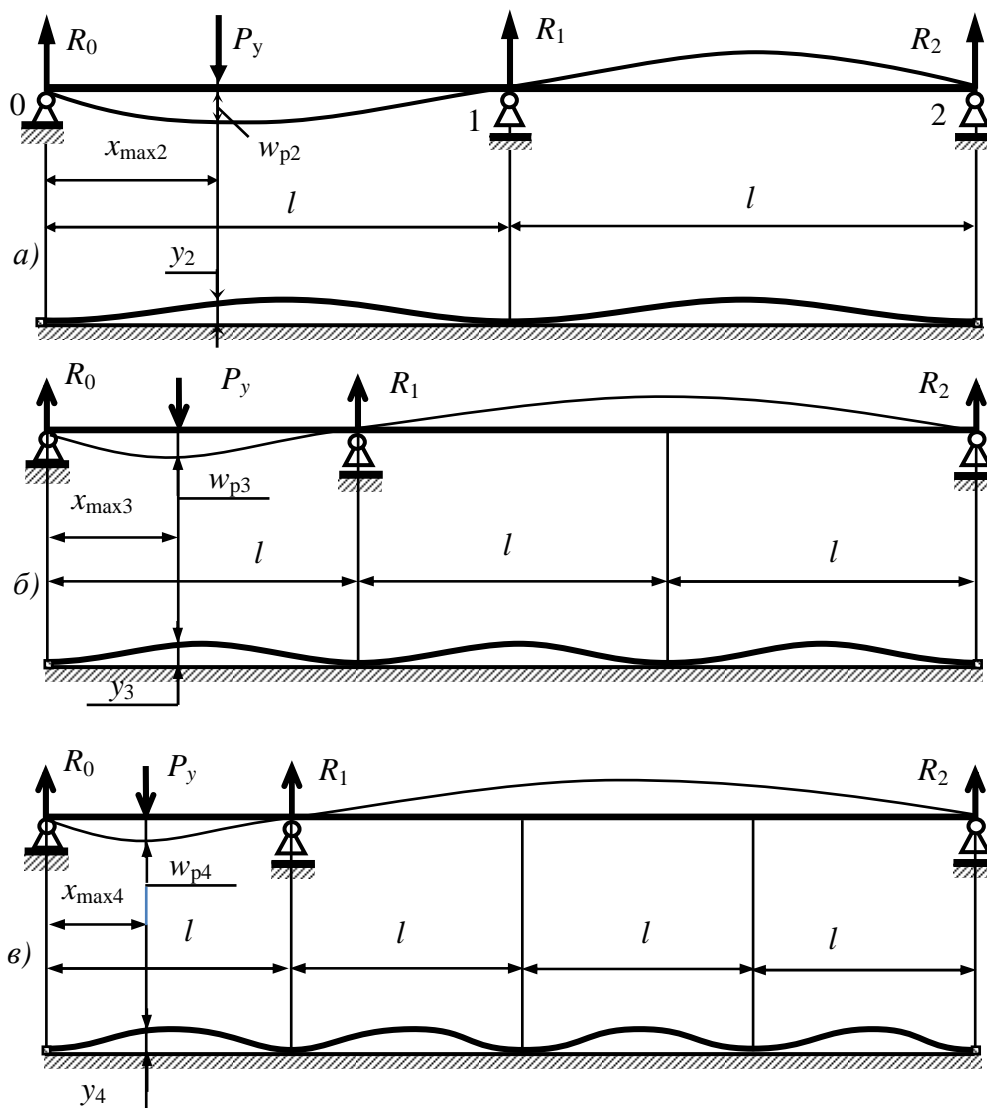


Рисунок 5 – Расчётные схемы заготовки при действии радиальной составляющей силы резания: а - двух пролётная балка, длина заготовки $2l \leq l_3 < 3l$; б - трёх пролётная балка, длина заготовки $3l \leq l_3 < 4l$; в - четырёх пролётная балка, длина заготовки $4l \leq l_3 < 5l$

Максимальные прогибы $w'_{\text{рнк}}$ и координаты максимальных прогибов $x'_{\text{макснк}}$ определяем методом начальных параметров, интегрируя дифференциальное уравнение упругой линии балки в среднем пролёте. Расстояние между точками касания поверхностей $y'_{\text{нк}}$ определяется уравнением (4) (см. таблицу 2).

При одновременном действии усилий притяжения магнитного поля станка, собственного веса заготовки, усилия резания доминирует величина максимального прогиба от действия усилия резания, поэтому суммарный максимальный прогиб заготовки определяется в сечении, где возникает максимальный прогиб от действия усилия резания. Результаты вычислений сведены в таблицу 3.

Контактную деформацию гладкой поверхности стола и шероховатой волнистой торцовой поверхности заготовки кольца, имеющей макро отклонения в виде изогнутости, определяли методом Н. Б. Дёмкина.

Таблица 2 - Максимальные прогибы $w_{рнк}$, координаты максимальных прогибов $x_{maxн}$, расстояния между точками касания соприкасающихся поверхностей заготовки и стола станка y_n при действии радиальной составляющей силы резания без компенсаторов и с компенсаторами в первом пролёте: $w_{рнк}$, $x_{maxнк}$, $y_{нк}$ и в среднем пролёте: $w'_{рнк}$, $x'_{maxнк}$, $y'_{нк}$, соответственно.

| Расчётная схема | $w_{рн}, w_{рнк} \times 10^{-3} P_y l^3 / (EI_z)$ | $x_{maxн}, x_{maxнк}$ | $y_n, y_{нк}$ | $w'_{рнк} \times 10^{-3} P_y l^3 / (EI_z)$ | $x'_{maxнк}$ | $y'_{нк}$ |
|---|---|-----------------------|---------------|--|--------------|-----------|
| без компенсаторов | | | | | | |
| однопролётная балка, длина заготовки $l \leq l_3 < 2l$ | 20,8 | 0,500 l | y | - | - | - |
| двух пролётная балка, длина заготовки $2l \leq l_3 < 3l$ | 15,1 | 0,469 l | 0,991y | - | - | - |
| трёх пролётная балка, длина заготовки $3l \leq l_3 < 4l$ | 17,0 | 0,481 l | 0,964y | - | - | - |
| четырёх пролётная балка, длина заготовки $4l \leq l_3 < 5l$ | 17,9 | 0,486 l | 0,998y | - | - | - |
| пяти пролётная балка, длина заготовки $5l \leq l_3 < 6l$ | 18,5 | 0,490 l | 0,999y | - | - | - |
| шесть и более пролётов, длина заготовки $6l \leq l_3$ | 18,9 | 0,492 l | 0,999y | - | - | - |
| с компенсаторами | | | | | | |
| | в первом пролёте | | | в среднем пролёте | | |
| одна пара компенсаторов | 1,89 | 0,235 l | 0,451y | - | - | - |
| две пары компенсаторов | 0,630 | 0,160 l | 0,233y | 0,428 | 0,50 l | y |
| три пары компенсаторов | 0,280 | 0,122 l | 0,139y | 0,198 | 0,371 l | 0,845y |
| четыре пары компенсаторов | 0,148 | 0,098 l | 0,0918y | 0,113 | 0,50 l | y |
| пять пар компенсаторов | 0,0875 | 0,082l | 0,0649y | 0,0688 | 0,416 l | 0,931y |

Таблица 3 - Максимальные прогибы $w_{рн}$, w_{qn} координаты максимальных прогибов $x_{maxн}$, расстояния между точками касания соприкасающихся поверхностей заготовки и стола станка y_n при действии радиальной составляющей силы резания и магнитного поля стола станка без компенсаторов и с компенсаторами в первом пролёте: $w_{рнк}$, $w_{qnк}$, $x_{maxнк}$, $y_{нк}$ и в среднем пролёте: $w'_{рнк}$, $w'_{qnк}$, $x'_{maxнк}$, $y'_{нк}$, соответственно.

| Расчётная схема | $w_{рн}, w_{рнк} \times 10^{-3} P_y l^3 / (EI_z)$ | $w_{qn}, w_{qnк} \times 10^{-3} q l^3 / (EI_z)$ | $x_{maxн}, x_{maxнк}$ | $y_n, y_{нк}$ | $w'_{рнк} \times 10^{-3} P_y l^3 / (EI_z)$ | $w'_{qnк} \times 10^{-3} q l^3 / (EI_z)$ | $x'_{maxнк}$ | $y'_{нк}$ |
|---|---|---|-----------------------|---------------|--|--|--------------|-----------|
| без компенсаторов | | | | | | | | |
| однопролётная балка, длина заготовки $l \leq l_3 < 2l$ | 20,8 | 13 | 0,500 l | y | - | - | - | - |
| двух пролётная балка, длина заготовки $2l \leq l_3 < 3l$ | 15,1 | 5,34 | 0,469 l | 0,991y | - | - | - | - |
| трёх пролётная балка, длина заготовки $3l \leq l_3 < 4l$ | 17,0 | 6,82 | 0,481 l | 0,964y | - | - | - | - |
| четырёх пролётная балка, длина заготовки $4l \leq l_3 < 5l$ | 17,9 | 6,43 | 0,486 l | 0,998y | - | - | - | - |
| пяти пролётная балка, длина заготовки $5l \leq l_3 < 6l$ | 18,5 | 6,47 | 0,490 l | 0,999y | - | - | - | - |
| шесть и более пролётов, длина заготовки $6l \leq l_3$ | 18,9 | 6,43 | 0,492 l | 0,999y | - | - | - | - |
| с компенсаторами | | | | | | | | |
| | в первом пролёте | | | | в среднем пролёте | | | |
| одна пара компенсаторов | 1,89 | 0,334 | 0,235 l | 0,451y | - | - | - | - |
| две пары компенсаторов | 0,630 | 0,0842 | 0,160 l | 0,233y | 0,428 | 0,00643 | 0,50 l | y |
| три пары компенсаторов | 0,280 | 0,0251 | 0,122 l | 0,139y | 0,198 | 0,00715 | 0,371 l | 0,845y |
| четыре пары компенсаторов | 0,148 | 0,0104 | 0,098 l | 0,0918y | 0,113 | 0,00515 | 0,50 l | y |
| пять пар компенсаторов | 0,0875 | 0,0050 | 0,082l | 0,0649y | 0,069 | 0,00245 | 0,416 l | 0,931y |

Контурное давление p_c в контакте определяли по модели контакта сферической шероховатой волны с плоской поверхностью. Номинальный контакт поверхности заготовки с плоскостью стола принимали линейным. Для определения ширины площадки контакта использовали методику М.М. Матлина.

Контактная деформация (сближение) складывается из трёх составляющих:

$$w_k = w_{k1} + w_{k2} + w_{k3},$$

где w_{k1} - контактная деформация (сближение) за счёт деформации микронеровностей, w_{k2} - контактная деформация (сближение) за счёт деформации волн; w_{k3} - контактная деформация (сближение) за счёт деформации макроотклонений.

Контактная деформация (сближение) за счёт деформации микронеровностей в рабочих условиях может быть и пластической. Величина пластической контактной деформации учитывается только для уменьшения зазора между соприкасающимися поверхностями стола и заготовки.

Результаты экспериментальных исследований деформаций под действием массы заготовки и магнитного поля стола (относительная погрешность не превышает 11,6%), сосредоточенной силы (относительная погрешность не превышает 1,42 %) с достаточной точностью соответствуют результатам аналитических расчётов по разработанным моделям. Результаты расчётов деформаций заготовок МКЭ с достаточной точностью соответствуют результатам аналитических расчётов по разработанным моделям. Относительная погрешность достигает 8% для величин деформаций от действия радиальной составляющей силы резания.

Выводы. Разработаны математические модели упругих деформаций призматических заготовок направляющих линейных подшипников с начальными отклонениями от плоскостности поверхностей боковых граней при закреплении и плоском шлифовании. Эти модели могут быть использованы в алгоритмах управления величиной упругих деформаций для обеспечения требуемого допуска плоскостности обработанной поверхности при шлифовании.

Литература

1. <http://www.bergab.ru/lmlineargides.shtml>
2. Роликовые рельсовые направляющие. - Rexroth Bosch Group. RRS 82 302/2005-05. - 148 с.
3. Профильные рельсовые направляющие серии LLT SKF. - SKF Group 2010 - MT/P1 07061/2 RU – 46 с.
4. Моделирование упругих деформаций при шлифовании торцов нежёстких призматических заготовок [Электронный ресурс] / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко // XIII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 17 мая 2017 г.) : сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2017. - С. 116-121. – Режим доступа : http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/13_mnpk_2017/13_mnpk_2017.pdf.
5. Тышкевич, В.Н. Повышение эффективности плоского шлифования торцов призматических заготовок малой жёсткости / В.Н. Тышкевич, В.А. Носенко, А.В. Саразов // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2017. - № 9 (204). - С. 105-108.
6. Тышкевич, В.Н. Экспериментальное исследование упругих деформаций нежёсткой заготовки при закреплении магнитным полем стола станка [Электронный ресурс] / В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко // 16-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 2017 г.) : сб. материалов конф. (1 часть)/ Под редак. С.И. Благинина. ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2017. - С. 183-192. – Режим доступа : http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/16nkpmps/16nkpmps_pt1_v4.pdf

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ООО «ГЕОПРИБОР» НА АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ»

С.Н. Павлов*, П.С. Павлов*, А.А. Самсонов*, И.С. Павлов*,
С.П. Ларионов**, В. Н.Тышкевич***
*ООО «Геоприбор», **ООО «Магма-В»,
***ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волжский

В [1 - 3] авторами представлены собственные разработки в виде координатно-измерительных систем, включающих лазерные нивелиры с жидкостными компенсаторами наклонов, комплект нивелирных реек, пентаблок (разворачивающий луч лазерного нивелира), лазерные дальномеры. Данная лазерно-оптическая техника, разработанная отдельными авторами данной статьи, позволяет проводить измерения и получать данные по «нивелировке» различного оборудования практически в любой отрасли промышленности (фактически применялась в авиастроении, строительстве, металлургии, химической промышленности, целлюлозно-бумажной промышленности и др.)

Для данных целей предлагается следующее основное оборудование:

- 1) Нивелир лазерный НЛ-05К с жидкостным компенсатором наклона 2-х классов: прецизионный (средняя квадратическая погрешность (СКП) равна $\pm 0,05$ мм на расстоянии 30 м); высокоточный (СКП $\pm 0,15$ мм на расстоянии 30 м).
- 2) Однокоординатно-измерительная система КИС-1.
- 3) Двухкоординатно-измерительная система КИС-2.
- 4) Трёхкоординатно-измерительная система КИС-3.
- 5) Пятикоординатно-измерительная (3 линейных и 2 угловых координаты) система КИС-5 для центровки валопроводов ($\pm 0,1$ мм / 30 м).
- 6) Пентаблок для разворота луча лазера на $90^\circ \pm 2''$.
- 7) Рейка нивелирная - 0,25 м и 1,6 м, в т.ч. цифровая.
- 8) Дальномер лазерный: а) Д5 (дальность 200 м ± 1 мм), б) Д3 (дальность 100 м ± 1 мм).

Наши специалисты давно сотрудничают с АО «Волжский оргсинтез» (г. Волжский). В 2005 г данному предприятию нами были оказаны услуги по измерениям расположения по вертикали направляющих газгольдера водорода. В 2008 г были измерены объёмы ёмкостей HCl и H₂SO₄ на различной высоте с помощью двухкоординатной измерительной системы КИС-2. Результаты измерений после их компьютерной обработки выданы заказчику.

В июле 2018 г АО «Волжский оргсинтез» обратилось с просьбой рассмотреть возможность проведения работ по измерениям бункера готового продукта карбамата МН мощностью 15000 т/год.

ООО «Геоприбор» приняло решение выполнить следующие поставленные задачи:

- 1) Измерения расположения по вертикали бункера готового продукта для регулировки его вертикального расположения.
- 2) Измерения геометрических параметров, расположения по вертикали и горизонтали нижнего фланца бункера готового продукта.

Для измерения расположения бункера по вертикали применялись изготовленные на станке с ЧПУ два деревянных эталона. В качестве метрологического обеспечения помимо нивелира также применялась рулетка 10 м с классом точности 2. Кроме того, применялись специально разработанные ООО «Геоприбор» отвесы.

Особенностью объекта измерений являлось то, что у бункера высотой 15 м нижняя точка расположена на высоте 5 м от поверхности земли. В связи с этим все высотные работы выполнялись альпинистами.

В итоге заказчику были представлены 6 формуляров измерений. Результаты измерений середины крыши бункера 35R620 представлены в формуляре № 1 (рис. 1).

Для определения отклонения оси бункера 35R620 из середины крыши бункера был опу-

щен отвес на эталон нижнего фланца и произведены измерения. На одном из представленных заказчику формуляров (№ 2) была показана середина нижнего фланца бункера 35R620. По результатам измерений было исправлено положение вертикальной оси бункера с помощью прокладок под его опорами. Результаты были представлены на одном из формуляров (№ 3 «Контроль вертикальности бункера 35R620»).

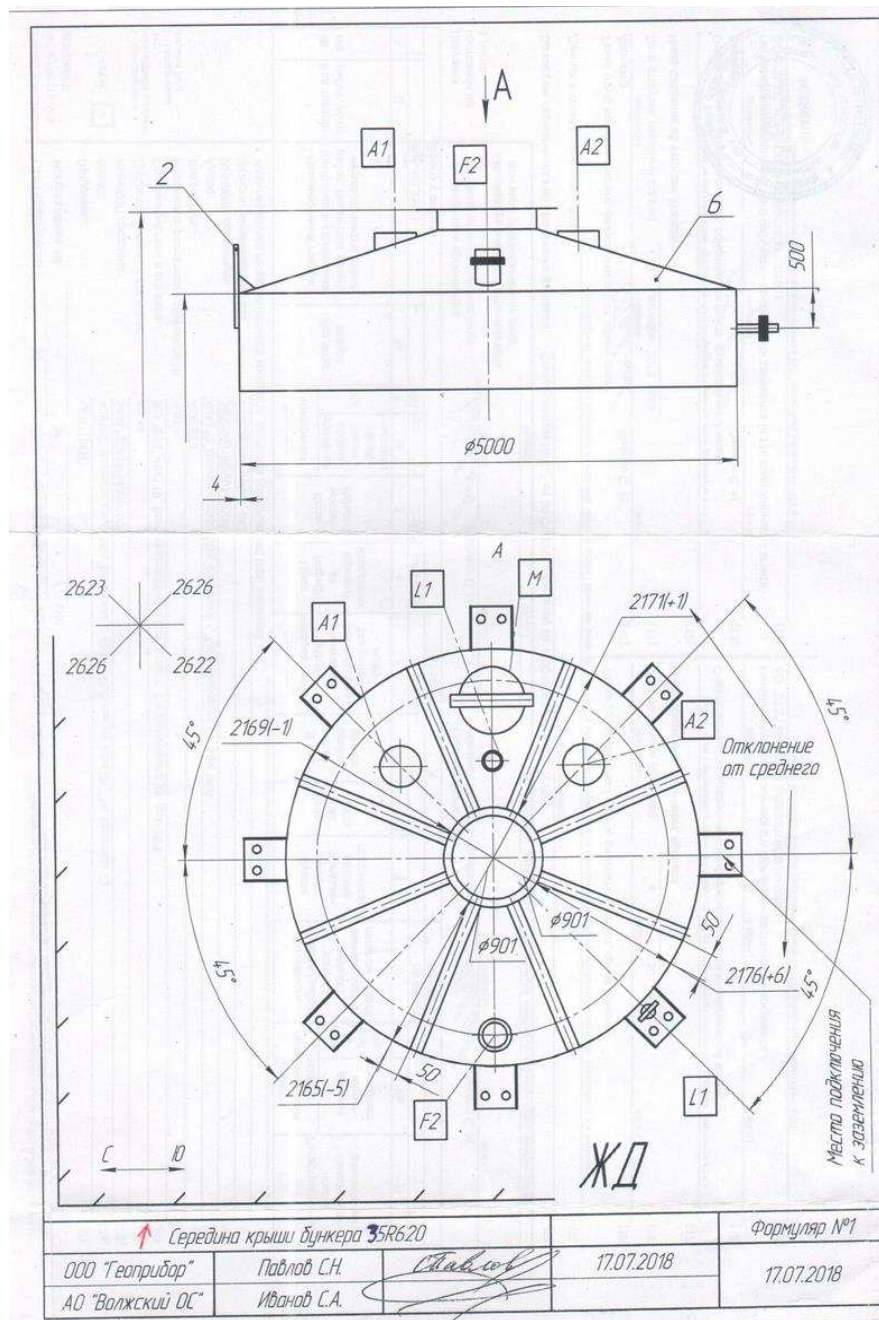


Рисунок 1 - Формуляр № 1 - Середина крыши бункера 35R620

Для выполнения работ применялся нивелир лазерный НЛ-05К с короткой нивелирной рейкой РН 0,1 м. Получены данные по нивелировке нижнего фланца бункера поз. 35R620, которые были представлены заказчику на формулярах №№ 4, 5, 6 в 3-х видах, что было наглядным для заказчика. На рис. 2 представлен формуляр № 5 «Нивелировка нижнего фланца бункера 35R620».

АО «Волжский оргсинтез» признал успешное выполнение поставленных им перед ООО «Геоприбор» задач.

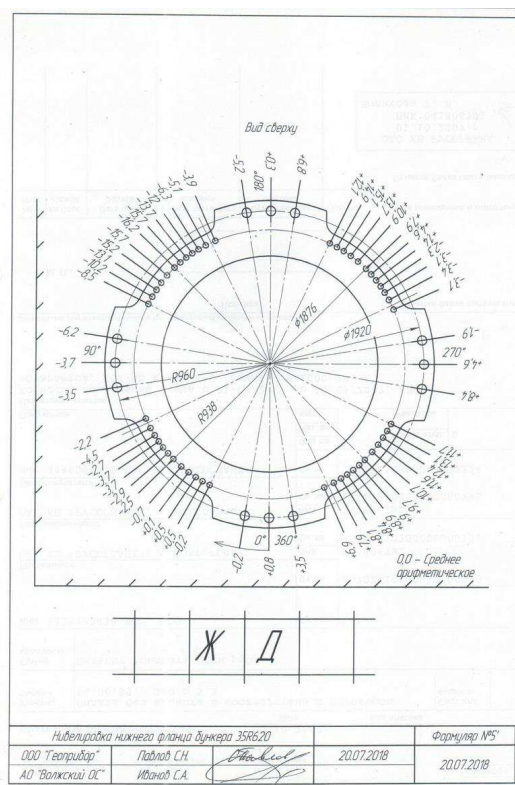


Рисунок 2 - Формуляр № 5 - Нивелировка нижнего фланца бункера 35R620

ООО «Геоприбор» принимает к рассмотрению и выполнению задачи по измерениям с помощью собственной лазерно-оптической техники. Предприятие реализует изготовленную на своем предприятии лазерно-оптическую технику, которая является вариантом импортозамещения. Одним из направлений инновационной политики ООО «Геоприбор» является рассмотрение технических задач на изготовление новых для себя видов лазерно-оптической техники для любых отраслей промышленности и дальнейшее их решение.

Литература

1. Применение лазерных нивелиров для контроля монтажа и настройки оборудования в промышленности [Электронный ресурс] / С.П. Ларииков, С.Н. Павлов, А.А. Самсонов, В.Н. Тышкевич // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии : сб. докл. XI межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 28 апр. 2015 г.) / ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2015. - С. 35-40. – Режим доступа:

http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/11mnpk_2015/11mnpk_2015.pdf.

2. Увеличение точности импортозамещающих лазерных нивелиров с помощью рейки нивелирной цифровой [Электронный ресурс] / С.Н. Павлов, П.С. Павлов, А.А. Самсонов, И.С. Павлов, С.П. Ларииков, В.Н. Тышкевич // XII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 26 апр. 2016 г.) : матер.: сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2016. - С. 72-74. – Режим доступа:

http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/12mnpk_2016/12mnpk_2016.pdf.

3. Компьютерная обработка результатов измерений лазерными нивелирами [Электронный ресурс] / С.Н. Павлов, П.С. Павлов, А.А. Самсонов, И.С. Павлов, С.П. Ларииков, В. Н. Тышкевич // XIII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 17 мая 2017 г.) :сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2017. - С. 122-124. Режим доступа:

http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/13_mnpk_2017/13_mnpk_2017.pdf.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

И. Х. Ижбердеев*, В. Н. Тышкевич**, А. В. Саразов**
*ООО «Нью Тон», **ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ

За десять лет работы ООО «Нью Тон» заслужило репутацию квалифицированного, надёжного производителя и поставщика сельскохозяйственной техники. Конструкторское бюро технического центра ООО «Нью Тон» обладает разработками навесной и прицепной почвообрабатывающей техники. Предприятие постоянно работает над решением задач по наращиванию производства, совершенствованию технологического процесса, расширению номенклатуры выпускаемой продукции. Так кроме почвообрабатывающей техники сейчас ведутся работы по проектированию посевных комплексов, агрегатов для химической обработки и защиты растений, а так же и в других направлениях.

В настоящее время на производство поставлено 12 наименований сельскохозяйственной техники, каждое наименование представлено в разных типоразмерах соответствующих своему тяговому классу энергосредства.

1. Бороны дисковые энергосберегающие **АРГО**.
2. Культиваторы сплошной обработки почвы **KUSTO** (рис. 1).
3. Плуги чизельные **ЧИП**.
4. Плуги лемешные навесные **ПЛН**.
5. Культиватор полевой универсальный комбинированный сплошной обработки почвы **УНИКС-12М**.
6. Культиватор турбо-дисковый **ДИКУЛЬ-10.8**.
7. Культиваторы полевые сплошной обработки почвы **КУПЭ**.
8. Культиваторы полевые универсальные **КОМПАС**.
9. Бороны пропалочные с пружинным зубом **КАКТУС**.
10. Посевные комплексы **КАКТУС+**.
11. Бороны зубовые скоростные **БЗС**.
12. Культиватор стерневой **ДИКУС-6Н**.

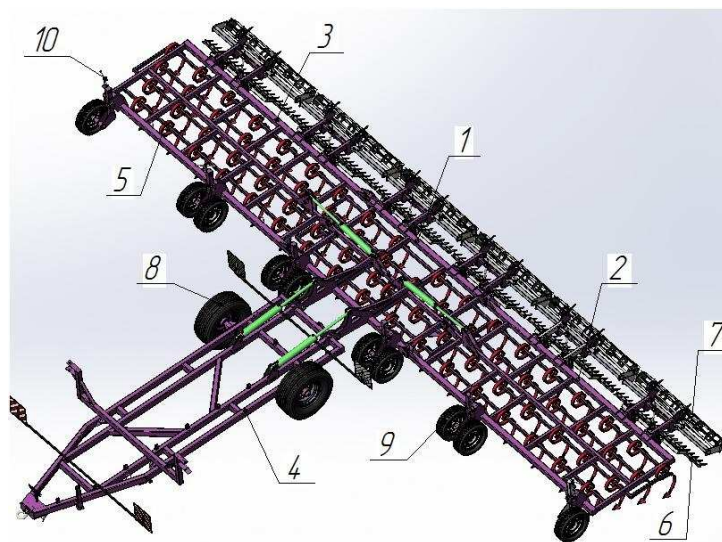


Рисунок 1 - Общий вид культиватора Кусто-12М. 1- основная рама; 2-левое крыло; 3-правое крыло; 4- дышло; 5-инструментальная рама; 6 -разрыхлитель; 7 -каток прикатывающий; 8 -транспортное колесо; 9 - технологические колеса; 10 -регулировочный винт

Взаимодействие с кафедрой «Механика», студенческим конструкторским бюро ВПИ (филиала) ВолгГТУ начато в 2011 году с целью привлечения квалифицированных специалистов для совершенствования, оптимизации конструкций навесной и прицепной почвообрабатывающей техники, привлечения студентов к практическому 3D моделированию. Взаимодействие получается продуктивное, с внедрением конструктивных разработок в производство. В настоящее время в компании работает более десяти выпускников института.

Обзор совместных конструктивных разработок был представлен на конференциях 2014-2017 гг. [1-4]. Представляем здесь последние конструктивные разработки.

На основании проведенного анализа напряжено-деформированного состояния каркаса катка прикатывающего зубчато-кольчатого КЗК-12 «Казак» определены параметры гидроцилиндров и рациональные размеры сечений силовых элементов рамы (рис. 2, 3).

Уменьшение веса рамы составило 450 кг.

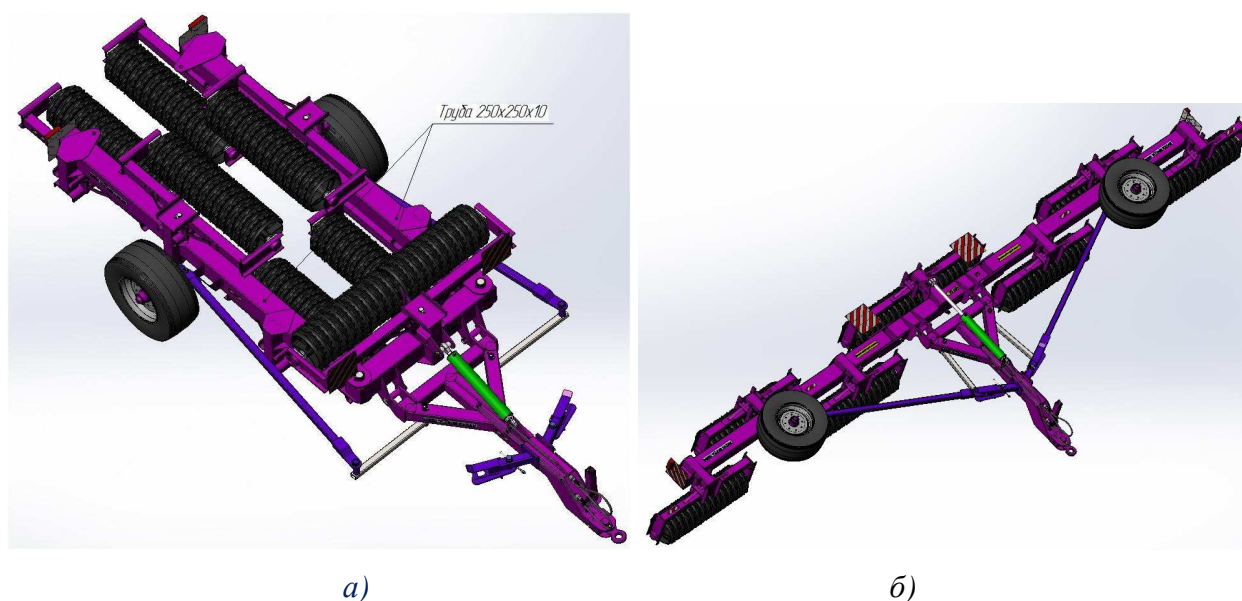


Рисунок 2 - Каток прикатывающий зубчато-кольчатый КЗК-12 «Казак» в транспортном положении (а) и в рабочем положении (б)

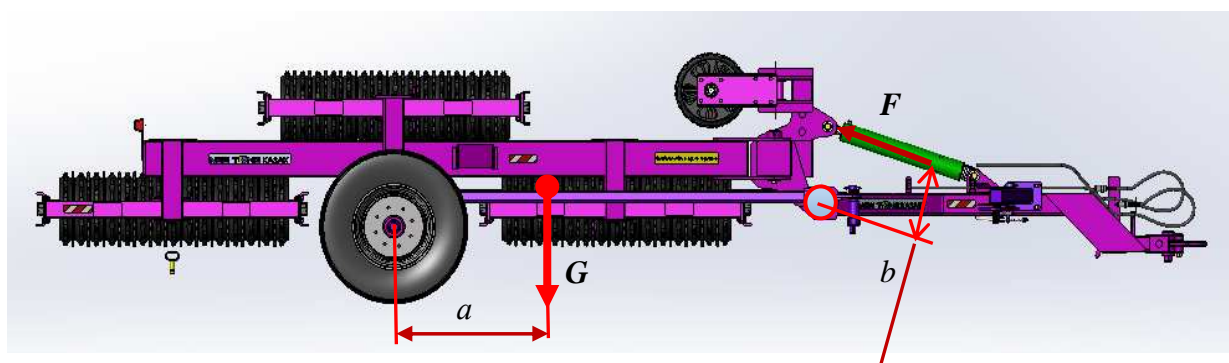
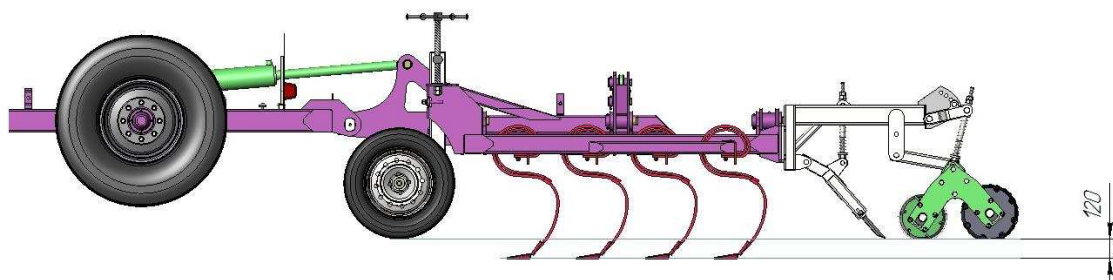
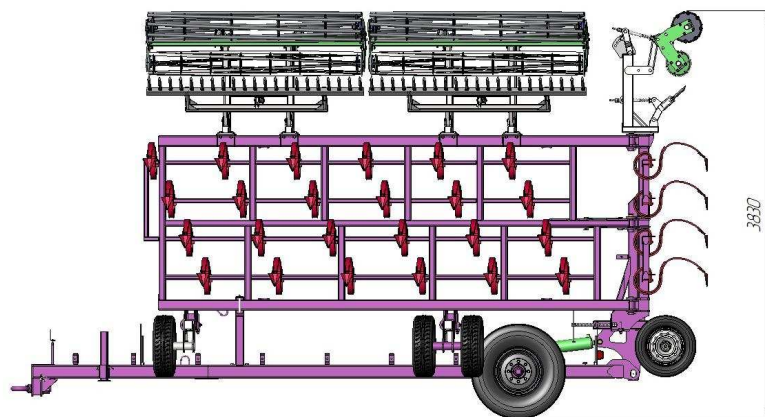


Рисунок 3 – Расчетная схема для определения усилия на штоке гидроцилиндра катка прикатывающего зубчато-кольчатого КЗК-12 «Казак»

Проведен анализ напряжено-деформированного состояния несущих конструкций культиватора КУСТО-12М в рабочем и транспортном положении и оптимизация конструкции под действующие на нее нагрузки (рис. 4).



a)



б)

Рисунок 4 - Культиватора Кусто-12М в рабочем (а) и транспортном (б) положении

На основании проведенного анализа напряжено-деформированного состояния каркаса культиватора в рабочем (рис. 5) и транспортном (рис. 6) положении определены рациональные размеры сечений силовых элементов.

Уменьшение веса несущей конструкции составило 263 кг по сравнению с исходной конструкцией.

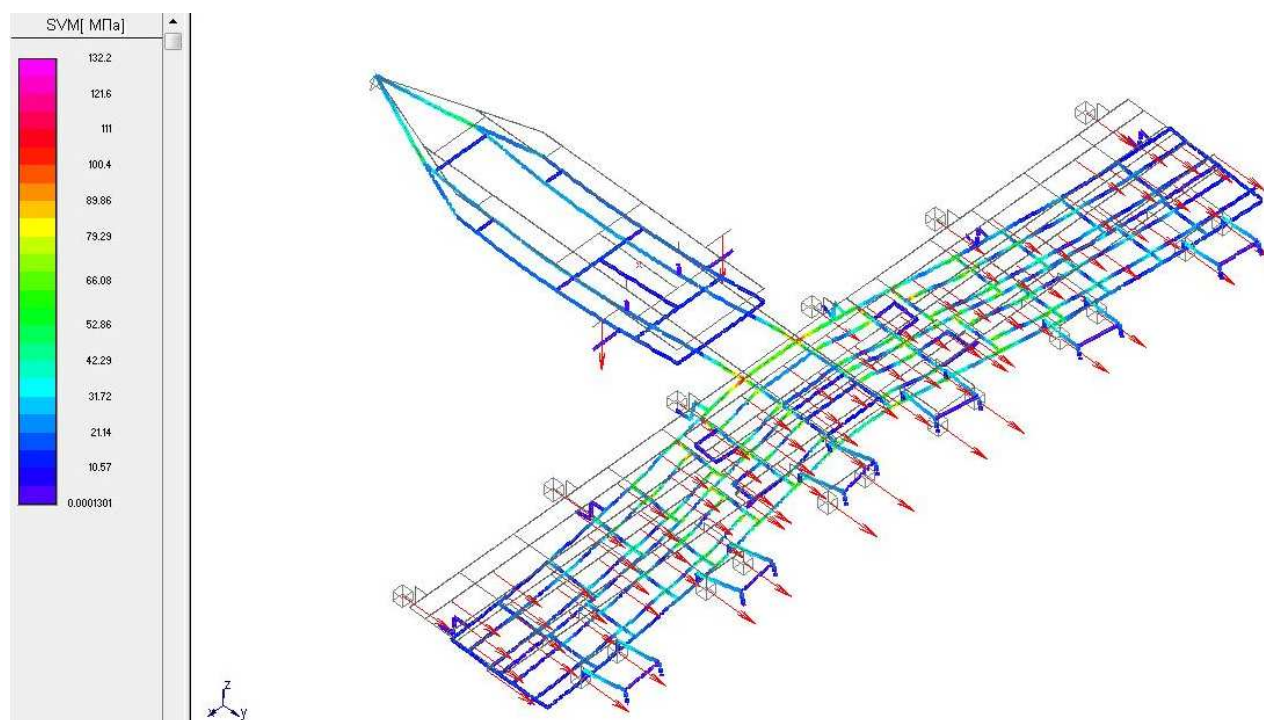


Рисунок 5 - Распределение максимальных эквивалентных напряжений в элементах каркаса дышла и рабочих секций в рабочем положении при рекомендуемых размерах поперечных сечений

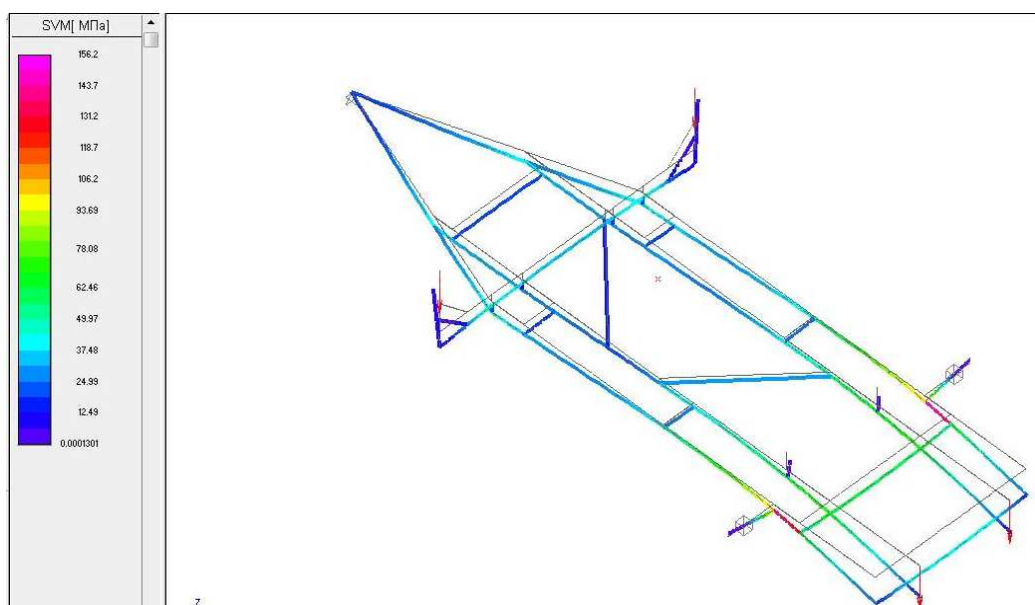


Рисунок 6 - Расчетная схема и распределение максимальных эквивалентных напряжений в элементах каркаса дышла в транспортном положении.

Рекомендуемая конструкция обеспечивает достаточную жёсткость, коэффициенты запаса прочности обеспечивают прочностную надёжность конструкции.

Сотрудничество технического центра ООО «Нью Тон» с кафедрой «Механика», студенческим конструкторским бюро ВПИ (филиала) ВолгГТУ продуктивно и будет продолжено с совершенствованием форм взаимодействия.

Литература

1. Совершенствование конструкции навесной и прицепной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / Ижбердеев И.Х., Страт Э.П., Тышкевич В.Н., Саразов А.В. // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии : сб. докл. X межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 29 апр. 2014 г.) / ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 52-57.

2. Совершенствование конструкции сельскохозяйственной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / И.Х. Ижбердеев, Э.П. Страт, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии : сб. докл. XI межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 28 апр. 2015 г.) / ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2015. - С. 57-62. – Режим доступа :

http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/11mnpk_2015/11mnpk_2015.pdf.

3. Страт, Э.П. Совершенствование конструкции сельскохозяйственной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / Э.П. Страт, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов // XII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 26 апр. 2016 г.) : матер. : сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2016. - С. 90-93. – Режим доступа :

http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/12mnpk_2016/12mnpk_2016.pdf.

4. Глаголов, А.Г. Рациональное проектирование несущих конструкций сельскохозяйственной почвообрабатывающей техники [Электронный ресурс] / А.Г. Глаголов, В. Н. Тышкевич, А.В. Саразов//XIII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 17 мая 2017 г.): сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2017. - С. 108-111. – Режим доступа:

http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/13_mnpk_2017/13_mnpk_2017.pdf.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ВОЛЖСКОМ ФИЛИАЛЕ ОАО «ЕПК САМАРА»

С. Н. Еськов*, В. А. Носенко**, В. Н. Тышкевич**, С. В. Орлов**, А. В. Саразов**
*ОАО «ЕПК Самара», **ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ

Особенность механической обработки деталей малой жёсткости (колец, направляющих) крупногабаритных подшипников авиационного и других назначений – возможность возникновения при закреплении и обработке упругих деформаций, величина которых превышает требуемый допуск отклонения формы обработанной поверхности. Обеспечение требуемого допуска в этом случае значительно увеличивает время и стоимость операции. Управление величиной упругой деформации заготовок при закреплении и механической обработке позволит уменьшить время и стоимость последующих доводочных операций при гарантированном обеспечении геометрической точности детали, повысит производительность механической обработки [1, 2].

Упругие деформации в направлении перпендикулярном поверхности стола станка при закреплении и шлифовании торцов заготовок колец, направляющих линейных подшипников усложняют обеспечение заданного допуска плоскостности обработанной торцевой поверхности. Под нагрузкой при шлифовании заготовка деформируется в направлении перпендикулярном поверхности стола станка. После шлифования и снятия магнитного поля в результате упругих деформаций определенные отклонения от плоскостности возвращаются. Технологические способы их устранения значительно увеличивают время обработки и стоимость операции [3-11].

Цель работы – повышение эффективности плоского шлифования заготовок деталей малой жёсткости (колец, направляющих) крупногабаритных подшипников путем управления их упругой деформацией, возникающей при закреплении и обработке заготовки.

Задача повышения эффективности плоского шлифования торцевых поверхностей колец управлением упругими осевыми деформациями при их закреплении и обработке решалась для наружных колец крупногабаритного конического однорядного роликоподшипника (рис. 1) с размерами, представленными в таблице, где: D , D_1 , C – соответственно наружный, внутренний диаметры и ширина кольца; β – угол конусности; $r = D_0/2$ – соответственно радиус и диаметр центральной оси кольца, проходящей через центр тяжести поперечного сечения; I_{zc} , I_{yc} и I_z , I_y – осевые моменты инерции относительно центральных осей z_c , y_c поперечного сечения кольца и главные центральные моменты инерции; α_1 , α_2 – коэффициенты для оценки применимости теории стержней малой кривизны [3-11].

Из таблицы следует, что для рассматриваемых колец $\alpha_1 = 2\pi r/C > 10$, $\alpha_2 = 0,5(D - D_1)/r < 0,2$. Выполнение этих условий позволяет использовать для определения максимальных осевых упругих деформаций при изгибе кольца теорию стержней малой кривизны. Максимальная осевая упругая деформация кольца определяется методом Мора. Статическая неопределимость кольца раскрывается методом сил. Разработаны математические модели и алгоритмы для определения осевых упругих деформаций, определены условия, обеспечивающие получение заданного допуска плоскостности с учетом упругой деформации при закреплении и механической обработке [3-11].

Таблица – Геометрические параметры исследуемых колец

| Кольцо | D , мм | D_1 , мм | C , мм | β , град | r , мм | I_{zc} , мм ⁴ | I_z , мм ⁴ | I_y , мм ⁴ | η_y | η_k | α_1 | α_2 |
|-------------|----------|------------|----------|----------------|----------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------|
| У-7866А.01 | 375 | 357,5 | 18 | 15,0 | 184,2 | 2939 | 3001 | 431,1 | 0,168 | 0,924 | 64,3 | 0,048 |
| 1077756.01 | 460 | 401 | 62 | 12,7 | 218,4 | 432500 | 439000 | 63610 | 0,162 | 0,878 | 22,1 | 0,130 |
| 777/620Х.01 | 800 | 737 | 71 | 12,0 | 387,6 | 690800 | 699800 | 88250 | 0,141 | 0,864 | 34,3 | 0,081 |

Исходя из проведенных исследований, разработан способ устранения изогнутости торцов колец шлифованием, при котором шлифование первого торца производится с радиальной составляющей силы резания, обеспечивающей осевую деформацию (максимальный прогиб) меньше допуска плоскостности торцов [12].

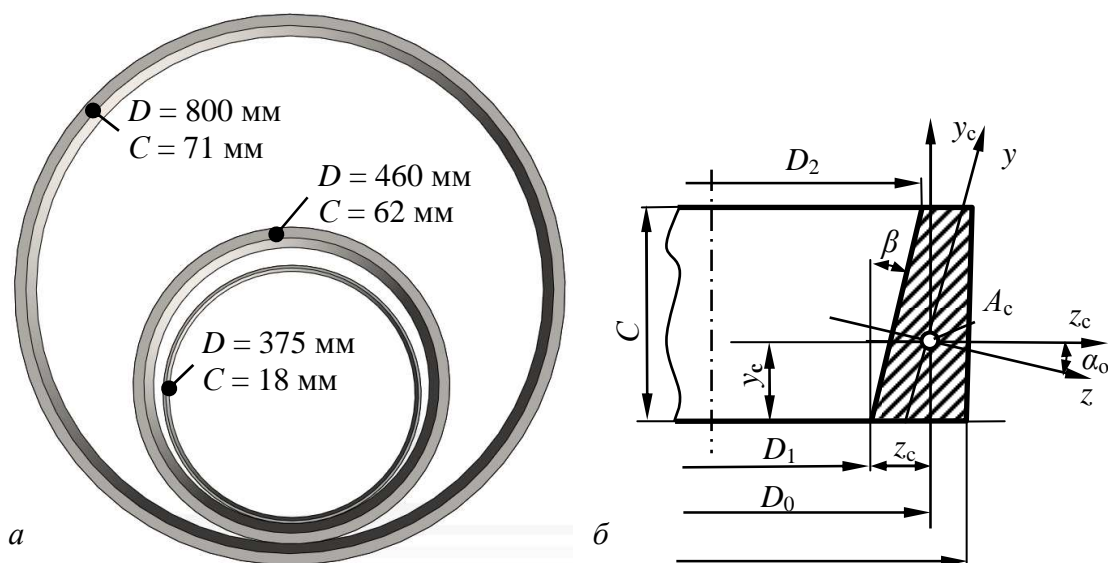


Рисунок 1 - Исследуемые кольца (а) и поперечное сечение кольца (б)

Для выбора оптимальных условий плоского шлифования заготовок, обеспечивающих требуемую шероховатость обработанной поверхности (параметр шероховатости поверхности Ra), допуск плоскостности на операции шлифования и отсутствие шлифовочных прижогов при максимальной производительности процесса, разработана методика, алгоритмы и программы для ЭВМ [13].

Для призматических заготовок (направляющих линейных подшипников) разработаны математические модели и алгоритмы для определения упругих деформаций и управления их величиной для обеспечения требуемого допуска плоскостности обработанной поверхности боковой грани при шлифовании.

Задача повышения эффективности плоского шлифования боковых поверхностей призматических деталей малой жёсткости управлением упругими деформациями при их закреплении и обработке решалась для направляющей роликового однорядного подшипника ЛРХ 6/350 (рис. 2). Для направляющей разработаны рекомендации по совершенствованию технологического процесса. Для рассматриваемых заготовок $\alpha_l = L/h = 350/15 = 23,3 > 10$ (отношение длины заготовки к наибольшему размеру поперечного сечения). Выполнение данного условия позволяет использовать для определения максимальных упругих перемещений при изгибе заготовки теорию стержней.

Максимальная упругая деформация заготовки определяется методом Мора. Статическая неопределимость раскрывается методом сил. Разработаны математические модели и алгоритмы для определения упругих деформаций, определены условия, обеспечивающие получение заданного допуска плоскостности с учетом упругой деформации при закреплении и механической обработке [14-16].

Для выбора оптимальных условий плоского шлифования заготовок, обеспечивающих требуемую шероховатость обработанной поверхности (параметр шероховатости поверхности Ra), допуск плоскостности на операции шлифования и отсутствие шлифовочных прижогов при максимальной производительности процесса, разработана методика, алгоритмы [15, 17].

Выводы.

Разработаны математические модели, алгоритмы и методики оптимизации режимов плоского шлифования периферией круга на станках с магнитным столом заготовок деталей ма-

лой жёсткости (колец, направляющих) крупногабаритных подшипников путем управления их упругой деформацией, возникающей при закреплении и обработке заготовки.

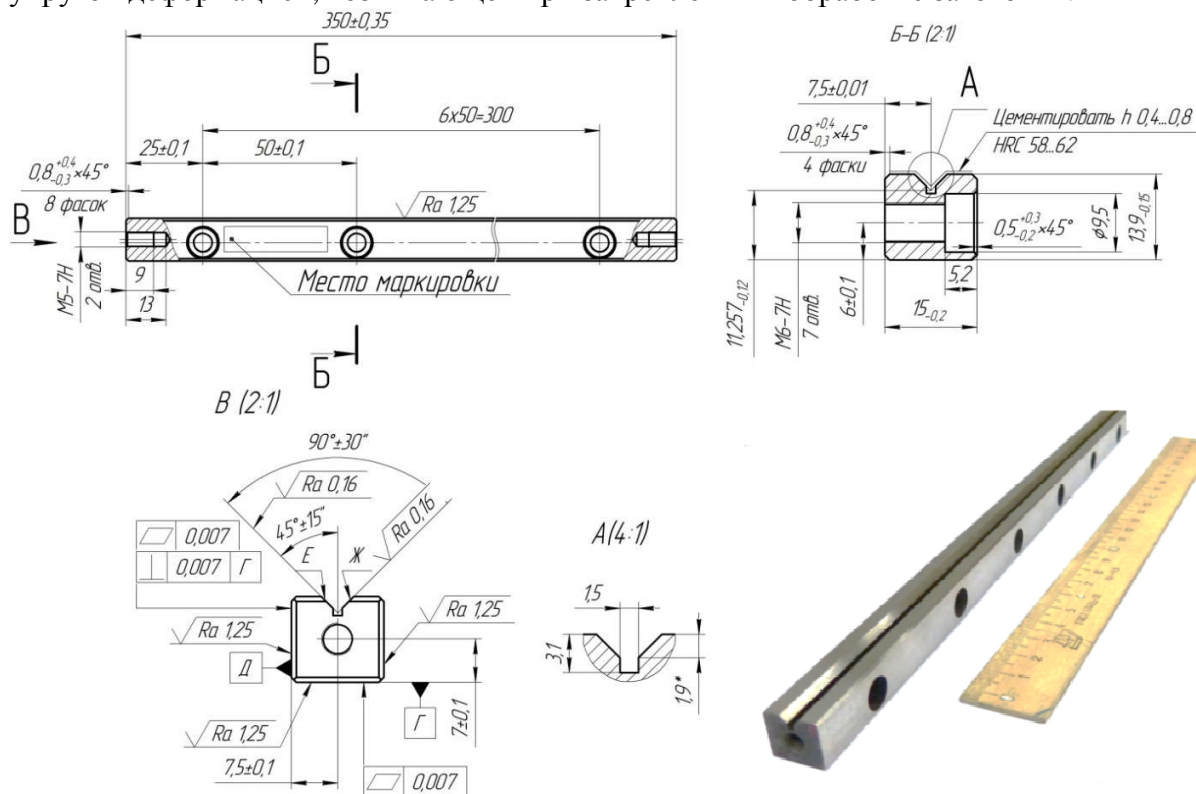


Рисунок 2 – Направляющая роликового однорядного подшипника ЛРХ 6/350

Оптимальные режимы обеспечивают получение заданных требований к качеству обработанной поверхности при максимальной производительности процесса плоского шлифования.

Литература

1. Исследование процессов шлифования внутренних и наружных конусов деталей класса колец: монография / Б.И. Коротков, С.Б. Коротков, В.Н. Тышкевич, С.В. Орлов; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник".- 2007. - 133 с.
2. Гончарова, Е.В. Повышение экономической эффективности плоского шлифования стальных заготовок [Электронный ресурс] / Е.В. Гончарова, В.Н. Тышкевич, Е.А. Сукочева // Научно-методический электронный журнал «Концепт». - 2017. - № 6. - С. 47-54. – Режим доступа : <http://e-koncept.ru/2017/170130.htm>.
3. Влияние осевых деформаций на отклонение от плоскостности торцевой поверхности кольца подшипника при шлифовании / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, С.В. Орлов, А.В. Саразов // Известия вузов. Машиностроение. - 2015. - № 9. - С. 68-74.
4. Моделирование осевых упругих деформаций при шлифовании торцов колец крупногабаритных подшипников / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2016. - № 5 (319). - С. 41-48.
5. The determination of axial displacements during bearing end face grinding / V.A. Nosenko, V.N. Tyszkiewicz, S.V. Orlov, V.B. Svetlichnaya // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. - 2010. - Vol. 39, No 2. - P. 157-160.
6. Оптимальные условия шлифования торцевых поверхностей колец крупногабаритных подшипников / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, С. В. Орлов, А. В. Саразов // Вестник машиностроения. 2015.- № 4. - С. 60 –66.
7. Выбор оптимальных условий плоского шлифования стальных заготовок / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, С.В. Орлов, А.В. Саразов, Е.А. Сукочева // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. - 2016. - № 6. - С. 73-81.

8. Управление осевыми упругими деформациями нежестких колец подшипников при плоском шлифовании торцов / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // Известия вузов. Машиностроение. - 2017. - № 1 (682). - С. 63-70.
9. Алгоритм выбора оптимальных режимов плоского шлифования нежестких заготовок / Носенко В.А., Тышкевич В.Н., Саразов А.В., Орлов С.В.// Системы. Методы. Технологии. – 2017. - №1 (33). – С. 34-38.
10. Носенко, В.А. Повышение эффективности плоского шлифования нежестких заготовок путём управления упругими деформациями / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, А. В. Саразов // Вестник Рыбинского гос. авиационного технологического университета им. П.А. Соловьёва. - 2017. - № 2 (41). - С. 342-348.
11. Носенко, В.А. Optimization of Conditions for Non-rigid Workpieces Flat Grinding by Elastic Deformations Controlling [Электронный ресурс] / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов // Procedia Engineering. Vol. 206 : International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2017) (Saint-Petersburg, Russian Federation, May 16-19, 2017) / ed by A.A. Radionov ; Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, South Ural State University (national research university), Platov South-Russian State Polytechnic University and Far Eastern Federal University. – [Published by Elsevier Ltd.], 2017. – P. 1173–1178. – URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817352980>.
12. Пат. 2370354 Российская Федерация, МПК7 В 24 В 7/04. Способ устранения изогнутости торцов деталей класса колец шлифованием / Орлов С. В., Тышкевич В. Н., Коротков Б. И., Носенко В. А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Волгоградский гос. тех. ун-т. – № 2008110458/02; заявл. 18.03.08; опубл. 20.10.09, Бюл. № 29. – 3 с.
13. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016662620 от 16.11.2016 г. Российская Федерация. Расчёт максимальных осевых деформаций и максимальной удельной силы притяжения магнитного поля стола станка при шлифовании торцовой поверхности кольца подшипника / В.Н. Тышкевич, В.А. Носенко, А.В. Саразов, С.В. Орлов, Д.Н. Лясин; ВолгГТУ. – 2016.
14. Моделирование упругих деформаций при шлифовании торцов нежестких призматических заготовок [Электронный ресурс] / В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко //XIII межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 17 мая 2017 г.): сб. докл. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2017. - С. 116-121. – Режим доступа: http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/13_mnpk_2017/13_mnpk_2017.pdf.
15. Тышкевич, В.Н. Повышение эффективности плоского шлифования торцов призматических заготовок малой жесткости / В.Н. Тышкевич, В.А. Носенко, А.В. Саразов // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2017. - № 9 (204). - С. 105-108.
16. Тышкевич, В.Н. Экспериментальное исследование упругих деформаций нежесткой заготовки при закреплении магнитным полем стола станка [Электронный ресурс] / В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, М.В. Даниленко //16-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 2017 г.) : сб. материалов конф. (1 часть)/ Под редак. С.И. Благинина. ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2017. - С. 183-192. – Режим доступа: http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/16nkpmps/16nkpmps_pt1_v4.pdf
17. Тышкевич, В.Н. Выбор оптимальных условий плоского шлифования заготовок из стали 20Х [Электронный ресурс] / В.Н. Тышкевич, А.В. Саразов, С.В. Орлов // 17-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 23-27 января 2018 г.) : сб. материалов конф. / под. ред. С.И. Благинина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2018. - С. 132-137. – Режим доступа: http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/17nkpmps_2018/17nkpmps_160418.pdf.

АБРАЗИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ФАКТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ

Багайсков Ю.С., д.т.н., профессор кафедры «Механика» Волжского политехнического института (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В последнее время в связи с развитием дорожной и тротуарной инфраструктуры, повышением требований к качеству отделки различных строительных объектов, особенно спортивного и культурного назначения, значительно выросли объемы применения каменных отделочных материалов, причем как природных, так и искусственных. Изделия из таких материалов характеризуются высокой прочностью, износостойкостью, выносливостью к температурным и влажностным колебаниям, а также фактурным видом.

К таким материалам относятся природные гранит, мрамор, лабрадорит, габбро. Искусственным камнем можно считать формованные изделия из гранитной, мраморной крошки, щебня, любых других каменных материалов на цементной основе [1].

В большинстве случаев фактурная обработка каменных материалов производится абразивным инструментом на бакелитовой и магнезиальной связках. Технология изготовления инструментов на бакелитовой связке требует, кроме абразивных материалов, применения достаточно вредных химических компонентов: фенолоформальдегидных смол, ацетона, различных ускорителей и стабилизаторов, с соответствующими термическими процессами полимеризации. Для реализации этой технологии необходимо наличие гидравлических прессов, сложной прессоснастки, бакелизаторов, контрольного оборудования, мощной приточно-вытяжной вентиляции.

С другой стороны, технология производства инструментов на магнезиальной связке как раз намного проще, применяется достаточно простая литейная оснастка (формы), не требуется прессовое и термическое оборудование, исходные материалы являются неорганическими [2]. В связи с этим инструменты на магнезиальной связке получили наибольшее распространение. Они изготавливаются из абразивных материалов карбида кремния зеленого и черного (в основном), также из электрокорунда нормального различной зернистости в зависимости от требований к качеству обработки, от грубого шлифования до чистового. По форме такие инструменты могут быть в виде шлифовальных кругов прямого или фасонного профиля, работающие, как правило, торцевой поверхностью, в виде брусков или сегментов практически любой необходимой конфигурации. При этом эти инструменты могут иметь основания из металла или пластмассы, формирующие жесткие посадочные поверхности.

В состав рецептуры композиции входят абразивные материалы зернистости от 1800 мкм до 10 мкм, порошок магнезита каустического (MgO), раствор хлористого магния ($MgCl_2$) плотностью 1,27-1,29 г/см³. Кроме того могут быть твердые смазки, наполнители упрочняющие и порообразующие, активные добавки, гидрофобизирующие жидкости.

В основе технологии лежит литейный метод получения заготовок, выдержка в формах до суток для осуществления процесса цементации. Исследования показали, что полного набора прочностных свойств композиционный материал инструмента достигает после 40 суток выдержки заготовок при нормальных условиях. Рабочая прочность на изгиб составляет 12-20 МПа, прочность на сжатие – 35-50 МПа. Дальнейшая выдержка (80-100 суток) приводит даже к некоторому снижению прочностных свойств, что необходимо учитывать при эксплуатации инструмента.

В связи с тем, что инструмент и изделия из каменных материалов во время обработки обильно охлаждаются водой (расход воды 10-20 л/мин), проводятся исследования на водостойкость, определяется коэффициент размягчения, как отношение прочности образцов материала после выдержки в воде 24 часа к исходной прочности. Значения коэффициента размягчения составляют: по прочности на изгиб – 0,25-0,35, по прочности на сжатие – 0,7-0,85.

Из практики обработки, на примере гранита, известно, что давление прижима инструмента на обрабатываемую поверхность составляет 1,2-1,4 МПа, число оборотов шпинделя в

минуту 500, наибольшая окружная скорость инструмента (планшайба с 4-6 сегментами) – 7,9 м/с.

Доступность исходных материалов, относительная простота технологии, применяемых оснастки и оборудования позволяют изготавливать абразивные инструменты на магнезиальной связке в условиях самих камнеобрабатывающих предприятий. Такой опыт в отечественной практике имеют Кандопожский и Газелкентский комбинаты, ряд уральских заводов, в зарубежной – фирмы Италии, Норвегии, Германии и других стран.

В связи с вышеизложенным можно рекомендовать шире применять производство камнеобрабатывающего инструмента на магнезиальной связке в условиях малых предприятий, для индивидуального предпринимательства, в том числе в Волгоградском регионе. Так в качестве исходных материалов можно использовать абразивный карбид кремния черного производства Волжского абразивного завода, для хлористого магнезия подходит природный раствор бишофита местного источника.

Литература

1. Берлин Ю. Я., Сычев Ю. И., Шалаев И. Я., Обработка строительного декоративного камня, Л.: Стройиздат. -1979. - 232 с.
2. Заев, В.Ф. Абразивный инструмент на магнезиальной связке для обработки природного камня / В. Ф. Заев, Ю. С. Багайсков, М. П. Шаповалова// Строительные материалы. - 1990. - № 6. - С. 12-13.

УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ

Сериков А.А., к.т.н., ген. директор МУП «Волжская автоколонна №1732»,
Чернова Г.А., к.т.н., ВПИ (филиал) ВолгГТУ, кафедра «Атомобильный транспорт»,
Чернов Д.Н., зам. начальника ЦДС МУП «Волжская автоколонна №1732»

Общественный транспорт в городе Волжском представлен муниципальным и частными перевозчиками. Частные перевозчики пассажиров в результате бесконтрольности со стороны Администрации города организовали маршруты в основном дублирующие маршруты Автоколонны №1732.

Маршруты ОТ проходят в основном по проспекту Ленина и улице Мира. Проблема состоит в то, что из-за перегрузки общественным и индивидуальным транспортом на этих улицах самое большое количество ДТП.

Задачей организаторов перевозки – Администрации города является обеспечение безопасной перевозки пассажиров общественным транспортом.

На основании Документа планирования (по ФЗ №220 от 13.07.2015 г.) в городе Волжском проведена оптимизация маршрутной сети, заключающаяся в отмене маршрутов, дублирующих социальные маршруты Волжской автоколонны № 1732 и в приведении количества автобусов на маршрутах в соответствие с пассажиропотоками. В результате оптимизации количество маршрутов частных перевозчиков должно уменьшиться с 25 до 14, а количество автобусов особо малой вместимости должно уменьшиться на 193 единицы (было 512 ед. на 1 января 2016 года). Подлежат отмене дублирующие маршруты. На основных маршрутах с большим пассажиропотоком должны работать автобусы средней и большой вместимости.

В таблице 1 представлен суммарный пассажирооборот в прямом и обратном направлениях на остановочных пунктах города и % от числа жителей, проживающих в прилегающих к остановочным пунктам микрорайонов, пользующихся общественным транспортом, что показывает текущее состояние предложения на общественный транспорт.

На основании оценки предложения на общественный транспорт определяются участки УДС, где необходимо управлять транспортным спросом за счёт регулирования количеством автобусом. Также возможно перераспределение маршрутов на другие участки УДС, где недостаточное количество маршрутов и жителям приходится пользоваться транспортом за пределами пешеходной доступности.

Таблица 1 - Текущее состояние предложения на общественный транспорт

| № п/п | Остановочные пункты (объединение в прямом и обратном направлениях) | Кол-во жителей | Суммарный пассажирооборот в прямом и обратном направлениях | % от числа жителей пользующихся ОТ |
|---------------------------|--|-----------------|--|------------------------------------|
| Улица Мира | | | | |
| 1 | 37-й микрорайон | 21441 | 3209 | 14,9 |
| 2 | 32-й микрорайон | | | |
| 3 | ТЦ Красный | 18423 | 4370 | 23,7 |
| 4 | Храм С. Саровского | 25489 | 8441 | 33,1 |
| 5 | 25-й микрорайон | | | |
| 6 | Дом торговли+Заря | 33632 | 17297 | 51,4 |
| 7 | ул. Александра (Сбербанк) | | | |
| 8 | 17-й +18-й микрорайоны | 35874 | 15920 | 44,8 |
| 9 | ул. Нариманова | | | |
| 10 | ул. Мира (маг. Искра) | 23409 | 10714 | 45,8 |
| 11 | Стимул | | | |
| Улица Пионерская | | | | |
| 12 | Улица Пионерская | 11,18,19 мкн | 892 | - |
| Бульвар Профсоюзов | | | | |
| 13 | Кинотеатр Юность | 21920 | 8004 | 36,5 |
| 14 | 12-й микрорайон | | | |
| 15 | Молодогвардейцев | 2000 | 661 | 33,1 |
| 16 | Поворот Дружбы | 15а,17,24а,24 | Нет данных | Нет данных |
| 17 | Напротив Оффисмаг | 6,6а,15а,24,24а | Нет данных | Нет данных |
| Улица Химиков | | | | |
| 18 | ТЦ Идея | 32978 | 7495 | 22,7 |
| 19 | Магазин (ул. Химиков) | | | |
| 20 | Химиков 2 | | | |
| 21 | ВПЗ | | | |
| Улица Энгельса | | | | |
| 22 | Оптовая база | 27747 | 4418 | 15,9 |
| 23 | МАН | | | |
| 24 | 8+9 микрорайон | | | |
| 25 | пл. Карбышева | 32793 | 5184 | 15,8 |
| 26 | ул. Советская | | | |
| Проспект Ленина | | | | |
| 27 | Рабочий до ул. Молодогв. | 5729 | 635 | 11 |
| 28 | Поликлиника (Фишера) | 18594 | 14058 | 75,6 |
| 29 | ул. Королева | | | |
| 30 | Центральный Рынок | | | |
| 31 | Парк (дачная) | | | |
| 32 | Товары для школьников | | | |
| 33 | Гостиница Ахтуба | | | |

| | | | | |
|---------------------------------|------------------------------|---------------|-------|-------------------------|
| 34 | пл. Ленина | 33496 | 14888 | 44,4 |
| 35 | Ул. Молодёжная (маршрутки) | | | |
| 36 | ул. Космонавтов | | | |
| 37 | Медколледж | 22929 | 18777 | 81,9 |
| 38 | пл. Свердлова (Спутник) | | | |
| 39 | Ул. Циолковского по тр. | | | |
| 40 | пл. Дворцовая | | | |
| 41 | пл. Строителей | 4000 | 838 | 21 |
| | Магнит | | | |
| Улица Логинова - Речпорт | | | | |
| 42 | Ул. Логинова | Дачный массив | 717 | Проезд на дачу и работу |
| 43 | Грузовой порт (дачная) | | | |
| 44 | ЦРМЗ (ул. Портовая) | | | |
| 45 | Судоремонтный завод | | | |
| 46 | Завод им. Макарова | | | |
| Улица Коммунистическая | | | | |
| 47 | Больничный городок | 19778 | 3891 | 19,7 |
| 48 | ул. Горького | | | |
| 49 | ЖДВ (железнодорожный вокзал) | | | |
| Улица Пушкина до ул. Пионерской | | | | |
| 50 | 37 м/р (ул. Медведева) | 65128 | 5976 | 9,1 |
| 51 | Ул. 87-ая Гвард (по треб) | | | |
| 52 | Ул. 87-ая Гвардейская | | | |
| 53 | 30 микрорайон пр | | | |
| 54 | 24 микрорайон | | | |
| 55 | 22 микрорайон | | | |
| 56 | 21 микрорайон | | | |
| 57 | Ул. Пушкина (Александрова) | | | |
| 58 | Ул. Нариманова | | | |
| 59 | Детская поликлиника | | | |
| Улица Карбышева | | | | |
| 60 | 27 микрорайон, 1-я ост. | 27139 | 4359 | 16,1 |
| 61 | 27 микрорайон, 2-я ост. | | | |
| 62 | ТЦ Простор | Нет жителей | 404 | - |
| 63 | Академика Королева | 47346 | 4398 | 9,3 |
| 64 | Энерготехмаш+Ровестник | | | |
| 65 | пл. Карбышева | | | |
| 66 | Молодежная (пожарка) | 13812 | 1481 | 10,7 |
| 67 | Пушкина (СЭС) | | | |
| 68 | Школа РОСТО | | | |
| Улица Оломоуцкая | | | | |
| 69 | 5-я поликлиника | 29409 | 1427 | 4,9 |
| 70 | Магнит по треб. 8м-товх24х3 | | | |
| Улица Дружбы | | | | |
| 71 | 32 микрорайон | 33972 | 8548 | 25,2 |
| 72 | 40 лет Победы | | | |
| 73 | Светофор (по треб) | | | |
| 74 | 26 микрорайон | 15966 | 2079 | 13 |
| 75 | 23 микрорайон | | | |
| 76 | АТС-9 | | | |

| | | | | |
|--------------------|--|------------|------|------|
| 77 | 19 микрорайон | 44077 | 1416 | 3,2 |
| 78 | ул.Пионер (ул.Дружбы) | | | |
| 79 | Дружбы, школа №27 (по тр) | | | |
| Улица Александра | | | | |
| 80 | Волгомолл | 27347 | 1206 | 4,4 |
| 81 | Лента | | | |
| Ул. 40 лет Победы | | | | |
| 82 | Школа | 13404 | 2000 | 14,9 |
| 83 | Магазин | | | |
| Улица Кирова | | | | |
| 84 | Соцзащита | 9000 | 690 | 7,6 |
| 85 | Магазин | | | |
| Улица Карла Маркса | | | | |
| 86 | Улица Комсомольская | 9834 | 592 | 6 |
| 87 | ДК ВГС | | | |
| Улица Логинова-ЛПК | | | | |
| 88 | Логинова - Пос. Краснооктябрьский 23 остановки | Нет данных | 6815 | - |

В настоящее время транспортное предложение общественного транспорта представлено маршрутами муниципальной автоколонны на автобусах средней и большой вместимости и частных перевозчиков на автобусах малой вместимости. В основном, все городские маршруты проходят по основной улице Мира и проспекту Ленина.

Зонами притяжения являются улицы Мира и проспект Ленина, куда жители города приезжают со стороны улицы Энгельса и со стороны Рабочего Посёлка, улицы Молодогвардейцев и выезжают в тех же направлениях. На этих улицах суммарный пассажирооборот от 50 до 80% от количества проживающих жителей в зоне остановочных пунктов. Транспортный спрос на проспекте Ленина отрегулировать можно только введением трамвая с целью обеспечения безопасной перевозки пассажиров: уменьшением количества ДТП и улучшения экологии. Для регулирования транспортного спроса на улице Мира необходимо перераспределить пассажиропоток на улицу Дружбы введением на ней дополнительных маршрутов, выходящих на улицу Химиков и Бульвар Профсоюзов.

Если жители выезжают из своего микрорайона и возвращаются обратно, то по опыту проведенных обследований пассажиропотоков можно предположить, что суммарный пассажирооборот достигает 15-20%. Жители микрорайонов (8, 9, 10), прилегающих к улицам Химиков и Энгельса обеспечиваются общественным транспортом. В связи с отменой маршрутов частных перевозчиков №15 «32 микрорайон-ЖДВ» и №40б «32 микрорайон-ЛПК» не будет связи с ЖДВ. Отсутствует в настоящее время транспортная связь с улицей Александра.

Неудовлетворительный транспортный спрос жителей города, проживающих в микрорайонах, прилегающих к улицам Пушкина, Дружбы на участке от ул. Александра до Бульвара Профсоюзов, Александра, Олдомоуцкой, улице Карбышева от площади Карбышева до Росто. На улицах Химиков и Энгельса нужна связь с улицей Александра. Несмотря на большую населённость 18 и 19 микрорайонов на улице Дружбы проходят только маршрут №1 МУП ВАК №1732 и маршруты №1, №11 маршрутных такси.

Поэтому актуальным является оценка транспортной доступности на общественный транспорт жителей города по микрорайонам и участкам улично-дорожной сети. Составлены матрица транспортной доступности по микрорайонам и кварталам города, позволяющая оценить связь между ними через общественный транспорт. Оценка матрицы позволяет оценить состояние транспортного спроса и спрогнозировать дальнейшее развитие общественного транспорта.

Для определения доступности общественного транспорта для жителей микрорайонов и кварталов города, разработана матрица транспортной доступности общественного транспорта МУП «Волжская автоколонна №1732». Пример матрицы с 38 по 28 микрорайоны представлен на рис. 1.

| Наименование р-он | 38 мр | 37 мр | 32а мр | 32 мр | 31 мр | 30 мр | 27 мр | 26 мр | 25 мр | 24 мр | 28 мр |
|-------------------|--------------|--|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|
| 38 мр | 0 пеш.дост. | 2У прям | 2У прям | 14,24 прям | 14,24 прям | нет | нет | 14,24 прям | 14,24 прям | 2У прям | |
| 37 мр | пеш.дост. | 0 2У прям | 2У прям | 14,24 прям | 14,24,27 прям | нет | нет | 14,24 прям | 14,24,27 прям | 2У прям | |
| 32а мр | нет | нет | 0 пеш.дост. | нет | нет | 2,1а,5 прям | 2,1а,5 прям | 5 прям | кольцо | 2,1а прям | |
| 32 мр | нет | нет | пеш.дост. | 0 пеш.дост. | нет | нет | 2,1а,5 прям | 2,1а,5 прям | 1,5 прям | кольцо | 2,1а прям |
| 31 мр | 14,24 обрат | 14,24 обрат | нет | пеш.дост. | 0 пеш.дост. | нет | нет | 1 прям | 14,24,1 прям | 14,24 прям | нет |
| 30 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | нет | нет | пеш.дост. | 0 пеш.дост. | нет | нет | 14,24 прям | 14,24,27 прям | нет |
| 27 мр | нет | нет | 5,2,1а обрат | 5,2,1а обрат | нет | нет | 0 пеш.дост. | 0 пеш.дост. | 5 прям | нет | 2,1а прям |
| 26 мр | нет | нет | 5,2,1а обрат | 1,5,2,1а обрат | 1 обрат | нет | пеш.дост. | 0 пеш.дост. | 5 прям | нет | 2,1а прям |
| 25 мр | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 5 обрат | 1,5 обрат | 14,24,1 обрат | 14,24 обрат | 5 обрат | 5 обрат | 0 пеш.дост. | нет | |
| 24 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | нет | нет | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | нет | нет | пеш.дост. | 0 нет | |
| 28 мр | нет | нет | 2,1а обрат | 2,1а обрат | нет | нет | 2,1а обрат | 2,1а обрат | 5 прям | нет | 0 |
| 23 мр | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 5 прям | 1,5 обрат | 1,14,24 обрат | 14,24 обрат | 5 прям | 1,5 обрат | 1,5,14,24 обрат | 14,24 обрат | нет |
| 21/22 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5 обрат | 5 обрат | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5 обрат | 5 обрат | 5,14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5 обрат |
| Рабочий 2 | 25 обрат | 2У обрат | 2 обрат | 2 обрат | 2У обрат | нет | 2 обрат | 2 обрат | нет | нет | 2 обрат |
| 19 мр | нет | нет | 2,1а обрат | 1,2,1а обрат | 1 обрат | нет | 2,1а обрат | 1,2,1а обрат | 1 обрат | нет | 2,1а прям |
| 18 мр | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 5,1а обрат | 1,5,1а обрат | 1,14,24 обрат | 1,14,24 обрат | 5,1а обрат | 1,5,1а обрат | 1,5,14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат |
| 17 и 10/16 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5 обрат | 5 обрат | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5 обрат | 5 обрат | 5,14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5 обрат |
| Рабочий 1 | 25 обрат | 27 обрат | 2,5 обрат | 1,5,2 обрат | 1 обрат | 27 обрат | 2,5 обрат | 1,5,2 обрат | 1,5 обрат | 27 обрат | 2 обрат |
| 12 мр | 24 обрат | 24,27 обрат | 2,5,1а обрат | 1,2,5,1а обрат | 1,24 обрат | 24,27 обрат | 2,5,1а обрат | 1,2,5,1а обрат | 1,5,24 обрат | 24,27 обрат | 2,1а обрат |
| 11 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5,1а обрат | 1,5,1а обрат | 1,14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5,1а обрат | 1,5,1а обрат | 1,5,14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 1а обрат |
| 10 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5,1а обрат | 5,1а обрат | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 5,1а обрат | 5,1а обрат | 5,14,24 | 14,24,27 обрат | 1а обрат |
| 14 мр | 25 обрат | 27 обрат | 2,5 обрат | 1,2,5 обрат | 1 обрат | 27 обрат | 2,5 обрат | 1,2,5 обрат | 1,5 обрат | 27 обрат | 2 обрат |
| 13 мр | 25 обрат | 27 обрат | 2,5 обрат | 1,2,5 обрат | 1 обрат | 2У обрат | 2 обрат | 1,2,5 обрат | 1,5 обрат | 27 обрат | 2 обрат |
| 7 мр | 25 обрат | 27 обрат | 2,5 обрат | 1,2,5 обрат | 1 обрат | 2У обрат | 2 обрат | 1,2,5 обрат | 1,5 обрат | 27 обрат | 2 обрат |
| 9/1 мр | 14 обрат | 14,27 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14 обрат | 14,27 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14 обрат | 14,27 обрат | 1а обрат |
| 41 кв | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат |
| 42 кв | 14 обрат | 14,27 обрат | 2,5 обрат | 1,2,5 обрат | 1,14 обрат | 14 обрат | 2,5 обрат | 1,2,5 обрат | 1,5,14 обрат | 14,27 обрат | 1а,2 обрат |
| 9/2 мр | 14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 1а,5 обрат | 1а,1,5 обрат | 1,14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 1а,5 обрат | 1а,1,5 обрат | 1,14,24 обрат | 14,24,27 обрат | 1а обрат |
| 39 кв | 14 обрат | 14,27 обрат | 1а,2,5 обрат | 1а,1,2,5 обрат | 1,14 обрат | 14,27 обрат | 1а,2,5 обрат | 1а,1,2,5 обрат | 1,5,14 обрат | 14,27 обрат | 1а,2 обрат |
| 36 кв | 14 обрат | 24,27 обрат | 1а,2,5 обрат | 1а,1,2,5 обрат | 1,14 обрат | 14,27 обрат | 1а,2,5 обрат | 1а,1,2,5 обрат | 1,5,14 обрат | 14,27 обрат | 1а,2 обрат |
| 40 кв | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат |
| 8 мр | 14,24 обрат | 14,24 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14 обрат | 14 обрат | 1а обрат | 1а обрат | 14 обрат | 14 обрат | 1а обрат |
| 37/38 кв | 14, 25 обрат | 1,24,27,2У обрат | 1,2,1а,5 обрат | 1,2,1а,5 обрат | 1,14 обрат | 14,27,2У обрат | 2,5,1а,2У обра | 1,2,1а,5 | 5,14,25 обрат | 14,27 обрат | 2,1а,2У обрат |
| 34/35 кв | 14, 25 обрат | 1,24,27,2у обрат | 1,2,1а,5 обрат | 1,2,1а,5 обрат | 1,14 обрат | 14,27,2У обрат | 2,5,1а,2У обра | 1,2,1а,5 | 5,14,25 обрат | 14,27 обрат | 2,1а,2У обрат |
| 1-15 кв | 14 обрат | 14,27 обрат | 2 обрат | 2 обрат | 14 обрат | 14,27 обрат | 2 обрат | 2,5 обрат | 5,14 обрат | 14,27 обрат | 2 обрат |
| 18/23 кв | 24, 25 обрат | 24, 2У обрат | 1,2,1а обрат | 1,2,1а обрат | 1,24,2У обрат | 24,2У обрат | 1а,2,2У обрат | 1,2,1а | 1,24,25 обрат | 24 обрат | 2 обрат |
| 26/30 кв | 24 обрат | 24 обрат | 2,1а обрат | 1,2,1а обрат | 1,24 обрат | 24 обрат | 2,1а обрат | 1,2,1а обрат | 1,24,25 обрат | 24 обрат | 2,1а обрат |
| 27/29/Д/Е кв | 24 обрат | 24 обрат | 1а обрат | 1,1а обрат | 1,24 обрат | 24 обрат | 1а,2У обрат | 1,1а | 1,24,25 обрат | 24 обрат | 1а обрат |
| 21/22/В/Г кв | 24, 25 обрат | 24 обрат | 1а обрат | 1,1а обрат | 1,24 обрат | 24 обрат | 1а обрат | 1,1а обрат | 1,24,25 обрат | 24 обрат | 1а обрат |
| 9/10 кв | 14 обрат | 14,27 обрат | 2 обрат | 2 обрат | 5,14 обрат | 14,27 обрат | нет | 2 обрат | 14 обрат | 14,27 обрат | 2,14 обрат |
| 8/20/А/Б кв | нет | нет | 2 обрат | 2 обрат | нет | нет | нет | нет | нет | нет | 2 обрат |
| | | 14,24 прям - основные внутригородские маршруты | | | | | | | | | |
| | | 1а обрат - вспомогательные маршруты | | | | | | | | | |
| | | пеш.дост. - пешеходная доступность | | | | | | | | | |
| | | нет - нет транспортной доступности | | | | | | | | | |

Рис. 1. Матрица транспортной доступности (38-28 микрорайоны).

В таблице по горизонтали и вертикали даны наименования микрорайонов и кварталов. На пересечении строки и столбца в соответствующей клетке даны номера маршрутов, соединяющих микрорайоны с микрорайонами или микрорайоны с кварталами в прямом или обратном направлениях. Если обеспечивается только пешеходная доступность (400 метров до остановки), то в соответствующей клетке наносится обозначение «пешеходная доступность». Если маршрутов нет, то заносится надпись «нет».

В результате определено следующее.

1. Отсутствует транспортная связь 8, 9 и 10 микрорайонов по улицам Химиков и Энгельса с 32 микрорайоном. Предлагается ввести новый маршрут №1а «32 микрорайон-ЖДВ», проходящий по улицам Дружбы, Бульвар Профсоюзов, Химиков, Энгельса, Карбышева до ЖДВ. По улице Химиков проходит только рабочий маршрут №21 с 32 микрорайона до химволокна.
2. Отсутствует транспортная связь 8, 9 и 10 микрорайонов по улицам Химиков и Энгельса с 28 микрорайоном. Предлагается ввести новый маршрут с условным номером №1б «28 микрорайон-ЖДВ», проходящий по улицам Карбышева, Александрова, Дружбы, Бульвар Профсоюзов, Химиков, Энгельса, Карбышева до ЖДВ. Этот маршрут позволяет пассажирам посещать крупные торговые центры города Волжского ГМ «Лента», «Добрострой», ГМ «Оби», ТЦ «Магнит».
3. Отсутствует транспортная связь 9 и 10 микрорайонов по улицам Пушкина и Химиков с Городской больницей, расположенной в 7 микрорайоне по проспекту Ленина. Предлагается маршрут №27 продлить по улице Пушкина до улицы Химиков и далее по Бульвару Профсоюзов через улицу Молодогвардейцев на проспект Ленина до ГМ «Магнит».
4. Отсутствовала транспортная связь с 37 и 38 микрорайонов к микрорайонам 32, 32а, 27, 28, 14, 13, 7, Рабочим Посёлком. Введение в 2017 году маршрута №2У «32 микрорайон-Гипермаркет Магнит» и продление его в 2018 году до 38 микрорайона через улицу 87-ой Гвардейской Дивизии по улице Карбышева с выходом через улицу Молодогвардейцев на проспект Ленина обеспечило транспортную связь с этими районами. Кроме того, для обеспечения пешеходной доступности жителей новых микрорайонов на улице Карбышева были оборудованы остановочные пункты. Для информированности пассажиров на остановочных пунктах по маршруту имеется расписание движения автобусов.

Для управления спросом на общественный транспорт МУП «Волжская автоколонна № 1732» запустила в 2017 году сервис «Транспорт – онлайн». Сервис позволяет в режиме реального времени отслеживать местонахождение общественного транспорта. Кроме того, здесь же можно получить информацию о времени прибытия автобуса на конкретную остановку. Сервис базируется на данных ГЛОНАСС, а также диспетчерской службы автоколонны.

Пассажиры также могут воспользоваться мобильным приложением «Умный транспорт» для того, чтобы узнавать о движении автобусов с телефона.

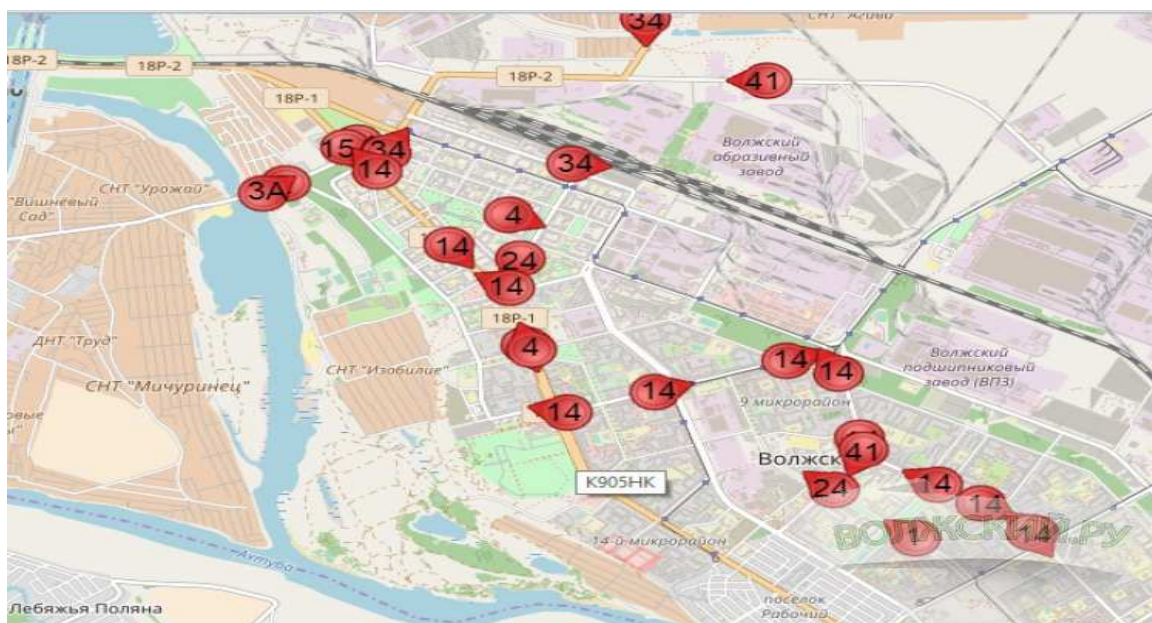


Рис. 2. Информация о движении автобусов в городе Волжском по Приложению «Умный транспорт».

Приложение позволяет пассажирам отслеживать время подхода автобусов к остановочному пункту по каждому конкретному автобусу, рационально спланировать свой график и свои поездки. Так же через приложение в смартфоне можно узнать расписание прибытия автобуса на каждую из остановок.

Приказ Минтранса РФ №347 устанавливает для организаторов перевозок пассажиров общественным транспортом порядок обеспечения перевозок пассажиров инвалидов-колясочников и пассажиров с колясками. Для этого общественный транспорт должен быть оборудован техническими средствами для перевозки инвалидов-колясочников.



Рис. 3. Выкидная платформа-аппарель.

Чтобы предоставить возможность инвалидам пользоваться общественным транспортом автобусы должны быть низкопольными или среднепольными с выкидной платформой для инвалидных кресел: она представляет собой металлическую площадку, которая поднимается от пола изнутри салона и покатом опускается на тротуар, чтобы инвалид в кресле мог удобно заехать в салон. Если нужна помощь при посадке-высадке, водитель выходит и лично помогает пассажиру (рис. 3).

Для привлечения пассажиров на общественный транспорт все автобусы должны быть кондиционированы, а в холодное время хорошо отапливаться, из-за чего повышается спрос на общественный транспорт.

Все автобусы МУП «Волжская автоколонна №1732», перевозящие пассажиров на городских маршрутах, среднепольные и низкопольные и оборудованы для перевозки инвалидов. Все маршрутные такси «Газель» частных перевозчиков перевозку инвалидов не производят.

Кроме оборудования автобусов техническими средствами для создания комфортности и удобства поездки организаторы перевозок также должны учитывать психологию покупателя услуги (перевозка пассажиров) и создать предпосылки для повышения интереса к предлагаемой услуге. То есть общественный транспорт должен стать привлекательным для пассажиров и обеспечить пассажиру информационные услуги и удобство при оплате проезда с соответствующей системой скидок. А для этого перевозчики также должны использовать различные технические средства для привлечения пассажиров на остановочных пунктах, при оплате проезда.

В настоящее время на всех остановочных пунктах города Волжского имеются расписание движения автобусов в табличном варианте.

В крупных городах РФ и за рубежом широко используются информационные электронные табло, позволяющие пассажиру знать время прибытия автобуса и принимать соответствующие решения. Также указываются номера телефонов, по которым можно узнать время прибытия конкретного автобуса и названия станций пересадок. Пример информационного табло на остановочном пункте представлен на рис. 4.



Рис. 4. Информационное табло на остановочном пункте.

На площади Свердлова (остановочный пункт «Площадь Свердлова») напротив медицинского колледжа установлена первая и единственная в городе Волжском «умная» остановка (рис. 5).

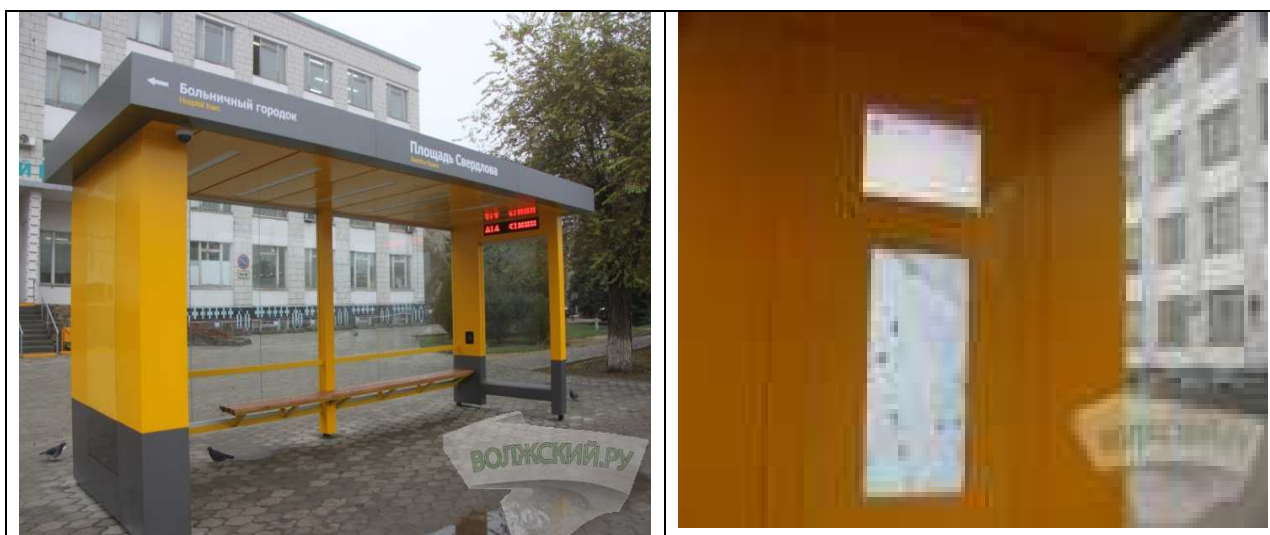


Рис. 5. «Умная остановка» на площади Свердлова.

Павильон оборудован **USB-портами** для зарядки различных телефонов и **Wi-FiFree**. На встроенном электронном табло можно посмотреть карту города, узнать движение автобусов по разным маршрутам, время прибытия общественного транспорта на данную остановку и конечный пункт следования. Имеется бегущая строка, на которой указывается время прибытия ближайшего маршрута. На экране и табло отображаются маршруты даже тех автобусов, которые не останавливаются на данной остановке (№№ 5, 7, 14 и 34). В павильоне установлено светодиодное освещение, а также камера видеонаблюдения. Стены павильона имеют антивандальное защитное покрытие.

В результате модернизации остановочных пунктов планируется в городе установить 26 прозрачных остановочных павильонов из триплекс стекла с «бегущей строкой», а в промзоне 6 металлических остановок.

Современные информационные системы на транспорте позволяют осуществлять полное сопровождение пассажира от дома до точки назначения с помощью мобильных технологий. Что касается пересадок, то проездка становится практически непрерывной – соответствующей плану.

Совершенствуются функции диспетчеризации, которые дают возможность определять местоположение транспортных средств, а также пассажиров, точек их пересечения. Управление переходит на более высокий уровень, прогнозы формируются через моделирование развития ситуации на основе базы знаний, повышается точность и достоверность отчётов.

Таблица 2 - Поколения информационных систем на транспорте

| № п/п | Особенности | Недостатки | Преимущества |
|------------------|---|--|--|
| Первое поколение | Бумажный билет и кондуктор | Слабый учёт, неактуальная и недостоверная отчётность | Простота, дешевизна |
| Второе поколение | Транспортные карты, валидаторы, турникеты, автоматы пополнения | Возможные сбои в системе | Безналичная оплата проезда и учёта поездок |
| Третье поколение | Применение электронной и автоматической оплаты с использованием универсальных платежей и банковских технологий, телефонов, мобильных приложений. Возможность полного сопровождения пассажира от дома до точки назначения, получение точной информации прибытия автобуса на остановку для планирования маршрута. | Невозможность привлечения всех жителей города за счёт инерции. Необходимость обучения населения. | Простота |

Пассажиры обращают внимание на:

1. - способ оплаты (кондуктор, водитель, самообслуживание);
2. - платёжный инструмент (наличные, карта, смартфон и др.);
3. - тип билета (бумажный, электронный, виртуальный и др.);
4. - сервисы информирования (на остановках, в транспортных средствах, мобильных приложениях);
5. - льготы (способ регистрации, тип документа о льготах и др.);
6. - технологию пополнения счёта транспортных карт предоплаты;
7. - дополнительные сервисы (интернет, перехватывающие парковки, остановки и др.);
8. - безопасность (стиль вождения, наполняемость транспортного средства и его техническое состояние).

Система единого билета не может существовать без сопутствующих информационных сервисов, предоставляющих пассажирам информацию о состоянии единого билета, возможностях его использования и др.

Применение электронных транспортных карт в г. Волгограде увеличило спрос на услуги общественного транспорта.

В МУП «Волжская автоколонна №1732» планируется введение электронных проездных билетов в течение 3-х лет.

Выводы.

Способами управления спросом на общественный транспорт являются:

- совершенствование оперативного диспетчерского управления;
- информированность пассажиров на остановочных пунктах о расписании движения автобусов – электронные табло;
- информированность населения о движении транспорта на маршруте;
- управление информационными потоками в автобусе;
- электронная оплата проезда с использованием сквозного проезда с пересадками и временным интервалом;
- использование системы единого билета на все виды наземного автомобильного транспорта, трамвай, троллейбус, метро;
- использование пассажирами программных приложений, позволяющих отслеживать движение автобуса в реальном режиме времени;
- использование систем скидок для льготных категорий пассажиров;
- перевозка пассажиров инвалидов-колясочников с использованием технических средств в автобусах;
- для привлечения пассажиров на общественный транспорт все автобусы должны быть кондиционированы.

С целью обеспечения безопасной и качественной перевозки пассажиров в городе Волжском должны применяться автобусы средней и большой вместимости.

Литература

1. Пржибыл Павел, Свитек Мирослав. Телематика на транспорте. Перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой. Под ред. проф. В.В. Сильянова. М.: МАДИ (ГТУ), 2004. – 540 с.
2. Приказ Минтранса РФ №347 от 01.12.2015 г. Об утверждении Порядка обеспечения условий доступности для пассажиров из числа инвалидов транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта, автовокзалов, автостанций и предоставляемых услуг, а также оказания им при этом необходимой помощи.
3. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. Учебник для студ. учреждений сред.проф. образования. — 5-е изд., перераб. — М.: Академия, 2010. — 400 с.
4. Сайт Администрации города Волжского admvol.ru/departments//.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛЯРНОСТЬЮ РАБОТЫ АВТОБУСОВ В ГОРОДЕ ВОЛЖСКОМ

Чернова Г.А., к.т.н., ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Чернов Д.Н., зам. начальника ЦДС МУП «Волжская автоколонна №1732», Кретьова А.А., инженер ОЭ МУП «Волжская автоколонна №1732»

Основной задачей диспетчерского управления на городских автобусных маршрутах является оперативное управление выходом автобусов на маршруты по расписанию, работе автобусов по расписанию. Регулярность подхода автобусов к остановочному пункту мобилизует не только водителей, но и пассажиров, тем самым повышая спрос на общественный транспорт.

Кроме того, диспетчер производит корректировку графиков, осуществляет контроль времени выполнения рейсов, количества перевезённых пассажиров, транспортной работы; составляет оперативные справки и отчёты в конце смены по выполненной транспортной работе и по количеству перевезённых пассажиров; производит учёт оплаты проезда по электронным карточкам: по количеству, по остановочным пунктам, по каждому автобусу.

Для оперативного управления используются автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ). Так как на сбор информации влияют условия эксплуатации автобусов на улично-дорожной сети, необходимо выбрать соответствующую модель по сбору и обработке информации с учетом условий эксплуатации. Особенно это актуально для городского пассажирского общественного транспорта. В городе Волжском в МУП «Волжская АК №1732» на 25 маршрутах работают более 190 автобусов средней, большой и особо-большой вместимости. Кроме этого, на 15-ти маршрутах города работают около 400 маршрутных такси.

Общая схема информационно-вычислительной сети АСДУ представлена на рис.1.

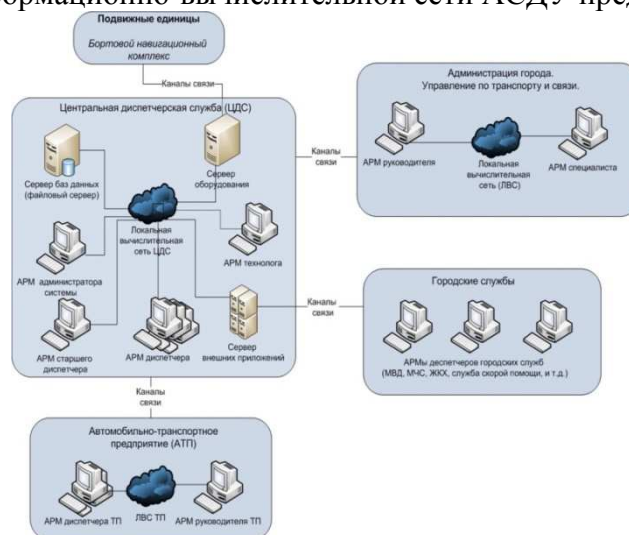


Рис. 1. Общая схема информационно-вычислительной сети АСДУ.

Распределенная вычислительная сеть АСДУ включает в себя головной вычислительный комплекс в центральной диспетчерской службе (ЦДС) или в центральной диспетчерской АТП, локальные вычислительные сети АТП и определенные автоматизированные рабочие места специалистов, участвующих в организации перевозочного процесса. [1].

Эту схему можно применять для управления пассажирскими перевозками в городе Волжском. Заказчиком перевозок является Администрация города, в лице Комитета по благоустройству и дорожного хозяйства.

Планируется создание городской ЦДС (центральной диспетчерской службы). В автотранспортном предприятии (МУП «Волжская АК№1732») имеется своя служба ЦДС. Планируется, что она будет работать совместно с городской Волжской ЦДС.

Технология диспетчерского управления транспортом на базе систем транспортной телематики представлена на рис. 2.



Рис. 2. Укрупненная схема технологии автоматизированного диспетчерского управления транспортом.

При диспетчерском управлении городским пассажирским общественным транспортом необходимо получение следующей информации.

Сбор информации о транспортном средстве

В основном, информацию, получаемую от автобусов на маршрутах, можно разделить на два блока: - информация о местоположении автобуса (координаты, контрольные пункты, и т. д.); - информация, характеризующая работу автобуса (дополнительно могут учитываться такие показатели, как расход топлива, состояние основных узлов и агрегатов).

В обоих случаях автобус нужно оснастить оборудованием, которое осуществляет сбор информации, поступающей как от датчиков, установленных на ТС, так и от навигационных блоков.

Передача информации в диспетчерский центр

Передача оперативной и достоверной информации в диспетчерский пункт в режиме реального времени.

Обработка информации, полученной от транспортных средств

Информация от транспортных средств, полученная диспетчерским пунктом, обрабатывается с помощью специализированного программного обеспечения.

Формирование выходных данных, управляющих воздействий

Формирование выходных данных позволяет анализировать выполненную транспортную работу за определенный период времени.

Все традиционные автоматизированные системы диспетчерского управления осуществляют контроль за транспортным средством на маршруте по двум или более остановкам, которые совпадают с контрольными пунктами. Обычно контрольными пунктами являются конечные, а также одна или несколько промежуточных остановок на маршруте. Диспетчер принимает решение по управлению перевозочным процессом, опираясь на информацию о фактическом времени прохождения транспортным средством данных кон-

трольных пунктов.

Получая информацию только в нескольких точках маршрута, трудно оценить состояние перевозочного процесса в целом. Отсутствие оперативной информации влечет за собой неэффективное диспетчерское управление и недостаточное качество информирования пассажиров.

По способам получения и обработки информации о положении транспортного средства (ТС) и привязки его к маршруту можно выделить три основные модели оперативного диспетчерского управления пассажирским транспортом:

1. Релейная модель (модель, основанная на контрольных пунктах);
2. Псевдоимпульсная модель;
3. Импульсная (цифровая) модель.

В случае **релейной модели** (рис. 3) информация о положении транспортного средства поступает и обрабатывается только после прибытия транспортного средства на промежуточный или конечный контрольный пункт (КП), в других случаях информация о его местонахождении и текущем состоянии остается неизвестным.

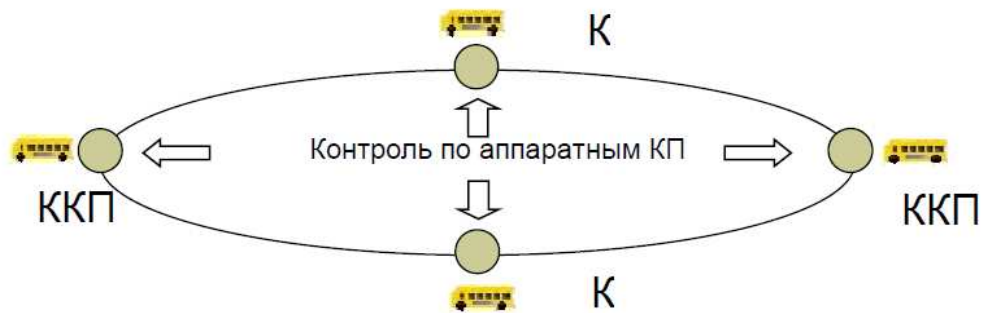


Рис. 3. Релейная модель сбора и обработки информации на мнемосхеме маршрута.

Этот подход широко используется в АСДУ в условиях ненапряженного транспортного потока. При большой интенсивности транспортного потока период времени между поступлениями в систему информации о текущем состоянии ТС на маршруте значительно увеличивается.

Псевдоимпульсная модель (рис. 4) широко используется в системах диспетчерского управления. Информация поступает в систему с заданной периодичностью (обычно раз в минуту), но в обработке участвует та ее часть, которая попала в зону КП. Остальная часть данных используется для отображения ТС на электронной карте города. Недостаток, несмотря на то, что данные о положении ТС поступают в систему с постоянной периодичностью, автоматизированный контроль за движением ТС на маршруте по-прежнему осуществляется только по КП.

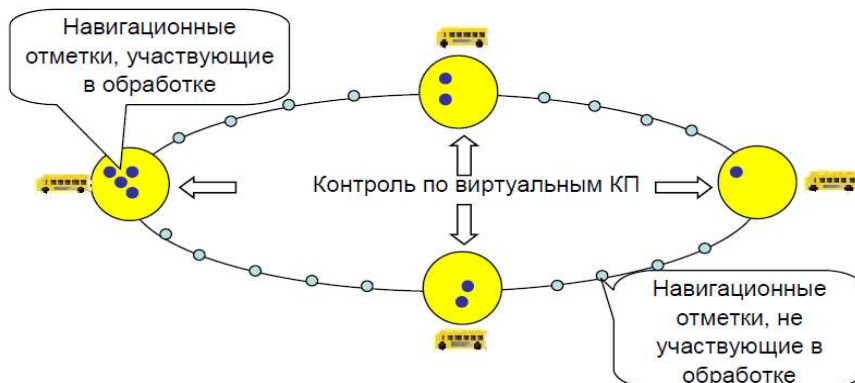


Рис. 4. Псевдоимпульсная модель сбора и обработки информации на мнемосхеме маршрута.

В случае **цифровой модели** (рис. 5) вся поступающая навигационная информация сразу же обрабатывается и используется для непрерывного определения местоположения и текущего состояния ТС на маршруте.

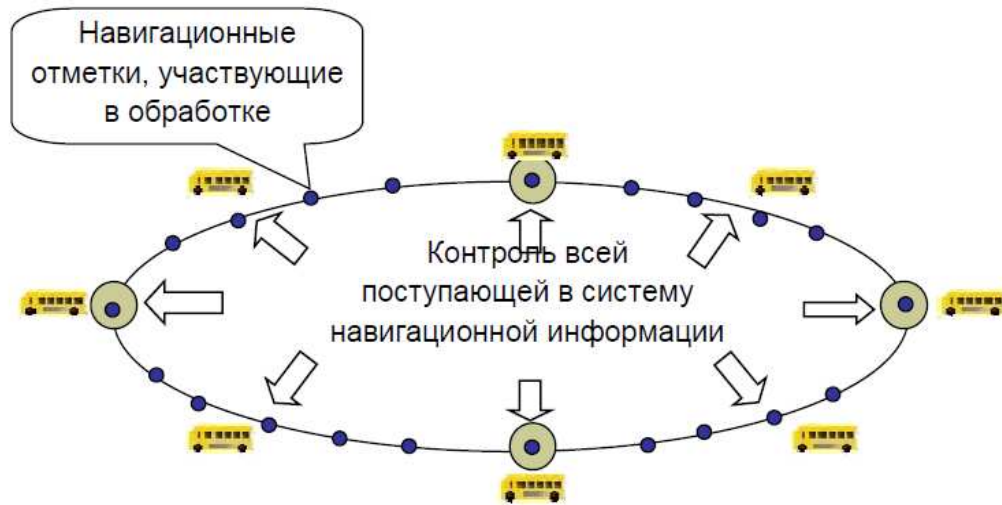


Рис. 5. Цифровая модель сбора и обработки информации на мнемосхеме маршрута.

Данная модель требует более сложного описания точек контроля, так как оценивает характеристики движения пассажирского транспортного средства в любой точке маршрута, а не только в зоне КП.

Диспетчер принимает решение по управлению перевозочным процессом, опираясь на информацию о фактическом времени прохождения ТС данных КП. Отсутствие оперативной информации влечет за собой неэффективное диспетчерское управление и недостаточное качество информирования пассажиров.

В зависимости движения пассажирских транспортных средств относительно планового расписания, можно рассмотреть три случая: - отставание от планового расписания; - опережение планового расписания; - движение, соответствующее плановому расписанию.

Проведенные исследования показали, что в первых двух случаях дискретная модель является более точной. А в случае движения ТС в соответствии с плановым расписанием обработка данных на основе релейной модели может дать более точный результат за счет излишней чувствительности системы в случае использования цифровой модели.

В современной автоматизированной системе диспетчерского управления «АСУ Навигация», разработанной компанией «НПП Транснавигация» применяются псевдоимпульсная и цифровая модели. Эти модели так же применяются в МУП «Волжская автоколонна №1732», для определения местоположения пассажирского транспорта.

Регулярность выполнения расписания движения автобуса на маршруте, тем самым привлечения пассажиров, контролируется центральной диспетчерской службой автоколонны.

Для этого в кабине водителя установлен навигатор. Применяются два вида навигаторов «Гранит-2» или «Гранит-4». Мобильный блок регистрирует положение и скорость подвижного объекта и фиксирует их в памяти через заданные промежутки времени. Данные о текущем местоположении транспортного средства передаются на диспетчерский пункт посредством GPRS или CSD/SMS соединения. CSD/SMS соединение используется в качестве альтернативного канала передачи данных, когда недоступен GPRS. Полученная информация отображается на мониторе диспетчера в виде карты обслуживаемой территории. Диспетчер может установить текущее местоположение транспортного средства, за-

просить маршрут за любой период времени, контролировать состояние датчиков и управлять исполнительными устройствами.

Основные функции программного обеспечения:

- определение текущего местоположения транспортных средств через заданный интервал времени и отображение их на цифровой карте;
- отображение параметров движения: скорость, курс, время простоев;
- формирование различных отчетов;
- возможность создания нескольких рабочих мест с общим сервером сбора данных;
- контроль состояния мобильного блока (количество принимаемых спутников, отключение питания, достоверность данных);
- отображение и анализ данных, полученных от аналоговых датчиков, подключенных к мобильному блоку;
- ретроспективный контроль пройденного маршрута;
- контроль и дистанционное управление различными системами транспортного средства.

Эффект от внедрения навигационных систем:

- повышение трудовой дисциплины водителей и диспетчеров;
- оптимизация расходов на топливо, ГСМ и амортизацию;
- увеличение объема перевозок;
- исключение нецелевого использования автотранспорта;
- снижение аварийности и увеличение срока службы автотранспорта.

Установленная система мониторинга через модуль ГЛОНАСС/GPRS позволяет диспетчеру ЦДС отслеживать регулярность выполнения расписания движения автобусов. Данная система мотивирует водителя и обеспечивает минимизацию задержек и опозданий в работе транспорта на каждом маршруте.



Рис. 6. Тахограф «ШТРИХ-TaxoRUS».

На всех автобусах автоколонны установлены тахографы «ШТРИХ-TaxoRUS» (рис. 6).

Основной функцией тахографов является контроль за режимами труда и отдыха водителей. Передача информации о месторасположении автобуса в режиме реального времени может также осуществляться отдельно от тахографа, от навигаторов «Гранит» или совместно с тахографом и навигатором «Гранит».

Выводы.

Автобусы автоколонны №1732 контролируются центральной диспетчерской службой. Контролируется выполнение расписания движения автобусов, режим труда и отдыха водителей.

При перевозке пассажиров на маршрутных такси отсутствует контроль со стороны организаторов перевозок. Возможны отклонения от расписания и нарушение режима труда и отдыха водителей.

С целью дальнейшего совершенствования управления общественным транспортом предлагается создание центральной диспетчерской службы при Администрации города Волжского, организующей работу как муниципальных, так и частных перевозчиков.

Литература

1. Бурлакова Г. Ю. Информационные технологии при управлении автотранспортом предприятий: конспект лекций по курсу «Информационные технологии при управлении автотранспортом предприятий» для студентов направления подготовки 7/8.07010102 «Организация перевозок и управление на транспорте (автомобильном)» дневной и заочной форм обучения / Г. Ю. Бурлакова. – Мариуполь: ПГТУ, 2014. – 136 с.
2. Богумил В.Н., Ефименко Д.Б. Анализ и оценка основных направлений развития и внедрения автоматизированных систем диспетчерского управления автомобильным транспортом // МАДИ - М.: 2012.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА НА МАРШРУТАХ МУП «ВОЛЖСКАЯ А/К №1732»

Сериков А.А., к.т.н., ген. директор МУП «Волжская А/К №1732»,
Чернова Г.А., к.т.н., доцент ВПИ

В ноябре 2017 года МУП «Волжская А/К №1732» приобрела в лизинг 50 полунизкопольных автобусов СитиРитм-10 «Volgabus-5270GN» на моторном топливе метанс колесной формулой «4×2», которые предназначены для эксплуатации на регулярных маршрутах в крупных городах с высокой интенсивностью пассажиропотока.

Номинальная вместимость автобуса варьируется от 53 до 65 человек в зависимости от версии, из которых 27-29 мест – для сидения + 1 место для людей с ограниченными возможностями.

Автобус имеет следующие наружные размеры: длина 10080 мм, ширина 2500 мм, высота не превышает 3250 мм (с учетом баллонов на крыше). В снаряженном состоянии автобус весит 10550 кг, а его общая (допустимая конструктивно) масса 16000 кг.

Целью приобретения является:

- обновление парка автобусов на городских маршрутах;
- улучшение экологии города;
- обеспечение качества перевозок пассажиров;
- перевозка маломобильных и льготных категорий пассажиров.

Для технической службы автоколонны предстояло решить вопросы привлечения пассажиров на новые автобусы и обеспечить транспортный спрос с целью, прежде всего, выплаты лизинга и в последующем получения доходов. Одним из способов привлечения пассажиров является включение всех маршрутов в программное Приложение «Умный транспорт», что позволяет пассажирам планировать время подхода к остановкам.

Автобусы были распределены на маршруты №1 «32 микрорайон-ЖДВ», №2У «37 микрорайон-ГМ Магнит» через улицу 87-ой Гвардейской Дивизии и улицу Карбышева, №14 «37 микрорайон-ГМ Магнит».

Так как маршрут №14 основной с большим пассажиропотоком на маршрут введено 30 автобусов. Кроме того Документом планирования регулярных перевозок пассажиров Администрацией города Волжского полностью дублирующий маршрут №14 частных перевозчиков отменён. На маршруте работали 24 автобуса малой вместимости Газель. На

время начала работы на маршруте новых автобусов на маршруте №14 частных перевозчиков не должно быть автобусов ГАЗель. Однако обследование, проведённое студентами кафедры «Автомобильный транспорт» ВПИ, на остановочных пунктах 17 октября 2018 года показало, что на маршруте №14 работает 7 автобусов. Это создало перераспределение платных пассажиров между автобусами автоколонны и частными перевозчиками.

С целью оценки транспортного спроса привлечения пассажиров первоначальный интервал был установлен 3 минуты. Однако обеспечить интервал 3 минуты оказалось технически затруднённым, так как из-за задержек на светофорах, на перекрёстках и пешеходных переходах автобусы догоняли друг друга и были случаи одновременного подхода на остановочные пункты.

В результате установлен интервал в утренние часы пик 4 минуты, в вечерние 5 минут. В выходной день на маршруте работают 20 автобусов.

С начала ввода на маршрут №14 новых автобусов количество пассажиров начало увеличиваться с ноября 2017 года и достигало максимальных значений до 446485 пасс.в марте 2018 года (рис. 1). Количество реализованных социальных проездных билетов примерно одинаковое в 2017 и 2018 годах. Простых проездных в 2017 году реализовано больше, чем в 2018 году (рис. 2).



Рис. 1. Количество перевезённых платных пассажиров на маршруте №14 в 2017 и в 2018 году.

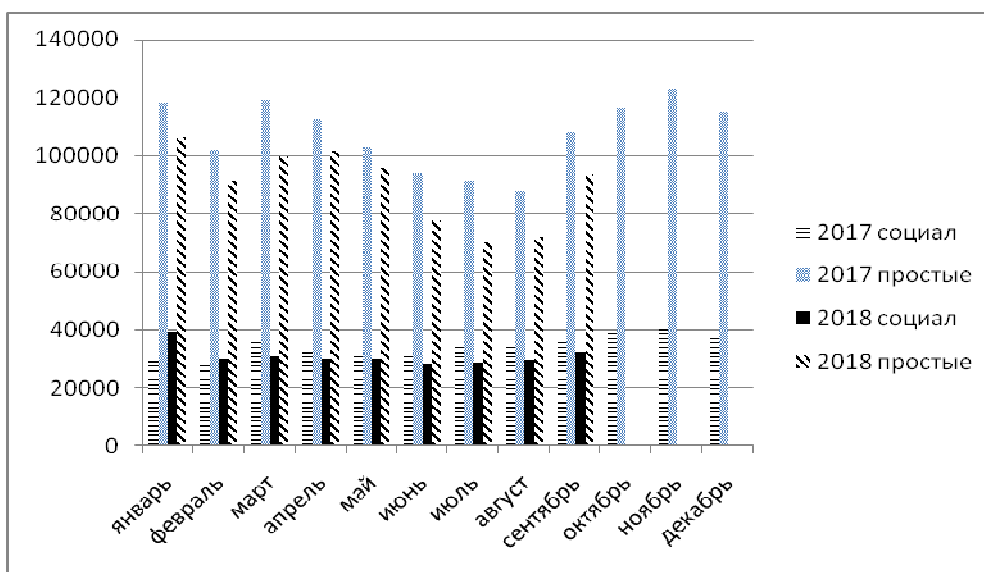


Рис. 2. Количество перевезённых пассажиров по проездным билетам на маршруте №14.

В связи со строительством и введением новых микрорайонов №28 и №32а в городе Волжском возникла необходимость транспортной связи со старой частью города. Кроме того, на улице 87-й Гвардейской Дивизии отсутствовали маршруты общественного транспорта.

В результате автоколонной №1732 с 1 февраля 2017 года введен новый маршрут №2У «32 микрорайон-ГМ Магнит», соединявший 32 микрорайон через улицу Карбышева со старой частью города.

Особенностью маршрута является отсутствие конкурентов со стороны частных перевозчиков, так как маршрут новый. В результате оценки населённости по маршруту определено ориентировочное значение пассажиропотока, по которому вместимость автобуса должна быть от 50 до 60 пассажиров. Для маршрута №2У выбран экологически чистый полунизкопольный автобус СитиРитм-10 (Volgabus-5270GH).

На начальном этапе на маршруте работали 16 автобусов. Интервал движения автобусов в будние дни был установлен следующий: с 07.00 до 09.00 – 4-5 минут, с 09.00 до 11.00 – 9 минут, с 11.00 до 14.00 – 4-5 минут, с 14.00 до 16.00 – 9 минут, с 16.00 – 18.40 – 4-5 минут.

Вначале этот маршрут связывал микрорайон №32а через улицу Карбышева и проспект Ленина с Гипермаркетом Магнит на улице Логинова (рис. 3). Для оценки спроса пассажиров на маршрут №2У был установлен интервал движения автобусов 4 минуты. Однако из-за небольшой заполняемости автобусов в результате поиска приемлемого интервала был установлен в час пик утром и вечером интервал 9 минут, в межпиковое время 12-15 минут.

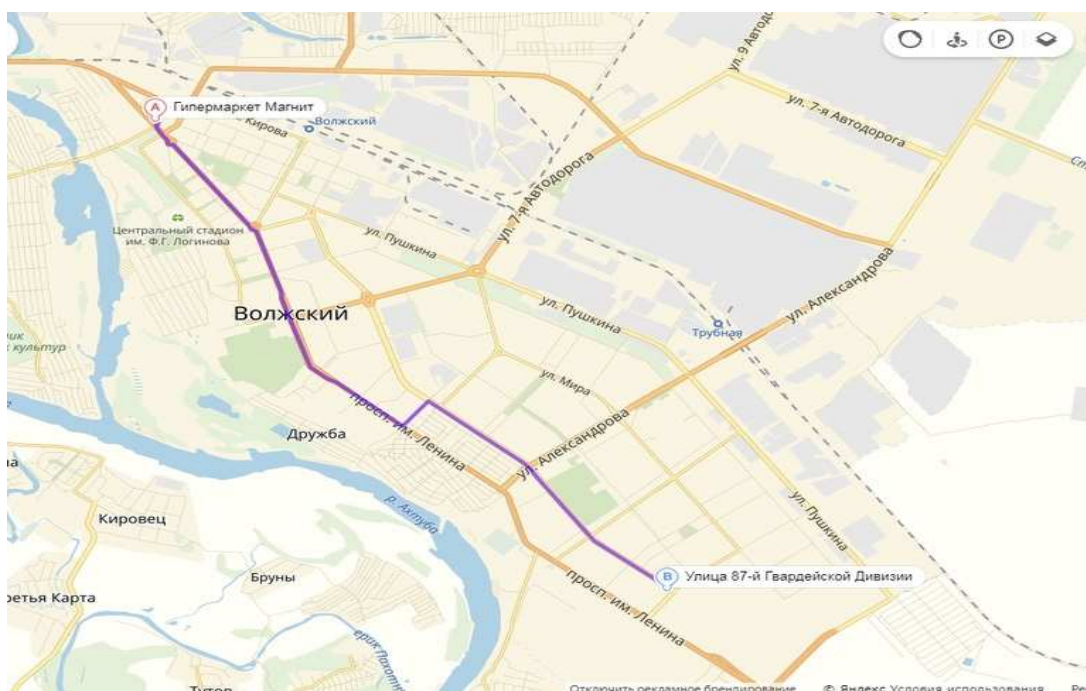


Рис 3. Маршрут №2У «32мкр-Гипермаркет Магнит».

6 июня 2018 года новый городской маршрут №2У продлен до 37 микрорайона. Изменения внесены для удобства волжан, в целях увеличения пассажиропотока и обеспечения транспортной доступности отдаленных микрорайонов Волжского.

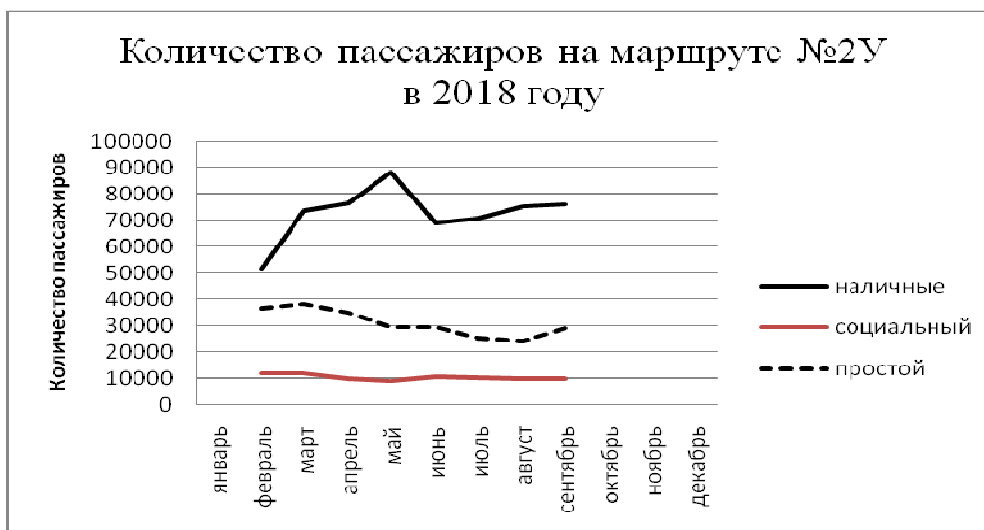


Рис. 3. Количество перевезённых пассажиров на маршруте №2У за наличный расчёт и по проездным.

Пассажиропоток на маршруте стабильный. Наибольшее количество перевезённых пассажиров 88364 в мае месяце (рис. 3).

В результате оценки пассажиропотока с октября 2018 года на маршруте работают 10 автобусов с интервалом 9 минут. Однако это не сказалось на выручке. Выручка при работе 16 автобусах на линии составляла 50000 рублей в день, при работе 10 автобусах в день составила 58000 рублей.

На всём протяжении маршрута оборудованы остановочные пункты. Длина улицы Карбышева на участке от улицы Оломоуцкой до Александра составляет 1190 метров. На этом участке оборудовано по 2 остановочных пункта, что соответствует пешеходной доступности жителей 28 микрорайона. На улице 87-й Гвардейской Дивизии оборудовано по одному остановочному пункту в прямом и обратном направлениях. На остановочных пунктах имеются расписания движения автобусов.

С ноября 2017 года на маршруте №1 стали работать 16 автобусов Volgavus-5270GN на моторном топливе КППГ (метан). Из-за отсутствия соответствующего пассажиропотока в настоящее время работает 9 автобусов.

По прогнозу часовой пассажиропоток на остановочных пунктах по улице Дружбы составит от 300 до 450 пасс/ч. Сложность привлечения пассажиров на маршрут №1 состоит в том, что его дублируют маршруты частных перевозчиков, идущих на ЖДВ (с буквой т): №1т, №5т, №5ат, №15т, №15ат. В результате перераспределения пассажиропотоков на эти маршруты автоколонна теряет платных пассажиров. По обследованию 17 октября 2018 года на маршруте №1т работают 5 автобусов Газель, несмотря на то, что этот маршрут Документом планирования отменён.

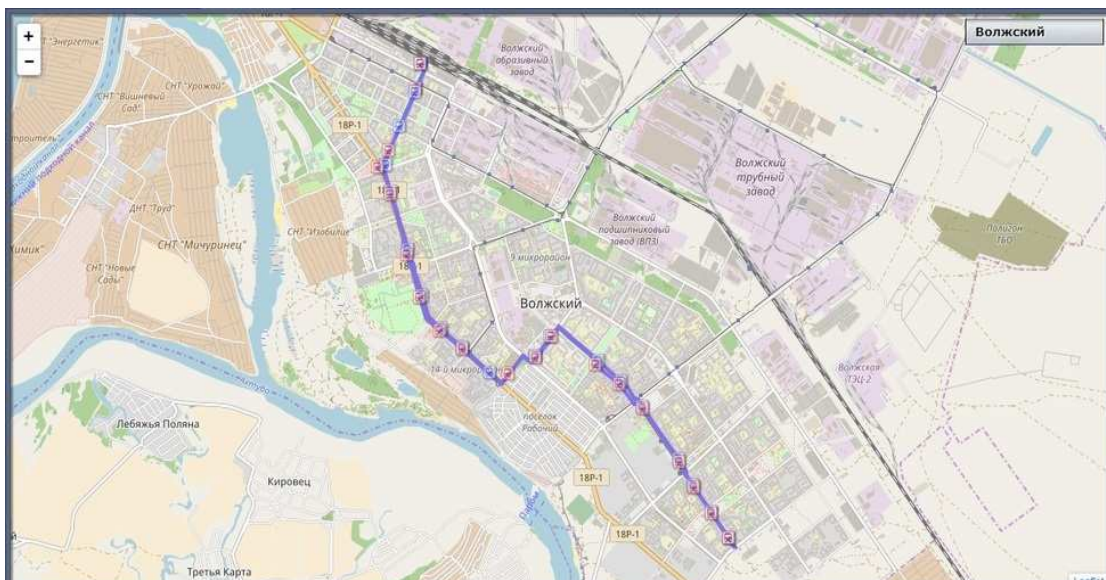


Рис. 4. Маршрут №1 «32 микрорайон-ЖДВ».



Рис. 5. Количество перевезённых платных пассажиров на маршруте №1 в 2017 и 2018 гг.

В ноябре и декабре 2017 года количество пассажиров в месяц немного больше 10000 в месяц. Затем число пассажиров увеличилось до 76338 в апреле. В последующие месяцы пассажиропоток стабилизировался (рис. 5).

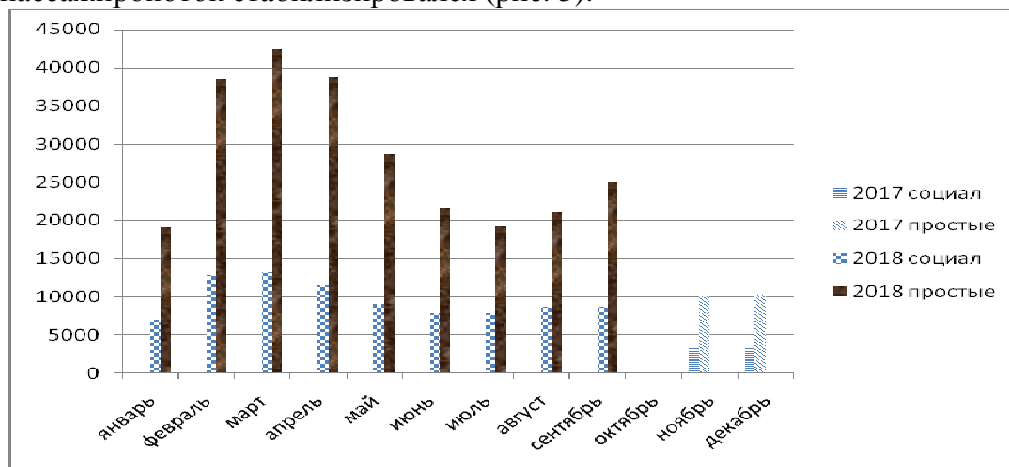


Рис. 6. Количество перевезённых пассажиров по проездным на маршруте №1 в 2017 и 2018 году.

На маршруте №1 пассажиры пользуются социальными и льготными проездными (рис. 6).

Увеличение пассажиропотока на маршруте №1 возможно только мерами Административного воздействия – уменьшение количества автобусов частных перевозчиков, дублирующих этот маршрут, перевозящий льготников и маломобильных граждан.

Так как МУП «Волжская автоколонна №1732» является муниципальным предприятием, в её обязанность входит перевозка льготных категорий пассажиров. Перевозка льготных категорий пассажиров производится по социальным проездным, в результате автоколонна получает соответствующие компенсации.

На основании Постановления Администрации Волгоградской области от 26 января 2009 года № 8-п «Об обеспечении равной доступности транспортных услуг для отдельных категорий граждан на территории Волгоградской области» были определены 33 категории граждан, имеющих право на проезд в общественном транспорте по социальным проездным независимо от получаемого дохода. Стоимость социальных проездных составляла на городские автобусы 150 руб., на пригородные автобусы 210 руб., трамвай 200 руб. Реализация социальных проездных билетов производилась при предъявлении гражданами следующих документов: паспорта или заменяющего его документа; удостоверения (свидетельства) единого образца либо справки установленного образца, подтверждающих право гражданина на меры социальной поддержки.

Возмещение транспортным организациям убытков от реализации социальных проездных билетов гражданам осуществлялось за каждый проданный социальный проездной билет в размере 100 рублей - за социальный проездной билет для проезда в автобусе городского сообщения.

С 1.01.2017 года вступил в силу Социальный Кодекс Волгоградской области Закон №246 от 31.12.2015 г. (в ред. от 10.06.16 г. №53СД, 07.11.16 г. №107СД). Статьей 48 определено уже 9 категорий граждан, имеющих право на проезд в общественном транспорте по социальным проездным.

Право на приобретение социальных проездных билетов имеют граждане при условии, что размер дохода получателя ниже полуторной величины прожиточного минимума в расчете на душу населения по Волгоградской области на дату обращения за предоставлением меры социальной поддержки. Указанное условие не распространяется на инвалидов I группы и детей-инвалидов.

Стоимость социальных проездных на городские автобусы 200 руб., на пригородные автобусы 300 руб., трамвай 250 руб.

В результате вступления в силу Социального Кодекса с 1 января 2017 года были отменены льготы для 2/3 пенсионеров. В связи с этим для автоколонны уменьшились размеры компенсации. Если раньше продавали 9000 проездных билетов, стали продавать только 3000 без льгот и со льготами малоимущим тоже 3000 проездных. Поэтому для увеличения транспортного спроса на общественный транспорт автоколонна стала по соглашению с Администрацией города с 1.01.2017 года продавать внутренний льготный единый проездной билет (автобус+трамвай) по 490 руб. без дотирования со стороны государства. С 1 апреля цена проездного поднялась до 600 рублей в связи с подорожанием проезда в городских автобусах до 20 рублей из расчёта 30 поездок в месяц. Стоимость единого проездного билета (трамвай+автобус) 865 руб. Кроме того реализуются ученические, студенческие и гражданские проездные на каждый вид городского транспорта (автобус или трамвай).

В результате удалось сохранить пассажиров. Недостатком бумажного проездного билета является отсутствие контроля за количеством поездок. Избежать этого возможно четким определением в проездном количестве поездок и установкой терминалов в автобусах для учёта поездок.

Перспективным является введение электронных проездных и терминалов в автобусах.

Выводы:

Приобретение новых низкопольных экологически чистых автобусов потребовало от автоколонны определённых усилий по привлечению пассажиров:

установление удобного для пассажиров интервала движения автобусов, наличие расписания на остановочных пунктах, информационное обеспечение в автобусах, внедрение льготных проездных, доступ к программному приложению «Умный транспорт».

Кроме того, для управления транспортным спросом необходимо внедрять систему электронных проездных, что позволит отслеживать пассажиропотоки не только по каждому автобусу, а также по маршрутам и остановочным пунктам.

Должны выполняться Постановления Администрации города Волжского, в частности Документа планирования регулярных перевозок, по которому уже отменены маршруты, дублирующие основные маршруты МУП ВАК №1732, перевозящие льготных и мало-мобильных пассажиров. По отменённым маршрутам до настоящего времени работают автобусы ГАЗель.

Литература

1. Документ планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в городском округе – город Волжский Волгоградской области. Постановление администрации ГО – г. Волжский Волгоградской области №4084 от 08.07.16 г.
2. Социальный кодекс Волгоградской области. Закон Волгоградской области от 31 декабря 2015 года N 246-ОД (в ред. от 25.12.2017 N 127-ОД).
3. ФЗ № 220 от 13 июля 2015 года «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ ПАССАЖИРОПОТОКА НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Рыбанов А. А., Чернова Г. А., Чернов Д. Н.

Успешное решение вопросов рациональной организации перевозок пассажиров и эффективного использования подвижного состава невозможно без систематического изучения характера изменений пассажиропотоков транспортной сети. Изучение пассажиропотоков позволяет выявить их распределение по времени, длине маршрутов и направлениям движения, определить оптимальное количество подвижного состава на маршрутах, а также распределение пассажиропотоков по каждому маршруту. Разработанное и используемое мобильное приложение «Strategway Passim» предназначено для автоматизированного учёта вошедших и вышедших пассажиров при поездке в маршрутном транспортном средстве (электронный аналог «табличного метода» учёта) и не предназначено для проведения обчёта пассажиров на остановочных пунктах.

Поэтому при проведении обследования пассажиропотоков на остановочных пунктах в настоящее время следует активно внедрять системы контроля за транспортными средствами при помощи различных мобильных устройств, позволяющие снизить затраты и повысить эффективность сбора данных о пассажиропотоках не только в общественном транспорте, но и на остановочных пунктах.

Актуальность работы вызвана необходимостью ускорения процесса сбора и обработки данных пассажиропотоков и составления отчёта по заданным параметрам.

Целью работы является проведение сравнительного анализа существующих программных продуктов по определённым критериям и применения их в исследованиях пассажиропотоков.

Для максимизации прибыли компаний, занимающихся пассажироперевозками [6] необходима оптимизация маршрутной сети. Для этого необходимо применить правильный обсчет входных данных при помощи технических и программных средств [9]. Системы мониторинга пассажиропотока применяются в различных областях.

Для исследования процесса регистрации и обработки данных пассажиропотока были выбраны следующие программные средства: мобильное приложение omnibus, автоматическая система по подсчёту пассажиропотока NaviFleetAPCS, ScounterAuto, Ниинат-2012, Штрих-М: Транспорт.

Для проведения сравнительного анализа выбранных программных продуктов используются следующие критерии:

- A_1 – процесс сбора данных пассажиропотока;
- A_2 – наличие мобильной версии;
- A_3 – погрешность подсчета пассажиров;
- A_4 – обработка полученных данных;
- A_5 – составление отчетов по заданным параметрам.

Применим аналитическую иерархическую процедуру Саати для нахождения весов критериев. Данную процедуру довольно часто используют для исследования в области производства [2, 4] и обучения [3, 5, 7, 8]. Правила заполнения матрицы парных сравнений по методу Саати представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициентов матрицы парных сравнений

| X_{ij} | Значение |
|---------------------|---|
| 1 | i -ый и j -ый критерий примерно равноценны |
| 3 | i -ый критерий немного предпочтительнее j -го |
| 5 | i -ый критерий предпочтительнее j -го |
| Продолжение табл. 1 | |
| 7 | i -ый критерий значительно предпочтительнее j -го |
| 9 | i -ый критерий явно предпочтительнее j -го |

Матрица парных сравнений, средние геометрические и веса критериев представлены в таблице 2.

Таблица 2. Матрица парных сравнений, средние геометрические и веса критериев.

| | A_1 | A_2 | A_3 | A_4 | A_5 | Среднее геометрическое | Веса критериев |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|----------------|
| A_1 | 1 | 0,20 | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 0,27 | 0,04 |
| A_2 | 5 | 1 | 5 | 0,2 | 0,33 | 1,11 | 0,17 |
| A_3 | 3 | 0,20 | 1 | 0,33 | 0,20 | 0,53 | 0,08 |
| A_4 | 7 | 5 | 3 | 1 | 0,33 | 2,04 | 0,31 |
| A_5 | 7 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2,54 | 0,39 |
| Сумма | | | | | | 6,47 | 1 |

Диаграмма весовых коэффициентов для критериев представлена на рис. 1.

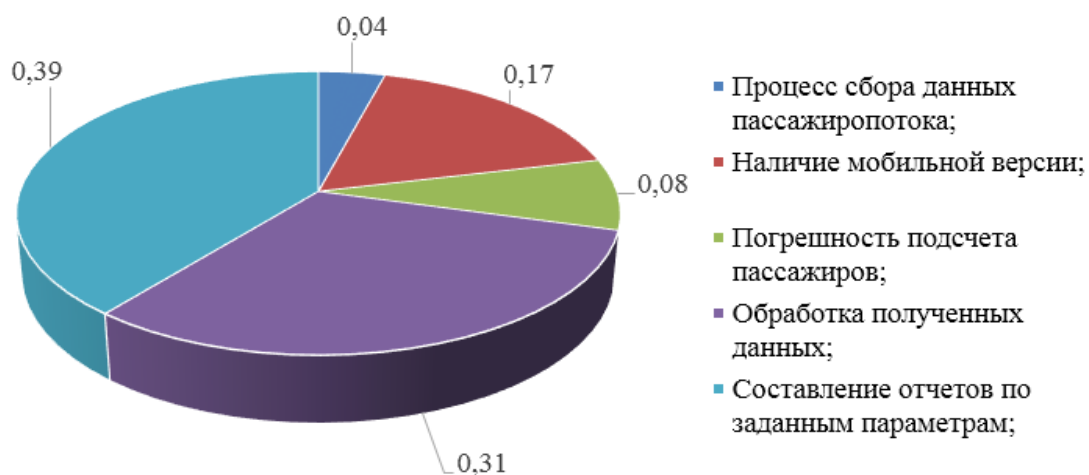


Рис. 1. Весовые коэффициенты критериев.

Проверяем полученный результат на противоречивость:

Суммы столбцов матрицы парных сравнений: $R_1=23$, $R_2=7.4$, $R_3=14.33$, $R_4=4.68$, $R_5=2.01$.

Так как размерность обратно симметричных матриц 5×5 , то величина случайных индексов согласованности: $СлС = 1.12$.

Отношение согласованности $ОС=ИС/СлС = 0.14$. не превышает 0.2, поэтому уточнение матрицы парных сравнений не требуется.

Используя полученные коэффициенты определим интегральный показатель качества для программных продуктов:

- Мобильное приложение omnibus;
- Автоматизированная система по подсчёту пассажиропотока NaviFleet APCS;
- Система ScounterAuto;
- Система «Нииат-2012»;
- Система «Штрих-М:Транспорт».

Выберем категориальную шкалу от 0 до 7 (где 0 – качество не удовлетворительно, 7 – предельно достижимый уровень качества на современном этапе) для функциональных возможностей программных продуктов [10]. Вычислим интегральный показатель качества для каждого программного продукта (таблица 3).

Таблица 3. Интегральные показатели качества

| Критерии оценки | Весовые коэффициенты | Программные средства | | | | | Базовые значения |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|---------------|------------|--------------------|------------------|
| | | Omnibus | NaviFleet APCS | Scounter Auto | Нииат 2012 | Штрих-М: Транспорт | |
| Процесс сбора данных пассажиропотока | 0,04 | 3 | 7 | 5 | 4 | 6 | 5 |
| Наличие мобильной версии | 0,17 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1,6 |
| Погрешность подсчета пассажиров | 0,08 | 0 | 6 | 5 | 0 | 6 | 3,4 |
| Обработка | 0,31 | 3 | 6 | 6 | 4 | 6 | 5 |

| | | | | | | | |
|--|------|-----|------|------|-----|------|------|
| полученных данных | | | | | | | |
| Составление отчетов по заданным параметрам | 0,39 | 3 | 6 | 4 | 3 | 5 | 4,2 |
| Интегральный показатель качества Q | | 3,1 | 5,53 | 4,07 | 2,6 | 4,58 | 3,84 |

Построим лепестковую диаграмму интегрального показателя качества каждого программного продукта (рис. 2).

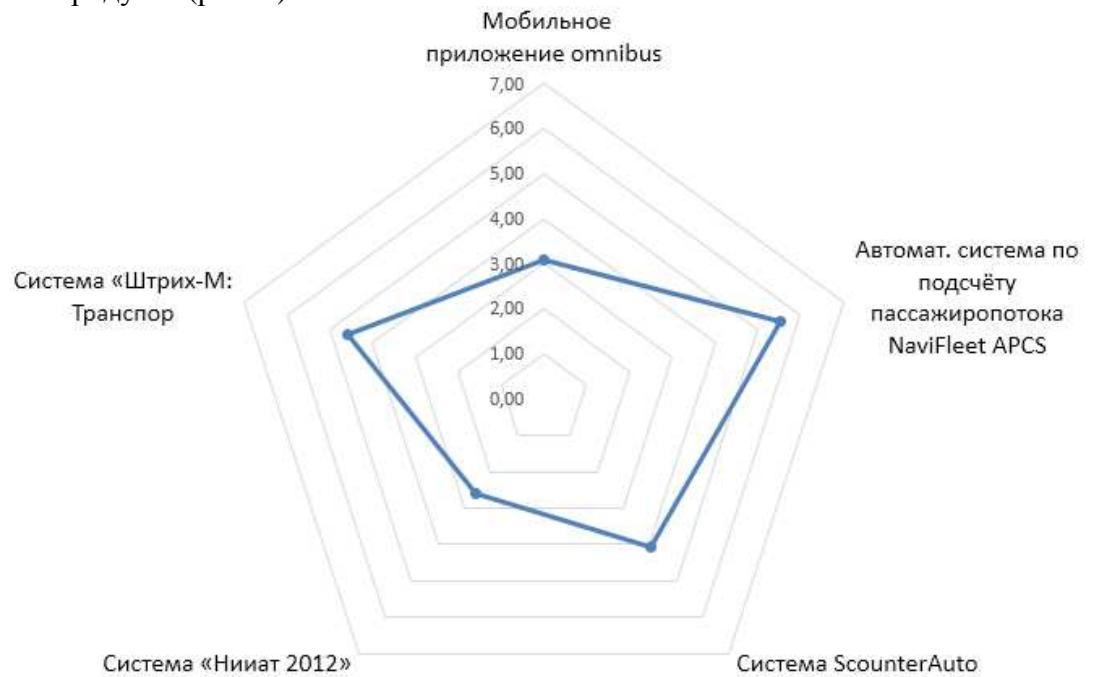


Рис. 2. Лепестковая диаграмма интегральных показателей качества программных продуктов.

Лепестковая диаграмма значений характеристик качества функциональных возможностей (критериев) представлена на рисунке 3.

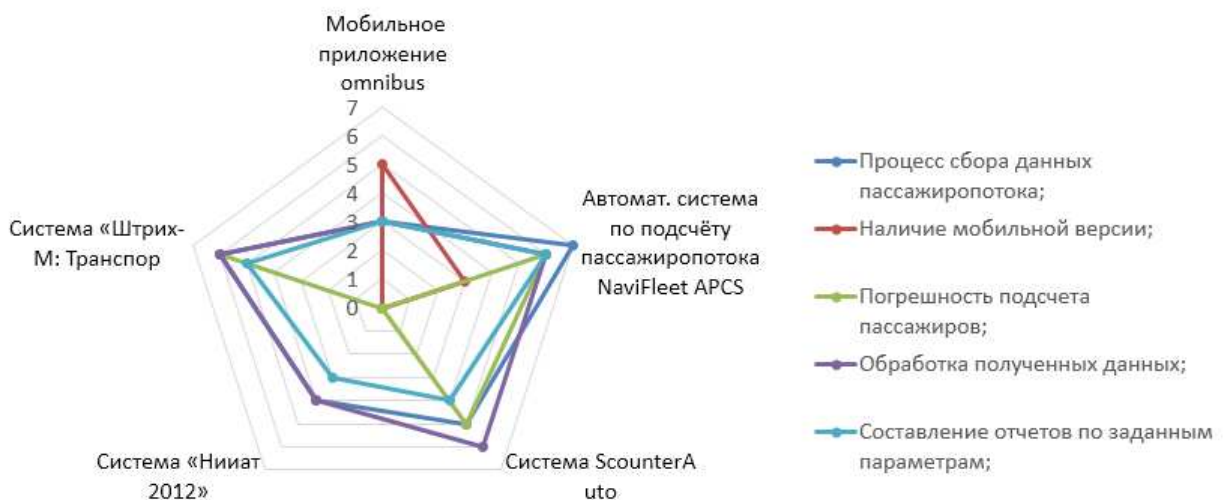


Рис. 3. Лепестковая диаграмма значений функциональных характеристик.

Сравнительный анализ программных продуктов для регистрации и обработки данных пассажиропотока показал, что системы «Штрих-М:Транспорт», ScounterAuto, NaviFleet APCS имеют значения интегрального показателя качества, превышающего базовое значение.

Данная методика позволила определить дальнейшее направление по разработке нового программного продукта — создание мобильно информационной системы по регистрации пассажиропотока на остановочных пунктах, так как экспертная оценка показала, что критерий наличия мобильной версии у продуктов аналогов имеет низкий показатель.

Для определения функционала будущей информационной системы смоделируем кликабельный прототип интерфейса (рисунки 4, 5, 6).



Рис. 4. Окно аутентификации пользователя.



Рис. 5. Окно задач для учетчика.

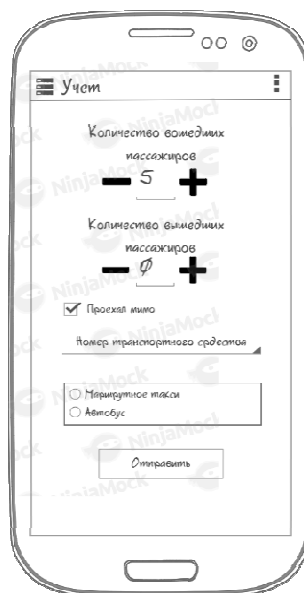


Рис. 6. Окно сбора данных о пассажиропотоке.

В ходе исследовательской работы выявлены следующие проблемы для учета данных о пассажиропотоке:

- требуется привлечь большое количество людских ресурсов;
- высокая погрешность учета данных, поскольку учет данных производится вручную;
- последующая обработка данных занимает огромное количество времени.

Для решения данной проблемы начали внедрять различные программные и технические средства по регистрации пассажиропотока.

В ходе анализа существующих программных и технических средств по учету пассажиропотока на остановочных пунктах общественного транспорта были определены критерии программных продуктов для их дальнейшей оценки и проведения сравнительного анализа:

- процесс сбора данных пассажиропотока;
- наличие мобильной версии;
- погрешность подсчета пассажиров;
- обработка полученных данных;
- составление отчетов по заданным параметрам.

Сравнительный анализ программных продуктов показал, что система NaviFleet APCS, система ScounterAuto, система «Штрих-М:Транспорт» из рассмотренных программных продукта превышают базовый показатель интегрального качества. Так же выявлены дальнейшее направление исследования пассажиропотоков на остановочных пунктах и разработки – создание мобильной информационной системы, использующей базы данных для хранения и обработки данных для дальнейшего составления отчетов по определенным критериям.

Пример исследования пассажиропотоков в автобусе маршрута №5 города Волжского представлены на рис. 7, 8, 9, 10 [9].



Рис. 7. Интерфейс мобильного приложения «Strategway Passim» для учета пассажиров в автобусе.

Приложение отправляет собранные данные на сервер для дальнейшей обработки и отображения на карте.



Рис. 8. Визуализация полученных данных (картограмма пассажиропотока).

Картограмма пассажиропотоков (рис. 8) позволяет визуализировать наполняемость салона транспортного средства на каждом участке пути.

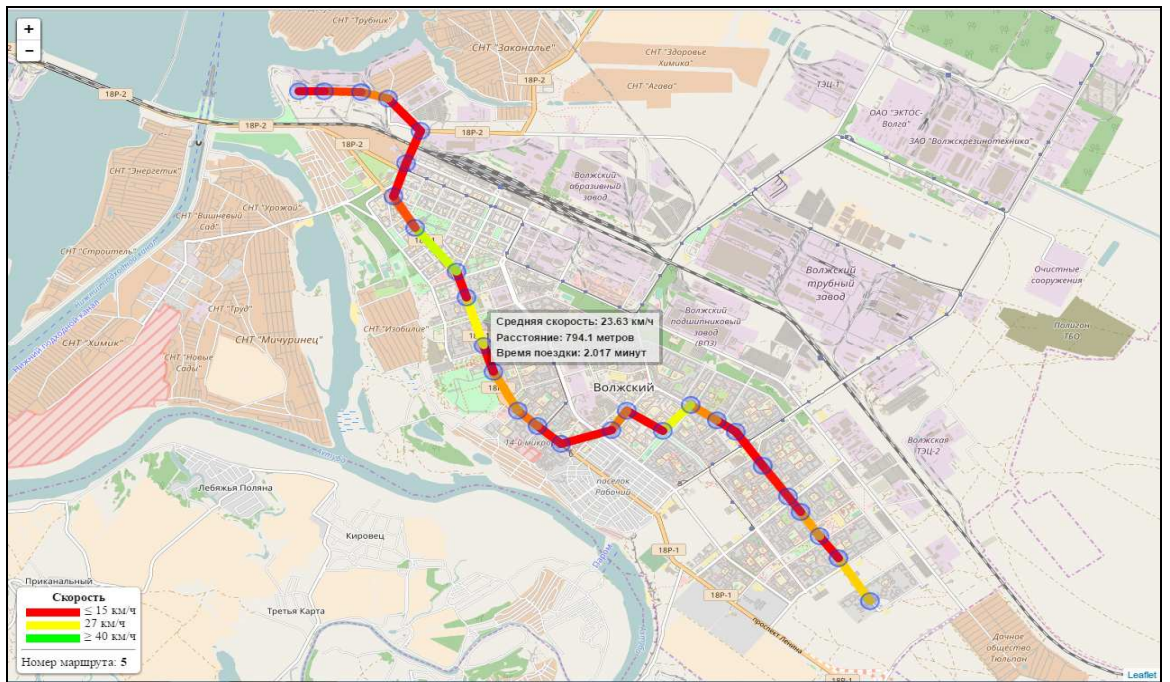


Рис. 9. Визуализация полученных данных (картограмма скорости)

Картограмма скорости, в свою очередь, визуализирует скорость (рис. 9) на каждом участке с помощью цветовой гаммы от красного до зелёного цветов. При наведении указателя мыши на участок отображается средняя скорость, длина участка и время движения по нему.

| S/N | Date | Time | Latitude | Longitude | Passengers in | Passengers out | Passengers arriving | Average speed |
|-----|------------|----------|----------|-----------|---------------|----------------|---------------------|---------------|
| 1 | 28/03/2016 | 16:59:20 | 60.04742 | 30.40611 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 28/03/2016 | 16:51:46 | 60.04491 | 30.41831 | 3 | 0 | 1 | 30 |
| 3 | 28/03/2016 | 16:51:13 | 60.04225 | 30.42036 | 1 | 1 | 1 | 20 |
| 4 | 28/03/2016 | 16:50:15 | 60.03988 | 30.43336 | 4 | 0 | 5 | 17 |
| 5 | 28/03/2016 | 16:56:15 | 60.03402 | 30.4391 | 8 | 4 | 4 | 18 |
| 6 | 28/03/2016 | 16:57:48 | 60.03007 | 30.41494 | 2 | 2 | 11 | 20 |
| 7 | 28/03/2016 | 16:59:12 | 60.02645 | 30.41111 | 4 | 0 | 11 | 20 |
| 8 | 28/03/2016 | 17:00:00 | 60.02347 | 30.40628 | 0 | 1 | 17 | 24 |
| 9 | 28/03/2016 | 17:01:28 | 60.0215 | 30.40314 | 0 | 0 | 14 | 6 |
| 10 | 28/03/2016 | 17:04:22 | 60.01881 | 30.41699 | 4 | 2 | 18 | 18 |
| 11 | 28/03/2016 | 17:06:29 | 60.01408 | 30.41244 | 1 | 4 | 18 | 18 |
| 12 | 28/03/2016 | 17:08:34 | 60.01018 | 30.40896 | 4 | 3 | 11 | 18 |
| 13 | 28/03/2016 | 17:10:03 | 60.00818 | 30.41657 | 3 | 5 | 14 | 14 |
| 14 | 28/03/2016 | 17:11:06 | 60.00645 | 30.42388 | 2 | 4 | 11 | 18 |
| 15 | 28/03/2016 | 17:11:46 | 60.00488 | 30.41155 | 1 | 1 | 1 | 17 |
| 16 | 28/03/2016 | 17:13:22 | 60.00271 | 30.40883 | 0 | 0 | 11 | 18 |
| 17 | 28/03/2016 | 17:16:30 | 59.99742 | 30.4371 | 1 | 1 | 11 | 28 |
| 18 | 28/03/2016 | 17:17:41 | 59.99376 | 30.43541 | 0 | 0 | 11 | 25 |

Рис. 10. Формирование собранных сведений в единый массив данных.

Наконец, кроме двух типов картограмм, доступна также ссылка для скачивания файла с данными в формате CSV, который можно открыть в электронных таблицах – на-

пример, MicrosoftExcel или OpenOfficeCalc. Это позволяет получить прямой доступ к собранным данным и проводить их дальнейшую обработку наиболее удобным способом.

Список литературы

1. Моисеев Ю.И., Билялов М.Х., Рыбанов А.А. Система идентификации водителя на примере туристического междугороднего автобуса волжанин 5285 // Вестник магистратуры. 2013. № 5 (20). С. 63-67.
2. Лебединский А.И., Рыбанов А.А. Автоматизация мониторинга топлива в резервуарах азс на базе измерительного комплекса «Струна» с целью повышения эффективности принимаемых решений специалистом отдела логистики // Молодой ученый. 2014. № 7. С. 35-40.
3. Рыбанов А.А., Усмонов М.С.О., Попов Ф.А., Ануфриева Н.Ю., Бубарева О.А. Информационные системы и технологии // Научный редактор: И. А. Рудакова; Редакционная коллегия: Рудакова И.А., Гребенщиков Г.Ф., Акутина С.П., Краснолуцкий В.П. / ЦЕНТР НАУЧНОЙ МЫСЛИ (г. Таганрог). Москва, 2013. Том Часть 4 Информационные системы и технологии
4. Васильев С.Н., Рыбанов А.А. Исследование программных средств оптимальной укладки грузов в транспортное средство // NovaInfo.Ru. 2015. Т. 2. № 32. С. 14-18.
5. Моисеев Ю.И., Рыбанов А.А. Подходы к автоматизации деятельности автошкол и количественной оценке навыков вождения // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2. № 43. С. 17-21.
6. Моисеев Ю.И., Рыбанов А.А., Сухов А.А. Перспективные направления развития технологий на автомобильном транспорте // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2. № 46. С. 31-34.
7. Рыбанов А. Определение весовых коэффициентов сложности тем учебного курса на основе алгоритма Саати // Педагогические измерения. 2014. № 4. С. 21-28.
8. Рыбанов А.А., Макушкина Л.А. Технология определения весовых коэффициентов сложности тем дистанционного курса на основе алгоритма Саати // Открытое и дистанционное образование. 2016. № 1 (61). С. 69-79.
9. Морозов М.С., Чернова Г.А. Применение технических средств для обчёта пассажиропотоков на общественном транспорте // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2. № 47. С. 26-35.
10. Морозов А.О., Рыбанов А.А. Экспертная оценка программных продуктов для расчета метрических характеристик физической схемы базы данных // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 1-1 (45). С. 97-102.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФЕНАМИДА Ц С РЕЦИКЛОМ НЕПРОРЕАГИРОВАВШЕГО СЫРЬЯ

Бутов Г.М., Иванкина О.М.,

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

Сульфенамид Ц (САЦ) находит широчайшее применение в производстве шин, труб, кабельной изоляции и других резино-технических изделий в качестве ускорителя вулканизации замедленного действия. Для получения САЦ обычно используют метод окислительной конденсации, который сопряжен с образованием значительного количества химически загрязненных сточных вод. Сократить их объем позволяет использование в качестве окислителя раствора пероксида водорода [1]. Ранее нами были проведены исследования, которые позволили определить оптимальные условия получения САЦ с применением данного окислителя [2].

Для промышленного осуществления данного способа предложена принципиальная схема процесса, предусматривающая рецикл не прореагировавшего циклогексиламина. Кроме того, для сокращения объема сточных вод предложена двухступенчатая промывка, где фильтрат второй ступени используется в качестве промывной жидкости на первой ступени промывки (рис.1).

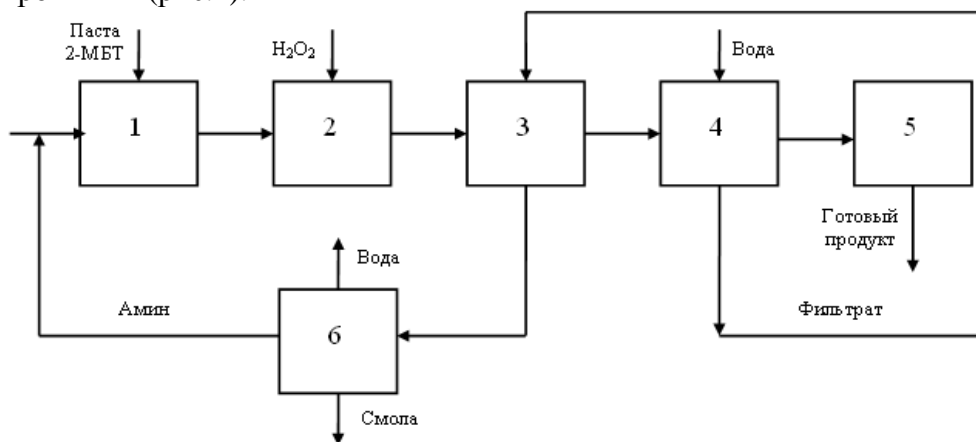


Рис. 1 Принципиальная схема производства сульфенамида Ц.

1 – блок растворения, 2 – блок окисления, 3, 4 – блоки фильтрации и промывки сульфенамида Ц, 5 – блок фасовки продукта, 6 – блок ректификации.

Предложенная схема производства сульфенамида Ц позволит эффективно использовать исходное сырье и сократить объем химически загрязненных сточных вод.

Литература:

1. Химия и технология ускорителей вулканизации бензтиазольного типа: монография / Г.М. Бутов, О.М. Иванкина, М.В. Крякунов, Т.В. Рудакова – ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2013 г.–196 с.
2. Морин А.С., Иванкина О.М. // Международный студенческий научный вестник : электрон. науч. журнал. - 2017. № 4-8. С. 1276-1278.

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ

Курунина Г.М., Загреков Р. А.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, г.Волжский, Россия
e-mail: galina1@mail.ru

В настоящее время идеология безграничного технического прогресса уступает место концепции устойчивого развития, учитывающей интересы не только нынешнего, но и будущих поколений. Одно из направлений реализации этой концепции – использование (переработка) отходов производства и потребления, накапливающихся в отвалах и на полигонах и представляющих собой техногенное сырье.

Нефтедержащие отходы являются одним из неизбежных побочных продуктов нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, с которым приходится сталкиваться на нефтеперегонных заводах, в промышленных отстойниках и в непосредственной близости от трубопроводов. Помимо нефти такие отходы могут содержать большое количество различных токсичных химических веществ, воду и твердые частицы раз-

личного диаметра. Во избежание загрязнения окружающей среды все производства, вовлечённые в нефтедобычу и нефтепереработку, обязаны перерабатывать или утилизировать опасные отходы своей деятельности [1].

Основной объём отходов составляет буровой шлам, который извлекается из скважин на поверхность. Как правило, эти материалы при морском бурении сбрасывались в воду, а при наземном подвергались захоронению.

Закачка жидких и твердых буровых отходов в выбранный пласт является отличным решением утилизации буровых отходов при соблюдении правильных технических инженерных норм в процессе закачки. Сама технология является безопасной по отношению к окружающей среде и успешно применяется во многих странах мира. Данный метод утилизации так же освобождает от продолжительной ответственности перед государственными органами, связанной с утилизацией буровых отходов на земной поверхности. Технология впервые была использована в 1988 году. Таким образом, на настоящий момент имеется 20-летний опыт закачки буровых отходов в выбранный пласт.

Закачка буровых отходов – процесс измельчения шлама (твёрдой фазы), смешивание его с водой или с жидкими отходами бурения до образования пульпы. Данная пульпа обрабатывается химическими реагентами для получения необходимых реологических параметров, с целью дальнейшей закачки насосом высокого давления в выбранный подземный горизонт.

Выбор подземного горизонта основывается на геомоделировании, необходимое условие для подземного горизонта это приёмистый песчаный участок, окруженный с двух сторон глинозёмом.

Для закачки разрешены следующие материалы: буровой шлам, отходы добычи, буровые растворы (РВО и РУО), жидкие отходы, отходы со шламовых амбаров, некоторый материал требует дополнительной обработки, перед тем как будет произведена закачка, это схватившийся цемент, крупная твёрдая фаза (> 300 микрон), сырая нефть. В зависимости от отходов подбирается концентрация обработки и разбавления водой и химическими реагентами. При обработке используется лимонная кислота ($C_6H_8O_7$) с целью регулировки кислотности, а так же ксантановая смола ($C_{35}H_{49}O_{29}$) для поддержания необходимой вязкости. Водой разбавляют отходы для уменьшения плотности пульпы, чтобы процентное содержание песка в растворе не превышало 25%. Пульпа должна обладать однородной консистенцией и соответствующей способностью к образованию суспензии для предотвращения выпадения твёрдой фазы в осадок. Неоднородность или недостаточные реологические характеристики пульпы могут привести к закупориванию скважины или трещины.

Возможные объёмы (m^3) закачки пульпы предполагаются в сутки, в месяц в год:

По буровому шламу* - 12 m^3 /час; 240 m^3 /сут; 87 600 m^3 /год

По жидким буровым отходам – 38 m^3 /час; 760 m^3 /сут; 277 400 m^3 /год

* - скорость закачки бурового шлама варьируется и зависит от типа горной породы, представляющей шлам и количества песка.

Данный процесс позволит утилизировать все отходы, то есть позволит уйти от использования амбаров для хранения отходов и возможность уничтожения старых. Такой способ будет способствовать бережному отношению к природе и выплаты штрафов компаниями в больших количествах за нанесённый ущерб окружающей среде.

Список литературы

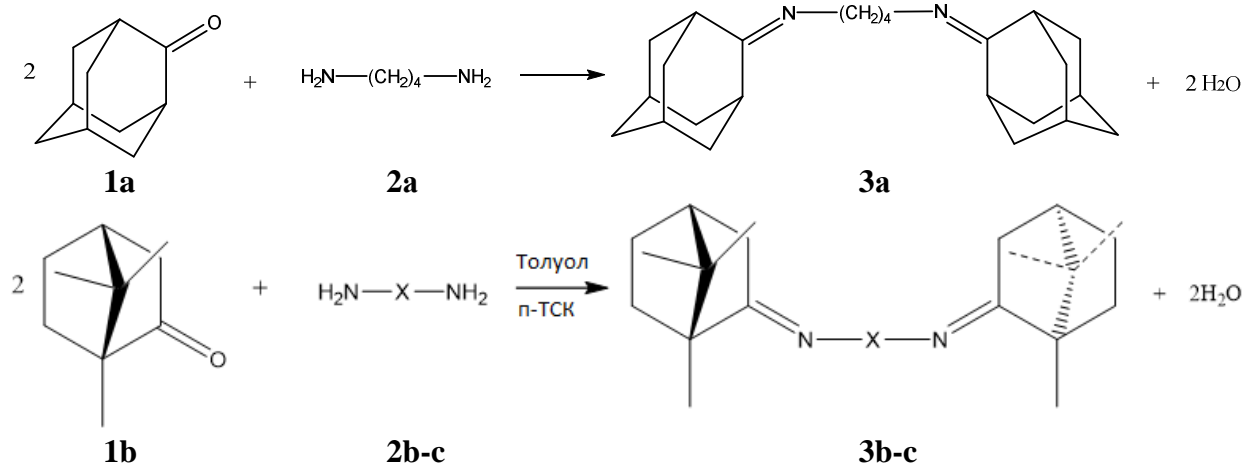
1. Томас Гихен, Алан Гильмон, Гуань Го На острие проблемы утилизации буровых отходов / Ж. Нефтегазовое обозрение.- 2007. – с.64-79
2. Применение технологии обратной закачки с целью утилизации буровых отходов [Текст] <http://www.timeunit.ru/company/publications/231/> дата обращения 15.10.2018

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАРКАСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ИНГРЕДИЕНТОВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Е.В. Рассказова, В.В. Бурмистров, О.М. Новопольцева, Г.М. Бутов
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
г. Волжский, Волгоградская область, Россия

На сегодняшний день известно множество органических ускорителей вулканизации, благодаря которым можно повлиять не только на кинетику процесса вулканизации, но и на физико-механические показатели вулканизатов, стойкость к термоокислительному старению. Это позволяет значительно расширить применение резин в технике. Симметричные азометиновые соединения являются интересным примером функционализации природных соединений, которые совмещают в своей структуре фрагменты, связанные между собой углеводородными мостиками. Полученные на основе различных соединений, азометины нашли свое применение в качестве ускорителей серной вулканизации аминного типа.

Ранее проводились исследования, по результатам которых адамантилсодержащие диимины показали хорошую активность как вторичные ускорители вулканизации. В данной работе были синтезированы азометиновые соединения на основе камфоры и адамантанона. Для получения целевого продукта проводили реакцию камфоры с двумя различными диаминами: 1,3-диаминопропаном (**2b**), 1,6-диаминогексаном (**2c**) и реакцию адамантанона с 1,4-диаминобутаном (**2a**). В реакциях камфоры и адамантанона с диаминами происходит нуклеофильное присоединение аминогрупп диаминов к кратной связи С=О с образованием оснований Шиффа.



Реакции проводили в среде толуола, при молярном соотношении реагентов 1a-b:2a-c = 2:1, в качестве катализатора использовали *n*-толуолсульфоокислоту. Об окончании реакции судили по выделению эквимольного количества воды в насадке Дина-Старка. Выход продуктов после очистки составил: **3a** – 81%, **3b** – 78%, **3c** – 75%. Полученные соединения (за исключением твердого диадамантилсодержащего диимины **3a**) являются смолообразными веществами. Идентификацию состава и строения полученных соединений доказывали с помощью ЯМР ¹H-спектроскопии и масс-спектрометрии.

Исследована возможность применения полученных соединений в качестве ускорителей вулканизации и их влияние на кинетику вулканизации, физико-механические показатели и стойкость к термоокислительному старению вулканизатов на основе СКИ-3. Проведенные исследования показали, что в присутствии дииминов прочность вулканизатов увеличивается, а скорость вулканизации уменьшается по сравнению с вулканизатом, в состав которого входит стандартный ускоритель вулканизации каптакс.

Диимины, содержащие камфорные фрагменты имеют более высокие физико-механические показатели по сравнению с диадамантилсодержащим диимином. Показано,

что по комплексу вулканизационных и эксплуатационных свойств наиболее эффективным из синтезированных соединений является N,N'-((пропан-1,3-дил)бис(1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гептан-2-имин)). Проведенные исследования подтверждают возможность применения камфорных дииминов в качестве ускорителей вулканизации средней активности, позволяющих достигать более высоких прочностных показателей резин на основе каучука СКИ-3.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания на 2017-2019 гг. (проект 4.7491.2017/БЧ).

Список литературы

1. Бурмистров В.В., Дьяченко В.С., Питушкин Д.А., Рассказова Е.В., Икрянникова В.В., Бутов Г.М., Савельев Е.Н., Орлинсон Б.С., Новаков И.А. *Известия Волгоградского государственного технического университета*, 2018, № 4 (214), 39.
2. Дьяченко В.С., Рассказова Е.В., Бурмистров В.В., Бутов Г.М. *Известия Волгоградского государственного технического университета*, 2016, № 12 (191), 34.
3. Бурмистров В.В., Питушкин Д.А., Дьяченко В.С., Сдвижков Д.В., Кириллов С.С., Рассказова Е.В., Бутов Г.М. *Известия Волгоградского государственного технического университета*, 2016, № 4 (183), 68.
4. Бурмистров В.В., Данилов Д.В., Зубович Е.А., Бутов Г.М. *Бутлеровские сообщения*, 2014, 38, 54.
5. Бурмистров В.В., Бутов Г.М. *Бутлеровские сообщения*, 2015, 42, 104.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОТИОЦИАНАТОВ

Д.А. Питушкин, В.В. Бурмистров, Г.М. Бутов
*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
г. Волжский, Волгоградская область, Россия*

Среди функциональных соединений адамантана особое место занимают изотиоцианаты, из которых могут быть получены другие ценные производные адамантана. Синтез новых адамантилсодержащих изотиоцианатов открывает большие возможности для получения широкого спектра тиоамидов, тиогидантоинов и тиомочевин – потенциальных биологически активных соединений.

На основе 1-адамантилизотиоцианата получают производные 4-оксо-1-бензотиопирана, которые находят применение в качестве ингибиторов ВИЧ (*in vitro* ED₅₀ = 0.65 мкмоль/л). Активность против вируса герпеса HSV-1 проявляют симметричные триподоподобные тритиомочевины получаемые из 1-адамантилизотиоцианата и трис(2-аминоэтил)амин. Соединения характеризуются высокой активностью (EC₅₀ = 16.7 мкмоль/л) и низкой цитотоксичностью (CC₅₀ > 200 мкмоль/л).

Получаемые из 1-адамантилизотиоцианата тиомочевины содержащие 2,3-дигидротиазольные или 4-тиазолидоновые фрагменты, соединенные с сульфоксазольной частью, были испытаны в качестве лекарственных препаратов против некоторых резистентных штаммов бактерий. Исследования показали, что данные соединения могут эффективно подавлять рост *Bacillus subtilis* (MIC, 0.007 мкг/мл против 0.24 мкг/мл для ампицилина), *Streptococcus pneumoniae* (MIC 0.06-0.12 мкг/мл против 0.12 для ампицилина), *Escherichia coli* (MIC, 0.49-0.98 мкг/мл против 1.95 мкг/мл для гентамицина) и *Syncephalastrum racemosum* (более активны, чем амфотерцин Б).

Адамантилсодержащие тиомочевины полученные из N-(7-метокси-1,2,3,4-тетрагидроакридин-9-ил)алкан-1,ω-диаминами (7-МЕОТА) обнаруживают ингибирую-

щую активность в отношении ацетилхолинэстеразы человека (hAChE) и бутирилхолинэстеразы человека (hBChE).

Тиокарбамид, полученный взаимодействием 1-адамантилизотиоцианата с цистином, показал *in vivo* существенное влияние на мнестические функции лабораторных животных, а также на их выживаемость в условиях гипоксии. Кроме того *in vitro* было установлено положительное влияние данного соединения на связывание транскрипционных факторов NFAT и NF-κB с соответствующей им последовательностью ДНК.

Тиомочевины, полученные по реакции 1-адамантилизотиоцианата с различными циклическими вторичными аминами, показали антибактериальную (против *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Aureoginosa* и *Candida albicans*) и гипоглициемическую активность.

Другая серия тиомочевин и их комплексов с никелем (II) показала способность к подавлению пролиферации клеток рака простаты РС3 и раковых клеток MCF-7:

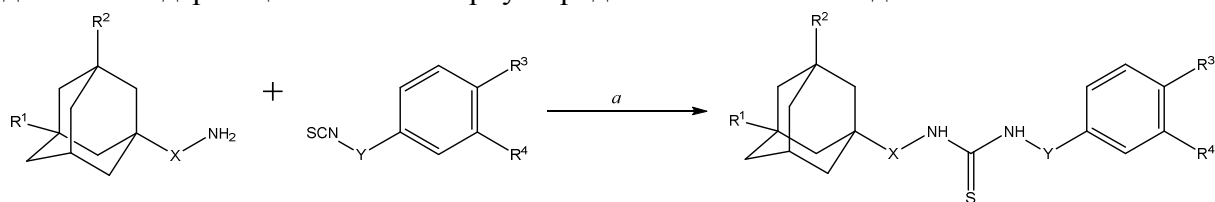
1-Адамантилизотиоцианат использован для образования тиомочевинной группы в структурных элементах наночастиц на основе каликсаренов и β-циклодекстрина. Подобные самоорганизующиеся наноконплексы предполагается использовать для улучшения иммунотерапии раковых заболеваний.

Растворимая эпоксидгидролаза человека (sEH, К.Ф. 3.3.2.10) – фермент, участвующий в метаболизме эндогенных химических медиаторов, которые в свою очередь играют важную роль в регуляции кровяного давления, а также в подавлении воспалительных процессов. В то время число 1,3-дизамещенных адамантилсодержащих мочевины, исследованных в качестве ингибиторов растворимой эпоксидгидролазы, превышает тысячу, данные об активности тиомочевин практически отсутствуют. Замена в молекуле ингибитора растворимой эпоксидгидролазы мочевины на тиомочевинную прогнозирует хоть и некоторое снижение активности в отношении фермента, тем не менее, способствует увеличению водорастворимости и уменьшению температуры плавления, что способствует увеличению биодоступности лекарственных форм.

Кроме медицинского применения изотиоцианаты находят ограниченное применение в других областях науки. Карбодиимиды, содержащие фрагмент 2,2,6,6-тетраметилпиперидинилоксила, получаемые из соответствующих адамантилсодержащих тиомочевин (которые в свою очередь были синтезированы по реакции с 1-адамантилизотиоцианатом) используют в качестве реактивов для измерения спин-спиновых расстояний методом ЭПР спектроскопии.

Комплексы, получаемые взаимодействием амида серия (III) с 1-адамантилизотиоцианатом, представляют интерес в качестве катализаторов для реакций циклизации, например, гидроаминирования.

Нами в результате проведения исследований разработаны эффективные одностадийные способы получения адамант-1-илсодержащих изотиоцианатов и тиомочевин на их основе. Предложен эффективный и универсальный реагент для введения изотиоцианатной группы в молекулу адамантилсодержащих аминов – фенилизотиоцианат и разработан удобный метод синтеза адамант-1-илсодержащих изотиоцианатов с его использованием. Разработаны методы получения гомологов 1-адамантилизотиоцианата, основанные на реакциях адамантилсодержащих аминов с сероуглеродом с высоким выходом.



Испытана ингибирующая активность 1-(адамант-1-ил)-3-R-замещенных тиомочевин в отношении человеческой эпоксидгидролазы (sEH) и впервые получены образцы с высокой активностью (IC₅₀ < 10 нмоль/л), водорастворимостью и пониженной температурой плавления.

ления. Установлена противоопухолевая активность в отношении клеток рака груди mdamb-231 у некоторых адамантилсодержащих изотиоцианатов, превышающая известные аналоги в 2-10 раз. Впервые синтезированы труднодоступные адамантилсодержащие ароматические изотиоцианаты.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Грант № 16-33-00172, мол_а) и Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания на 2017-2019 гг. (проект 4.7491.2017/БЧ).

Список литературы

1. Burmistrov V., Morisseau C., Harris T.R., Butov G.M., Hammock B.D. *Bioorg. Chem.*, 2018, 76, 510.
2. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Карлов Д.С., Палюлин В.А., Зефирова Н.С., Мориссье К., Хэммок Б.Д. *Биоорганическая химия*, 2016, 42, 448.
3. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Питушкин Д.А. *Известия Волгоградского государственного технического университета*, 2014, № 22 (149), 42.
4. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Питушкин Д.А. *ЖОрХ*, 2015, 51, 1828.
5. Burmistrov V., Morisseau C., Hammock B.D., Pitushkin D., Butov G.M., Karlov D., Fayzullin R.R. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2018, 28, 2302.

АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИЕ ИМИДАЗОЛИДИН-2,4,5-ТРИОНЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНГИБИТОРЫ РАСТВОРИМОЙ ЭПОКСИДГИДРОЛАЗЫ

В.С. Дьяченко, В.В. Бурмистров, Г.М. Бутов
*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
г. Волжский, Волгоградская область, Россия*

Открытый не так давно фермент в арахидоновом каскаде, вовлеченный в метаболизм эпоксижирных кислот до соответствующих вициальных диолов путем каталитического присоединения молекулы воды – растворимая эпоксидгидролаза (sEH), явилась ключом в терапии социально значимых заболеваний. В качестве ингибиторов sEH используются различные производные мочевины, среди которых особое место занимают мочевины с адамантановыми заместителями.

Первыми мощными конкурентными ингибиторами sEH были дициклогексил мочевины (DCU) и различные дифенилмочевины. Будучи довольно активными, эти и подобные соединения, такие как 1-циклогексил-3-додецил мочевины (CDU), было сложно использовать *in vivo*, так как они являются твердыми высокоплавкими липофильными веществами, что существенно затрудняло приготовление их лекарственных форм. Прорыв был сделан когда была синтезирована 1-(адамantan-1-ил-урейдо)-додекановая кислота (AUDA), как аналог 14,15-эпоксида арахидоновой кислоты. Внутри этой молекулы додекановая кислота копировала α -конец арахидоновой кислоты, а мочевиновый фрагмент использовался, как копия эпоксида и его переходного состояния, а адамантильный радикал был использован для копирования \square -гидрофобного хвоста. Рентгеноструктурным анализом было показано образование водородной связи между мочевиной группой и активным центром фермента.

Эффективность ингибирования фермента *in vivo* напрямую зависит от величины молекулы ингибитора, занимающего объем в полости фермента, а также структуры фармакофорного центра молекулы. При анализе способов связывания ингибиторов sEH — производных мочевины из базы PDB, следует отметить возможность лишь одного из способов связывания диалкилкарбамидного фрагмента ингибитора: карбонил образует две водородные связи с остатками Tyr383 и Tyr466, а оба атома водорода амидных групп с

Asp335. Однако способность за счет водородных связей эффективно связываться с ферментом не сопровождается хорошей растворимостью в воде. При этом, несмотря на появление соединений лидеров, в том числе прошедших клинические испытания, большинство известных ингибиторов – твердые высокоплавкие вещества, с низкими показателями ингибирующей активности в отношении sEH. Все это затрудняет их использование *in vivo*, а также при приготовлении лекарственных форм.

Поиск новых фармакофорных центров, отличных от уреидного, обладающего высокими показателями ингибирующей активности, водорастворимостью, а также низкими температурами плавления, вызывает несомненный научный и практический интерес. Таким образом, последующая модификация уреидного центра, позволит целенаправленно изменить свойства ингибитора и создать новый фармакофорный центр ингибитора sEH.

Нами осуществлена изостерическая замена уреидной группы на имидазолидин-2,4,5-трионную группу и получена серия 1,1'-N-бис{3-(адамантан-1-ил)имидазолидин-2,4,5-трионов} (**1a-h**), по следующей схеме представленной на рисунке 1. Реакцию проводили в среде кипящего ТГФ при соотношении реагентов 1 : 2,4 моль в течении 2 часов.

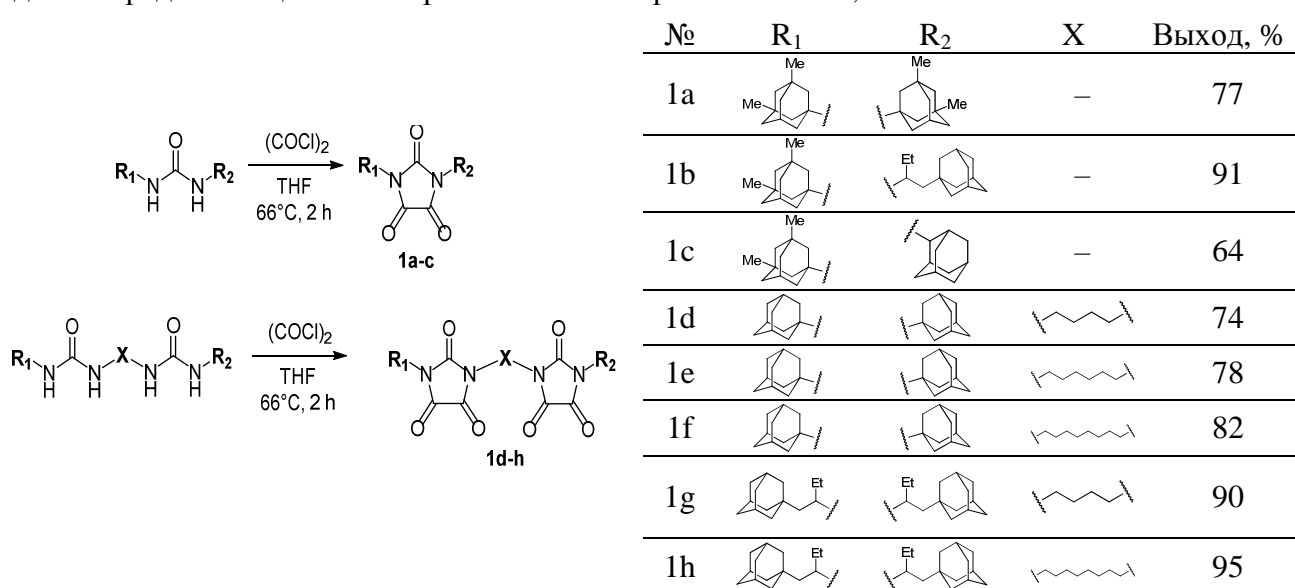


Рис. 1. Схема синтеза и свойства 1,3-(адамантан-1(2)-ил)имидазолидин-2,4,5-трионов и 3,3'-(адамантан-1-ил)бис(1-алкилимидазолидин-2,4,5-трионов)

Для данного ряда соединений была исследована ингибирующая активность в отношении растворимой эпоксидгидролазы человека и млекопитающих, а также метаболическая стойкость соединений-лидеров в микросомах печени. Исследования были выполнены на кафедре «Энтомологии и нематологии» Калифорнийского университета Дэвис, США. (UC Davis Comprehensive Cancer Center, University of California, Davis).

Исследование ингибирующей активности в отношении sEH показало, что изостерическая замена уреидной группы на имидазолидин-2,4,5-трионную, способна увеличить показатель ингибирующей активности (IC₅₀) по отношению к исходным соединениям в 2-4 раза.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Грант № 18-43-343002, p_мол_a) и Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания на 2017-2019 гг. (проект 4.7491.2017/БЧ).

Список литературы

1. Imig J.D. *Expert Opin Drug Metab Toxicol.* 2008, 4, 165.
2. Burmistrov V., Morisseau C., Harris T.R., Butov G.M., Hammock B.D. *Bioorg. Chem.*, 2018, 76, 510.

3. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Карлов Д.С., Палюлин В.А., Зефилов Н.С., Морисье К., Хэммок Б.Д. *Биоорганическая химия*, 2016, 42, 448.
4. Бутов Г.М., Бурмистров В.В., Далингер И.Л., Вацадзе И.А., Шкинева Т.К., Данилов Д.В. *Химия гетероциклических соединений*, 2014, 50, 1869.
5. Бурмистров В.В., Бутов Г.М., Дьяченко В.С. *ЖОрХ*, 2016, 52, 594.
6. Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Ниши К., Ким И. *Химия гетероциклических соединений*, 2017, 53, 1080.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СЖИГАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Медведева Л.И., доцент кафедры ВАЭ
ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Объектом управления в данном процессе является печь для сжигания серосодержащих отходов и выработки вторичного энергоресурса – пара.

Основным контуром регулирования выбирается каскадная схема управления заданной температурой, путем регулирования массового расхода газа с пропорциональным соотношением избыточного расхода воздуха в топке печи (Рис. 1). Метод соотношения расходов реализуется на построении регулятора температурной нагрузки в печи, посредством изменения массового расхода газа, воздействующего на задание регулятора массового расхода воздуха, который, в свою очередь, управляет клапаном на воздушной магистрали печи. Способом регулирования количества газа и воздуха подаваемого в печь является изменение положения задвижки с помощью регулируемого электропривода.

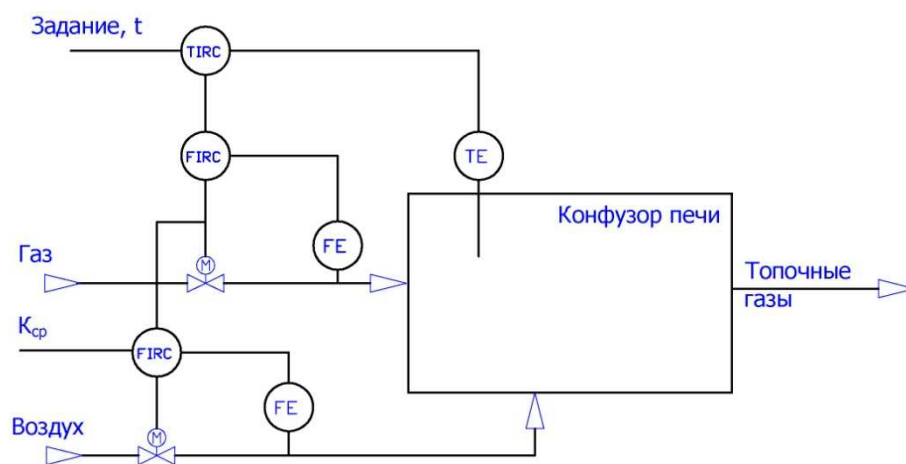


Рис. 1. Каскадная схема управления заданной температурной нагрузкой в печи, посредством изменения массового расхода газа, воздействующего на задание регулятора массового расхода воздуха.

Характеристика, описывающая изменение температуры от расхода воздуха при постоянном расходе газа, имеет экстремальный характер [1, 2]. Обычно соотношение «газ-воздух» устанавливается экстремальным регулятором, определяющим оптимальное значение коэффициента соотношения расходов $K_{ср}$ (Рис. 1) в зависимости от состава смешанного газа и его теплотворной способности. Коэффициент соотношения массовых расходов «газ-воздух» реализуется в системе управления программно, как задающий параметр.

В качестве топлива используется природный газ, подаваемый с газосмесительной станции. В данной модели соотношение расходов «газ-воздух» принято постоянным. Ведущим считается расход газа, а ведомым – расход воздуха.

После анализа по нахождению основного контура управления проводится эксперимент по определению значений динамических характеристик [1]. С помощью данных значений строится кривая разгона с целью нахождения коэффициентов передаточной функции объекта и используется в графическом имитационном моделировании (MathCAD и VisSim) реакции объекта управления на изменение параметров – соотношения массового расхода воздуха от расхода топливного газа в печи для сжигания серосодержащих отходов.

Для этого на клапана массового расхода топливного газа и воздуха в конфузор печи, подается ступенчатое воздействие в виде 10% открытия. В результате этих ступенчатых воздействий, на выходе образуется экспериментальная кривая разгона температуры процесса нагрева печи (Рис. 2).

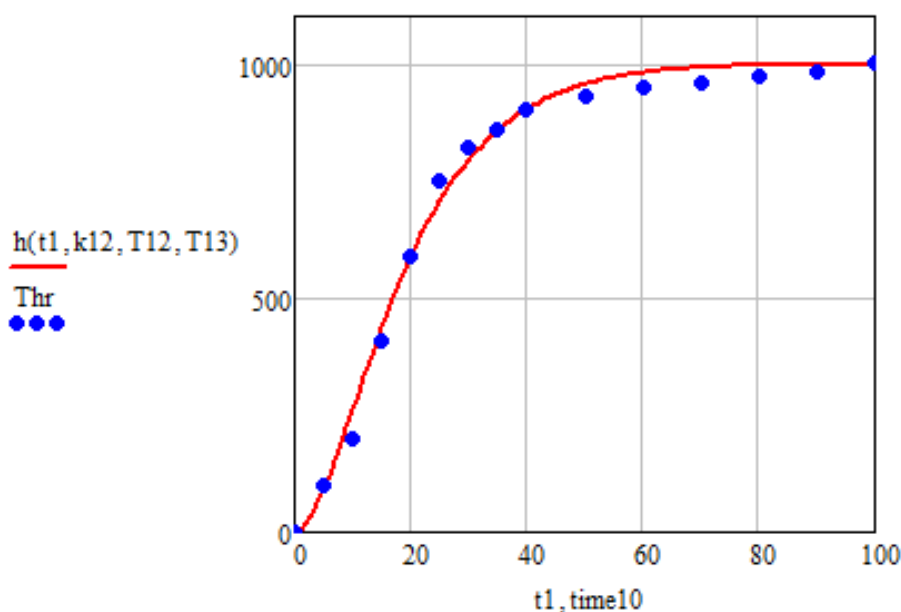


Рис. 2. Переходный процесс изменения температуры в печи сжигания отходов.

Следующий этап анализа процесса заключается в определении вида передаточных функций каждой из кривых найденных экспериментальным методом. Передаточная функция инерционного звена первого порядка без запаздывания реакции на изменение расхода газа:

$$Wg = \frac{k}{Tp + 1}, \quad Wg = \frac{1}{10p + 1}$$

Передаточная функция инерционного звена первого порядка без запаздывания реакции на изменение расхода воздуха:

$$Wv = \frac{k}{Tp + 1}, \quad Wv = \frac{1}{1.52p + 1}$$

Передаточная функция инерционного звена второго порядка без запаздывания реакции на изменение температуры:

$$Wt = \frac{k}{Tp^2 + Tp + 1}$$

Коэффициенты передаточной функции инерционного звена второго порядка без запаздывания реакции на изменение температуры находятся методом преобразований Лапласа [2] с помощью программного пакета MathCAD:

$$W12(p, k12, T12, T13) := \frac{k12}{(T12 \cdot p + 1)(T13 \cdot p + 1)}$$

$$h(t, k12, T12, T13) := \frac{W12(p, k12, T12, T13)}{p} \text{ invlaplace } , p \rightarrow \frac{T13 \cdot k12 \cdot \left(T12 - T13 - T12 \cdot e^{-\frac{t}{T12}} + T13 \cdot e^{-\frac{t}{T13}} \right)}{T12 - T13}$$

Given

$$f(k12, T12, T13) := \sum_{i=0}^{14} \left(Thr_i - h(t_i, k12, T12, T13) \right)^2$$

$$r12 := \text{Minimize}(f, k12, T12, T13)$$

$$r12 = \begin{pmatrix} 99.878 \\ 10.258 \\ 9.999 \end{pmatrix}$$

$$k12 := r12_0 = 99.878$$

$$T12 := r12_1 = 10.258 \quad T13 := r12_2 = 9.999$$

$$t1 := 0..100$$

$$W12(p, k12, T12, T13) \text{ float } ,3 \rightarrow \frac{99.9}{(10.0 \cdot p + 1.0) \cdot (10.3 \cdot p + 1.0)}$$

Передаточная функция изменения температуры в печи инерционного звена второго порядка без запаздывания примет вид:

$$Wt = \frac{100}{103p^2 + 20.3p + 1}$$

Сравнительный анализ экспериментальной и рассчитанной кривых разгона показывает адекватность функции изменения температуры исследуемому объекту.

Литература:

1. Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности/ Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – М.: Химия, 1988. – 288с.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат. 1985. - 296 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

*Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Уколов В.А.
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ*

Загрязнение природных вод, за последние годы, приобрело угрожающие размеры. Экологические последствия подчас носят катастрофический характер. Поэтому, в последнее время, возрастают требования к качеству очищаемых сточных вод. Актуальным явля-

ется интенсификация работы действующих очистных сооружений, совершенствования методов и способов очистки сточных вод.

Одним из наиболее эффективных физико–химических методов очистки промышленных сточных вод является применение коагулянтов и высокомолекулярных флокулянтов, что позволяет удалять до 97-98 % коллоидных и высокодисперсных примесей, таких как органические вещества, тяжелые металлы, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества и др.

Нами проведено исследование по очистке образцов сточных вод с остатками пропиточных составов с использованием коагулянтов, флокулянтов, фильтрующих материалов с использованием биосорбентов.

На основании анализа научных литературных данных, выбран способ очистки отработанных сточных вод от остатков пропиточного раствора. Для эффективной очистки сточных вод необходимо применять комплекс операций, таких как отстаивание, коагуляция, флокуляция и фильтрация.

Проводился сравнительный анализ различных видов коагулянтов и флокулянтов. Определены их оптимальные концентрации и нормы введения для очистки сточных вод.

Исследовано, что применение флокулянтов способствует интенсификации процесса образования хлопьев и уменьшения продолжительности процесса коагуляции.

Изучена возможность применения двухслойного секционного фильтра (/песок/адсорбент-катализатор), который существенно снижает концентрации загрязнений, поступающих на фильтры. Полученный фильтрат, согласно органолептическим показателям, является прозрачным без видимых примесей.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ НАБУХАНИЯ ГИДРОФИЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

В.Ф. Каблов (проф., д.т.н.), Н.А. Кейбал (зав. каф., д.т.н.), Т.В. Крекалева (ст. преп.),
М.С. Усихина (бакалавр), Д.В. Еременко (бакалавр), Я.В. Целищева (бакалавр)
Волжский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет»
Волжский, Россия

В последние годы в повседневной жизни появилось много новых полимерных материалов, к их числу относятся и полимерные гели. Уникальные свойства полимерных гелей открывают широкие возможности для практического применения этих материалов в медицине, биотехнологии, экологии, растениеводстве, солнечной энергетике и других областях промышленности и науки. Гидрогели являются многоцелевыми материалами, используемыми для получения широкого спектра специализированных материалов [1]. Известны набухающие в воде герметики, включающие эластомерный компонент и порошкообразный абсорбирующий воду материал, водоблокирующие составы для нефтедобычи (материалы для пакеров), гидрофильные покрытия и др. Гидрофильные наполнители можно вводить в состав полимерных композиций непосредственно в виде гидрогеля или в виде дисперсной системы для дальнейшего набухания [2]. Разработаны и исследованы огнестойкие композиции с гидрофильными наполнителями на основе эпоксидных смол [3]. Обеспечение высокоэффективного функционирования полимерных гидрогелей в разных практических задачах определяет необходимость исследований поведения этого класса полимеров в различных условиях.

Целью данной работы является исследование влияния раствора фосфорборсодержащего олигомера (ФБО) на степень набухания сшитого полиакриламида.

Если в качестве растворителя выступает не вода, а водный раствор, то на степень набухания влияют как концентрация, так и природа растворенного вещества. Это связано, во-первых, с тем, что активность воды в растворах отличается от активности чистой воды, а во-вторых, с влиянием индивидуальных свойств растворенных веществ. Изменяя природу растворенного вещества и его концентрацию, можно в широком интервале изменять активность растворителя и тем самым влиять на степень набухания полимера. При этом объем геля может изменяться в несколько раз.

В данной работе гидрофильный наполнитель модифицировали водными растворами фосфорборсодержащего олигомера.

Для исследования степени набухания использовался стандартный метод определения набухания в жидкостях ГОСТ 421-59.

При контакте с дистиллированной водой в течение 120 минут масса сшитого полиакриламида увеличивается в 117 раз. Изменение массы сшитого полиакриламида при контакте с водными растворами ФБО достигает 197,4 %, что соответствует трехкратному увеличению. При увеличении концентрации фосфорборсодержащего олигомера в растворе наблюдается уменьшение степени набухания до от 197,4 до 155,3 %. При повышении концентрации фосфорборсодержащего олигомера в водных растворах pH уменьшается, наблюдается коллапс гидрогеля. Коллапс указывает на наличие группы слабой кислоты в сшитом полиакриламиде. Кислая среда подавляет диссоциацию кислотных групп гидрогеля, что уменьшает степень набухания полимера.

Литература

1. Дубровский, С.А. набухание и упругость слабосшитых полимерных гидрогелей / С.А. Дубровский // М.: Химия, 2008. – 43 с.
2. Каблов, В.Ф. Исследование влияния гидрофильного наполнителя на огнестойкость эпоксидных композитов / В.Ф. Каблов, Н.А. Кейбал, Т.В. Крекалева, А.Г. Степанова, Г.Е. Заиков // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – т. 16 – № 13. – С. 123-124.
3. Каблов, В.Ф. Наполненные эпоксидные композиты с повышенной огнестойкостью / В.Ф. Каблов, Н.А. Кейбал, Т.В. Крекалева, Г.Е. Заиков, А.А. Живаева, В.Д. Сандо // Вестник Казанского технологического университета. – 2015 – т. 18 – № 13. – С. 48-50.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОГНЕСТОЙКИЕ СВОЙСТВА ПВХ-ПЛАСТИЗОЛЯ

В.Ф. Каблов (проф., д.т.н.), Кейбал Н.А. (зав. каф., д.т.н.), Крекалева Т.В. (ст. преп.),
Москвичева М. А. (аспирант), Степанова А.Г. (химик-технолог ООО «ВЗТМ»)
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
Кафедра «Химическая технология полимеров и промышленная экология»
г. Волжский, Россия www.volpi.ru

Одним из широко применяемых методов снижения горючести полимерных материалов является введение наполнителей. Они способствуют повышению механических свойств и температуры размягчения, снижению усадки и горючести, удешевлению материала, а также улучшению его диэлектрических свойств. Кроме того, правильно подобранный и аргументировано обоснованный состав композиции позволяет снизить ее дымообразование и токсичность продуктов горения. В огнезащите полимеров гораздо эффективнее применение активных наполнителей, так как они не только снижают массу горючих компонентов, но и существенно воздействуют на физико-химический процесс при пиролизе и горении. Такие наполнители проявляют свойства антипиренов, разлагающихся с

выделением воды, диоксида углерода и других разбавителей газовой фазы горящего полимера. К таким наполнителям относят гидроксиды, карбонаты, гидрокарбонаты металлов, фосфаты и т.д. Для снижения горючести ПВХ используют гидроксиды алюминия и магния. Применение гидроксидов в качестве антипиренов постоянно возрастает, что обусловлено их нетоксичностью и низкой стоимостью.

В связи с этим цель работы состояла в исследовании влияния модифицированного фосфорборсодержащим олигомером гидроксида магния на огнестойкость композиций на основе поливинилхлорида.

Проведено исследование композиций на основе ПВХ на горючесть методом оценки скорости горизонтального распространения пламени по поверхности. При горении композиций на основе ПВХ с гидроксидом магния на его поверхности образуется коксовая «шапка», которая с одной стороны уменьшает количество летучих горючих продуктов пиролиза пластика, поступающих в зону пламени, с другой меняет условия теплообмена пламени с поверхностью горящего материала. Оба эффекта приводят к неустойчивому горению и подавлению процесса в целом. Увеличение содержания модифицированного гидроксида магния в композициях на основе ПВХ приводит к сокращению времени самозатухания с 12 секунд до 1-3 секунд.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что введение в ПВХ антипиренов, катализирующих конденсацию, сшивку и образование на горячей поверхности коксового слоя с малой теплопроводностью эффективно снижает их горючесть. Во время деструкции и окисления фосфорборсодержащий олигомер образует полифосфорные и борсодержащие кислоты, которые в виде тонкой пленки распределяются по поверхности материала и препятствуют поступлению кислорода, в отсутствие которого процесс горения прекращается. Разработанные композиции являются самозатухающими.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-43-343003 на оборудовании, приобретенном по Программе стратегического развития ВолгГТУ на 2012-2016 гг.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ГИДРАТАМИ СИЛИКАТА НАТРИЯ

проф. В.Ф. Каблов, зав. каф. Н.А.Кейбал, асп. А.В.Мещеряков
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет» г. Волжский

В настоящее время растёт актуальность повышения огнетеплозащитных свойств изделий из полимерных композиций. Они применяются в ракетной, авиационной и морской технике, в том числе, для конструкций специального назначения, работающих при экстремальных температурах.

Одним из перспективных компонентов для повышения огнетеплозащитных свойств полимерных материалов является силикат натрия, способный к физико-химическим превращениям в нагреваемом материале. При введении силиката натрия может наблюдаться эффект вспучивания, поглощение тепла за счет протекания эндотермических превращений, сопровождающихся выделением воды; подавление реакций горения и другие защитные эффекты. Кроме того, силикат натрия доступный и нетоксичный материал.

Известны эффективные пропиточные составы и огнезащитные покрытия на основе пластиков и лакокрасочных материалов и смол, содержащие силикаты; известны также композиции на основе поливинилхлорида, включающие силикат натрия в качестве термостабилизатора. Менее исследованы эластомерные материалы с силикатами металлов.

Проведены исследования влияния силиката натрия и особенностей его подготовки и совмещения с различными наполнителями на огнетеплозащитные и физико-

механические свойства вулканизатов на основе различных каучуков. Во вводимом силикате изменяется содержание связанной силикатом натрия воды, способ и степень измельчения.

Введение силиката натрия в эластомерные композиции обеспечивает повышение огнетеплозащитного свойства вулканизатов, содержащих силикат натрия, за счет сильного вспучивания материала и образования прочного пенококсового слоя, выделения кристаллизационной воды и ингибирования горения мелкодисперсными частицами силиката относительно контрольных значений, при некотором снижении физико-механических свойств.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ

Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Старков И.В., Кнауб В.Э., Смирнова П.И.
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Одним из самых распространенных чрезвычайных ситуаций являются природные пожары. Они опасны тем, что горение является стихийным и неконтролируемым процессом. Кроме этого, подчас наносит непоправимый вред природным биогеоценозам.

Поэтому, целью наших исследований является разработка новых огнетушащих составов, которые позволят создать необходимые условия для прекращения процесса горения.

Разработаны и изготовлены экспериментальные водополимерные огнетушащие (ВПО) составы на основе 1% - х растворов желатины и карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Кроме этого, в их составы были введены антипиренные добавки в разных концентрационных соотношениях такие как: ФБО, суперфосфат, аммофос, мочевины, сода.

Полученные образцы исследованы на: вязкость, растекаемость, стекаемость, сопротивление горению и смачиваемость гидрофобных и гидрофильных поверхностей.

Показано, что вводимые компоненты увеличивают вязкость исследуемых ВПО образцов до 3–х раз по сравнению с водой. Исследование образцов с добавлением аммофоса характеризуется наибольшим углом стекаемости с наклонных поверхностей.

Показано, что наилучшими показателями смачиваемости твердых поверхностей обладает образцы с добавлением ФБО.

Кроме этого, изучение сопротивления процесса горения сухой растительности и деревянных образцов при использовании огнетушащих составов наблюдалось моментальное его прекращение. При этом повторного возгорания не происходило.

В ходе проведенных исследований было установлено, пожаротушащие растворы на основе карбоксиметилцеллюлозы или желатины модифицированного с помощью суперфосфата, аммофоса, фосфорборсодержащего олигомера, карбамида и гидрокарбоната натрия являются эффективными и экологически приемлемыми.

Преимуществом является отсутствие загрязнения окружающей среды пожаротушащим составом, а также простота его изготовления. Данные способы модификации позволяют повысить кинематическую вязкость растворов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, номер проекта 18-43-340001
«Разработка огнезащитных составов для снижения пожароопасной обстановки в Нижневолжском районе»*

НОВЫЙ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ МАТЕРИАЛ, РАБОТАЮЩИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В.Ф. Каблов (проф., д.т.н.), О.М. Новопольцева (проф., д.т.н.), Н.А. Кейбал (зав. каф., д.т.н.), В.Г. Кочетков (ст. преп., к.т.н.), Д.А. Крюкова (инженер, аспирант), Е.В. Гордеева (магистрант), С.А. Егорова (магистрант)

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, vtr@volpi.ru

Повышение стойкости композиционных эластомерных материалов к воздействию высоких и сверхвысоких температур является актуальной задачей. Основным способом её решения служит введение в состав эластомерных материалов наполнителей, которые при сгорании этих материалов образуют более прочный коксовый слой, защищающий как от высокотемпературного воздействия, так и от воздействия сверхскоростных газовых потоков. К таким наполнителям относится новый перспективный материал – каолиновое микроволокно (КМВ).

Целью работы является разработка огнетеплозащитного эластомерного материала (ОТЗМ), работающего в условиях высокотемпературного воздействия и содержащего КМВ. Для этого в резины на основе СКЭПТ-40 с серной вулканизацией в качестве наполнителей вводили 30 масс. ч. оксида кремния марки БС-120 и каолиновые волокна марки МКРВ, измельченные в ножевой мельнице D3V-10.

Установлено, что наилучшим комплексом свойств обладает материал, содержащий 10 масс. ч. КМВ. Однако наблюдается некоторое снижение прочностных характеристик ОТЗМ по сравнению с контрольным образцом, поэтому для устранения этого недостатка КМВ было промодифицировано фосфорборсодержащим олигомером (ТУ 40-461-806-66-07) и полифункциональной добавкой – гексахлор-п-ксилолом. Модификация позволила улучшить упруго-прочностные свойства вулканизатов на 10-12 % за счёт образования более развитой поверхности волокна и в результате лучшего взаимодействия волокно-каучук. При этом образцы характеризуются значительно лучшими огнетеплозащитными характеристиками: меньшей скоростью деструкции, образованием при высокотемпературном воздействии более регулярной плотной мелкопористой коксовой структуры, что в свою очередь способствует увеличению времени прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 оС и уменьшению потери массы и скорости линейного горения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-43-343003 на оборудовании, приобретенном по Программе стратегического развития ВолГТУ на 2012-2016 гг.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АППРЕТИРОВАННЫХ МИКРОУГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН НА ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мотченко А.О. (аспирант), Каблов В.Ф. (профессор), Кейбал Н.А. (зав. кафедрой)
Волжский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет»
Волжский, Россия

В современном мире бурно развивающаяся промышленность предъявляет все более высокие требования к технологическим и эксплуатационным свойствам композиционных материалов. Композиционные материалы находят широкое применение в самых разных областях промышленности, где подвергаются воздействию огня и высоких температур

(например, газовая, нефтеперерабатывающая, авиационная и военная промышленность).

Главными критериями при использовании огнетеплозащитных материалов являются теплофизические и адгезионные характеристики (при непосредственном воздействии пламени), а также сведение до эффективного минимума вводимых огнезамедлителей, одновременно повышая их эффективность по снижению горючести защитного материала. Высокие механические свойства углеродных волокон позволяют применять их в качестве одного из основных видов армирующих элементов, используемых при создании высокомодульных высокопрочных композиционных материалов.

В последнее время для огнезащитных композиций активно используются волокнистые наполнители. Волокнонаполненные композиции усиливают огнетеплозащиту и придают им ряд дополнительных свойств. При использовании углеродных волокон для армирования полимерных композиционных материалов проводят обработку их поверхности с целью улучшения адгезии матрицы к волокну.

Разрабатываемые ТЗМ изготавливались на основе тройных этиленпропиленовых каучуков СКЭПТ-40. Главной отличительной особенностью СКЭПТ является очень высокая температура термического разложения среди других каучуков. Для того чтобы в полной мере оценить влияние аппрета на огнетеплозащитные свойства композиции, испытывали образцы без волокон, с волокнами без аппрета и с волокнами, аппретированными 20% раствором ФБО.

В таблице 1 представлены результаты экспериментов, где согласно рецептам:

1. Образцы без добавления микроуглеродных волокон
2. Образцы с добавлением углеродных волокон
3. Образцы с волокнами, обработанными 20 масс. % раствором ФБО в воде;

Таблица 1 – Характеристики теплозащитного материала

| Виды показателей | № рецепта | | |
|---|-------------------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| | Значения для композиции | | |
| Минимальный крутящий момент (M_{\min}), Н·м | 0,22 | 0,24 | 0,17 |
| Максимальный крутящий момент (M_{\max}), Н·м | 2,11 | 2,39 | 2,06 |
| Время начала вулканизации (τ_S), мин | 2,77 | 2,86 | 1,85 |
| Условная прочность при растяжении (f_p), МПа | 16,6 | 15,9 | 17,1 |
| Относительное удлинение при разрыве ($E_{отн}$), % | 460 | 430 | 464 |
| Относительное остаточное удлинение после разрыва ($E_{ост}$), % | 12 | 32 | 24 |

В таблице 1 представлены данные по реометрическим и физико-механическим свойствам составов. По результатам таблицы 1 можно сделать вывод о том, что образцы содержащие углеродные волокна имеют более высокие реометрические показатели, чем образцы, не содержащие углеродных волокон. Так же было установлено, что введение углеродных волокон практически не изменяет физико-механических свойств композиции, однако, композиция, содержащая микроуглеродные волокна, аппретированные 20% раствором ФБО, способствует некоторому увеличению физико-механических свойств.

Таблица 2 – Огнетеплозащитные свойства

| Показатели | № рецепта | | |
|--|-------------------------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 |
| | Значение для композиции | | |
| Время прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 °С, с | 66,0 | 73,0 | 80,7 |
| Теплоёмкость, Дж/(кг·К) | 1888,32 | 1822,38 | 1823,41 |
| Теплопроводность, Вт/(м·К) | 0,21 | 0,20 | 0,19 |

| | | | |
|---|------|------|------|
| Температуропроводность, 10^{-7} м ² /с | 1,05 | 0,99 | 0,97 |
| Коксовое число, % | 50,2 | 53,0 | 53,2 |
| Скорость линейного горения | 27,7 | 25,9 | 23,8 |
| Скорость Термоокислительной деструкции, % | 82,2 | 69,9 | 54,5 |

Как видно из представленных в таблице 2 данных, материал № 3 обладает большей длительностью огнетеплозащитной эффективности. Это особенно ярко выражается для таких важных показателей, как: время прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 градусов (образцы №3 имели температуру на 18% ниже, чем образцы №1; и на 9% меньше, чем образцы №2); скорость термоокислительной деструкции уменьшилась на 33 и 15% (при сравнении образца №3 с образцами №1 и №2 соответственно); скорость линейного горения уменьшилась 15%.

Таким образом, введение в состав резиновой смеси на основе этиленпропилендиенового каучука СКЭПТ-40 в качестве модифицирующей добавки микроуглеродных волокон МУВ, предварительно обработанных 20 масс. % раствором ФБО в воде, приводит к повышению прочности теплозащитного материала и увеличению длительности теплозащитной эффективности, при сохранении комплекса физико-механических свойств

При введении МУВ, не аппретированных ФБО, происходит снижение физико-механических свойств материала. Однако, при предварительной обработке МУВ ФБО, происходит увеличение условной прочности при растяжении на 9 % по сравнению с контрольным образцом. Это может быть объяснено усилением взаимодействия МУВ с полимерной матрицей за счет наличия на поверхности микроволокна ФБО.

Установлено, что наличие микроуглеродных волокон способствует созданию «армирующей сетки», что в свою очередь приводит к увеличению коксового числа и времени прогрева необогреваемой поверхности образца.

Наибольшее влияние МУВ, аппретированных ФБО, проявляется в улучшении огнетеплозащитных характеристик материала. Например, скорость термоокислительной деструкции уменьшается на 15-30%, температура необогреваемой стороны образца до 100 градусов увеличивается на 20%. Необходимо так же отметить, что одной из причин улучшения эрозионной стойкости и теплозащитных свойств является укрепление кокса за счет его армирования микроволокнами.

В тоже время было установлено, что микроуглеродные волокна мало влияют на теплопроводность, однако уменьшают теплоемкость, что связано, вероятно, с образованием микропор на границе раздела каучук-микроволокно.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Солопов В.А.¹, Каблов В.Ф.¹, Новопольцева О.М.¹, Кочетков В.Г.¹, Бурмистров В.В.¹

¹Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, Россия

E-mail: vg.kochetkov@mail.ru

Адамантил-содержащие соединения обладают рядом уникальных свойств, определяющих их применения в ряде областей. Наличие аминных или гидроксильных функциональных групп позволяет предположить наличие противостарительной активности, что в свою очередь расширяет области применения таких соединений.

В работе рассматривается влияние введения в состав композиции на основе изопренового каучука СКИ-3 с серной вулканизирующей группой и содержащие в качестве проти-

востарителей диафен ФП (1) и агидол (2), адамантилсодержащих соединений с гидроксильными (1-1 и 2-1) и аминогруппами (1-2 и 2-2) на физико-механические и реометрические свойства

Исследование реометрических характеристик (MDR 3000 Professional, ASTM D2084-79) показало, что при введении адамантилсодержащих соединений с аминогруппами увеличивается показатель скорости вулканизации, в то время как адамантилсодержащие соединения с гидроксильными группами практически не влияют на кинетику вулканизации (табл. 1).

Таблица 1 – Реометрические и физико-механические показатели исследуемых композиций

| Показатель | 1 | 1-1 | 1-2 | 2 | 2-1 | 2-2 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Показатель скорости вулканизации (R_v), мин ⁻¹ | 0,27 | 0,28 | 1,83 | 0,22 | 0,22 | 1,33 |
| Условная прочность при растяжении (f_p), МПа | 18,8 | 15,8 | 13,1 | 18,0 | 11,5 | 11,1 |
| Относительное удлинение при разрыве (ϵ), % | 600 | 620 | 760 | 600 | 560 | 720 |
| Относительное остаточное удлинение после разрыва, % | 5 | 8 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| Изменение показателей после старения (100 °С x 72 час.), %: | | | | | | |
| Δf_p | -2 | -21 | -3 | -4 | -20 | -2 |
| $\Delta \epsilon$ | -7 | -10 | 21 | -8 | 7 | 33 |

При введении адамантилсодержащих соединений с аминогруппами улучшаются показатели после термоокислительного старения, что свидетельствует об их эффективности в качестве противостарителей.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНЕТАРНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Ю. Ю. Матасова, студент группы ХМММ-2п, ВолгГТУ, Волгоград

Е. М. Чебаткова, студент группы ХМММ-2п, ВолгГТУ, Волгоград

П. С. Васильев, старший преподаватель кафедры «ПАХПП», ВолгГТУ, Волгоград

Механическая активация является новым способом ускорения физико-химических процессов, который позволяет повысить качество целевого продукта и его эксплуатационные и потребительские свойства [1].

Отраслями промышленности, в которых механическая активация нашла свое применение, являются химическая, нефтехимическая, энергетическая, фармацевтическая и металлургическая отрасли промышленности, а также строительная индустрия. Основное функциональное назначение механической активации заключается в повышении комплексного и рационального использования материальных и энергетических ресурсов, ослаблении вредного воздействия на окружающую среду, а также в перспективе вторичной переработки.

Наиболее эффективными для механической активации аппаратами являются планетарные шаровые мельницы (ПШМ). ПШМ непрерывного действия обладают следующими достоинствами по сравнению с ПШМ периодического действия:

- все процессы в ПШМ непрерывного действия осуществляются без выключения мельницы, что позволяет не останавливать процесс и получать готовые материалы в больших количествах;

- сокращение времени работы мельницы непрерывного действия ввиду отсутствия необходимости во вспомогательных операциях и, как следствие, уменьшение расхода электроэнергии;
- возможность более быстрого достижения и поддержания режима протекания механической активации по сравнению с ПШМ периодического действия.

Создание планетарных шаровых мельниц непрерывного действия осложняет инженерно-техническая задача, которая состоит в том, что в отличие от традиционных мельниц подобные конструкции должны обеспечивать последовательное выполнение в помольной камере нескольких технологических операций, а так же необходимостью осуществления процессов измельчения и активации с использованием затрачиваемой энергии на привод.

На основе ранее составленной инженерной методики технологического расчета основных геометрических и энергосиловых параметров одноприводной планетарной шаровой мельницы периодического действия [2], предложена методика технологического расчета планетарной шаровой мельницы непрерывного действия, блок-схема которой представлена на рисунке 1.

Расчет основных параметров ПШМ непрерывного действия проводится в следующей последовательности:

1. Определяем объем одного барабана (при $\varphi=0,5$) [3]:

$$V_{\delta} = \frac{V_m + V_{ш}}{\varphi} = \frac{2 \cdot m_3}{[\rho_m + \rho_{ш} / (1 - \varepsilon_{ош})] \cdot \varphi \cdot P}. \quad (1)$$

2. Определяем радиус барабана, где $R_{\delta}=L_{\delta}/2$:

$$R_{\delta} = \frac{L_{\delta}}{2} = \frac{\sqrt[3]{4 \cdot V_{\delta}}}{2 \pi}. \quad (2)$$

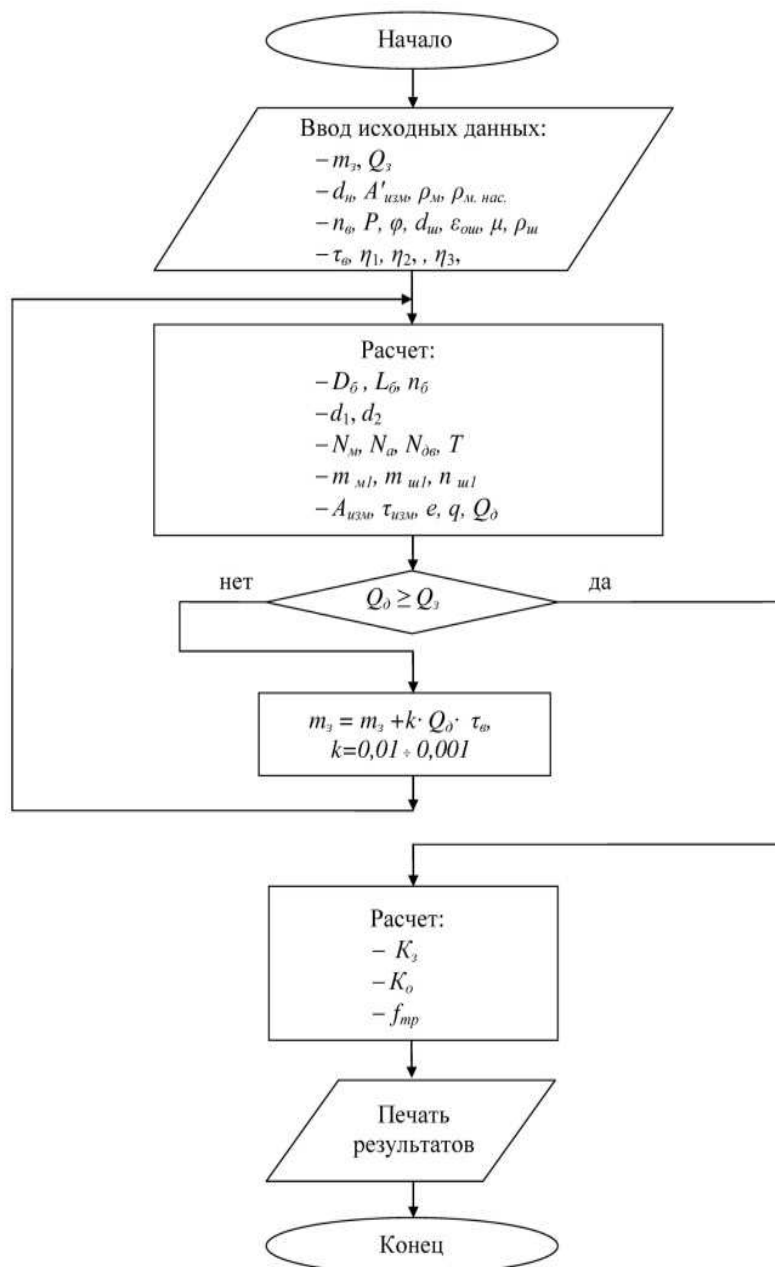


Рисунок 1 – Блок схема методики расчета ПШМ непрерывного действия

3. Из оптимального соотношения радиус водила выбираем:

$$R_g = 2 \cdot R_b, \quad (3)$$

где R_b – радиус барабана.

4. Определяем оптимальное передаточное число [4]:

$$K_{opt} = 1,54 + 0,2 \cdot \frac{R_g}{R_b} = 1,54 + 0,2 \cdot \mu. \quad (4)$$

5. Находим частоту вращения барабанов:

$$n_b = (K_{opt} + 1) \cdot n_g. \quad (5)$$

5. Момент сил сопротивления относительно оси барабана, создаваемый переносными силами инерции:

$$M_c = \frac{2}{3} \cdot 1000 \cdot \chi \cdot \gamma \cdot R_b^3 \cdot L_b \cdot \sin^3\left(\frac{\delta}{2}\right) \cdot \sin \theta, \quad (6)$$

где χ - характеристическое число;

- γ - насыпной вес шаровой загрузки в барабане;
 L_{δ} - длина барабана;
 δ - центральный угол шаровой загрузки в барабане;
 θ - поворота загрузки;
 Ψ' - относительная частота вращения барабана.

6. Мощность двигателя, затрачиваемая на преодоление M_c при вращении водила:

$$N_m = \frac{1}{102} \cdot P \cdot M_c \cdot (1 - i_{21}^H) \cdot n_g = \frac{1}{102} \cdot P \cdot M_c \cdot [1 - \{1 - (z_2 / z_1)\}] \cdot n_g, \quad (7)$$

где i_{21}^H - передаточное отношение от сателлита к центральному колесу при неподвижном водиле;

- z_1 - число зубьев шестерни;
 z_2 - число зубьев колеса.

7. Работа на перемещение шаров по круговым траекториям (при вращении водила):

$$A = 2000 \cdot \pi \cdot \chi \cdot \gamma \cdot R_{\delta}^3 \cdot L_{\delta} \cdot \Psi'^3 \cdot \sqrt{\mu} \cdot \left[(1 - \xi^4) - \frac{2}{3} \cdot \Psi'^4 \cdot (1 - \xi^6) \right], \quad (8)$$

где ξ - безразмерный параметр.

8. Мощность двигателя, затрачиваемая на перемещение шаров по круговым траекториям (при вращении водила):

$$N_a = \frac{1}{102} \cdot P \cdot A \cdot (n_{\delta} - n_g). \quad (9)$$

9. Мощность двигателя с учетом всех КПД:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_m + N_a}{\eta_{\text{прив}}}. \quad (10)$$

10. Масса материала (m_{m1}) и шаров ($m_{ш1}$) и количество шаров в одном барабане:

$$m_{m1} = V_{m1} \cdot \rho_m, \quad (11)$$

где V_{m1} - объем загружаемого в 1 барабан материала.

$$m_{ш1} = \frac{V_{m1} \cdot \rho_{ш}}{(1 - \varepsilon_{ош})}, \quad (12)$$

$$n_{ш1} = \frac{6 \cdot m_{ш1}}{\pi \cdot d_{ш}^3 \cdot \rho_{ш}}. \quad (13)$$

11. Работа измельчения материала (теоретическая) и время измельчения:

$$A_{\text{изм}} = 1000 \cdot P \cdot A'_{\text{изм}} \cdot m_{m1}. \quad (14)$$

$$\tau_{\text{изм}} = \frac{A_{\text{изм}}}{N_a}. \quad (15)$$

12. Производительность питающего устройства:

$$Q_n = 3600 \cdot P \cdot \rho_m \cdot F \cdot v \cdot \varphi_n. \quad (16)$$

13. Действительная производительность планетарной мельницы:

$$Q_{\delta} = \frac{3600 \cdot P \cdot m_{m1}}{\tau_{\text{изм}}}. \quad (17)$$

14. Удельный расход на измельчение [5]:

$$e = \frac{N_{\text{дв}}}{1000 \cdot Q_{\delta}}. \quad (18)$$

С использованием разработанной методики на ЭВМ был проведен расчет ПШМ непрерывного действия (исходные, справочные данные и основные расчетных параметры представлены в таблице 1).

Таблица 1 – Исходные и справочные данные, расчетные параметры

| № п/п | Наименование параметра | Размерность | Обозначение | Величина |
|-------------------|--|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Исходные данные | | | | |
| 1 | Минимальная производительность ПШМ | кг/ч | Q_z | 1500 |
| 2 | Начальная крупность измельчаемого материала – кварцевого песка | мм | d_n | 2 |
| 3 | Частота вращения водила | об/с | $n_в$ | 4,5 |
| 4 | Масса единовременной загрузки | кг | m_z | 330 |
| 5 | Расчетная работа диспергирования кварцевого песка | Дж/г | $A'_{изм}$ | 100 |
| 6 | Число барабанов | - | P | 4 |
| 7 | Коэффициент заполнения барабана | - | φ | 0,5 |
| 8 | Диаметр помольных шаров | м | $d_{ш}$ | 0,03 |
| 9 | Порозность шаровой загрузки | - | $\varepsilon_{ош}$ | 0,4 |
| 10 | Отношение радиуса водила к радиусу барабана | - | μ | 2 |
| 11 | Угол устойчивого положения частицы в горизонтальной плоскости | град | β | 100 |
| 12 | Степень заполнения питающего устройства потоком материала | - | φ_n | 0,0201 |
| Справочные данные | | | | |
| 13 | Плотность кварцевого песка | кг/м ³ | ρ_m | 2650 |
| 14 | Насыпная плотность кварцевого песка | кг/м ³ | $\rho_{м.нас.}$ | 1400 |
| 15 | Плотность стальных шаров | кг/м ³ | $\rho_{ш}$ | 7800 |
| 16 | КПД привода | - | $\eta_{прив}$ | 0,79 |
| Расчетные данные | | | | |
| 17 | Масса материала в 1 барабане | кг | $m_{м1}$ | 13,97 |
| 18 | Масса шаров в 1 барабане | кг | $m_{ш1}$ | 68,53 |
| 19 | Количество шаров в 1 барабане | шт | $n_{ш1}$ | 622 |
| 20 | Теоретическое время измельчения | с | $\tau_{изм}$ | 129,58 |
| 21 | Крутящий момент на шестерне | Н·м | T | $16,08 \cdot 10^3$ |
| 22 | Удельная производительность ПШМ | кг/(дм ³ ·ч) | q | 73,62 |
| 23 | Длина питающего устройства | м | l_n | 0,37 |
| 24 | Площадь поперечного сечения питающего устройства | м ² | F | $3,14 \cdot 10^{-4}$ |
| 25 | Средняя скорость относительного движения частиц | м/с | v | 6,45 |
| 26 | Производительность питающего устройства | кг/ч | Q_n | 1553,44 |
| 27 | Действительная производительность ПШМ | кг/ч | Q_o | 1552,42 |
| 28 | Удельный расход на измельчение | кВт·ч/т | e | 46,60 |

По результатам проведенного расчета построены характерные графические зависимости, описывающие динамику процесса измельчения материала в ПШМ непрерывного действия.

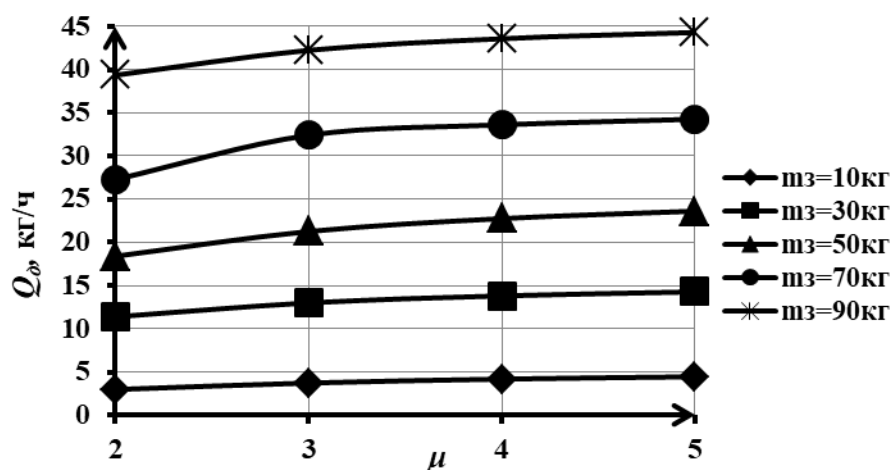


Рисунок 1 – График зависимости $N_{об}=f(m_3)$

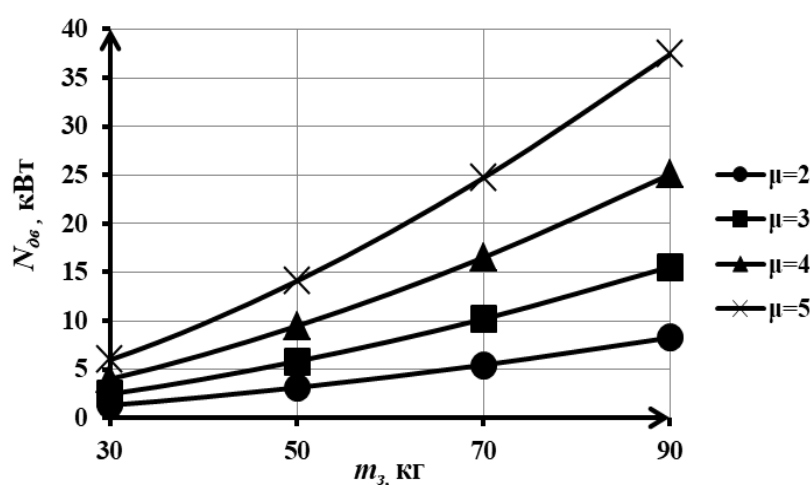


Рисунок 2 – График зависимости $N_{об}=f(m_3)$

Таким образом, предложенная методика позволяет точно прогнозировать величину затрачиваемой мощности, определяемой временем измельчения, для заданной производительности по измельченному материалу, что позволяет выйти на конкретные геометрические размеры ПШМ, т. е. конкретный типоразмер технологической машины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. 1 / под ред. Г. М. Островского. – Санкт – Петербург : Професионал, 2004. – 848с.
2. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017616734 от 13 июня 2017 г. Российская Федерация. Программа для расчёта основных технологических параметров планетарной шаровой мельницы периодического действия с одним приводом / П.С. Васильев, Ю.Ю. Матасова; ВолГТУ. - 2017.
3. Конструирование и расчёт машин химических производств : учебник для студ. вузов / под ред. Э. Э. Кольмана-Иванова. – Москва :Машиностроение, 1985. – 408 с.
4. Молчанов, В. И. Активация минералов при измельчении / В. И. Молчанов, О. Г. Селезнева, Е. Н. Жирнов. – Москва : Недра, 1988. – 208 с.
5. Ковтуненко, В. В. Исследование работы планетарных мельниц с целью рационального выбора их параметров при тонком измельчении карбонатных пород :автореф. дис. канд. техн. наук / Ковтуненко Валерий Владимирович. – Москва, 1984. – 212 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА НАБУХАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ РЕЗИН НА ОСНОВЕ ДИВИНИЛ-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА

Каблов В.Ф. (проф., д.т.н.), Кейбал Н.А. (зав. каф., д.т.н.), Крекалева Т.В. (ст. преп.),
Шапоров Е.В. (магистрант), Ситников Е.Е. (магистрант)
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
Кафедра «Химическая технология полимеров и промышленная экология»
г. Волжский, Россия www.volpi.ru

Способность резины к обратимым деформациям и набуханию в жидкостях являлась одной из причин широкого использования ее для изготовления уплотнительных элементов (упругие резиновые прокладки, уплотнительные ленты, пакеры и др.).

В последнее десятилетие в России отмечается значительный рост темпов жилищного строительства, промышленных зданий и сооружений, поэтому разработка гидроизоляционных эластомерных материалов на основе доступного отечественного сырья является особенно актуальной. Для изготовления гидроизоляционных материалов применяются добавки, увеличивающие их набухание.

В связи с этим цель работы состояла в исследовании влияния природы гидрофильного наполнителя на основные физико-механические и эксплуатационные свойства набухающих резин необходимых для изготовления гидроизоляционных устройств.

Были разработаны рецептуры резиновой смеси на основе дивинил-нитрильного каучука, содержащие в качестве гидрофильного наполнителя сополимер акриламида и карбоксиметилцеллюлозу, а также серу в качестве вулканизирующего агента и активные добавки.

Резиновая смесь готовилась смешиванием в микросмесителе и на лабораторных вальцах с регулируемым обогревом при 50 °С. Образцы для определения свойств резин вулканизовались при температуре 150 °С в течение 30 мин. Для оценки качества разработанных резин использовались стандартные методы определения упруго-прочностных свойств при растяжении и набухании в жидкостях.

При добавлении гидрофильных добавок наблюдалось уменьшение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве по сравнению с вулканизатом базового варианта. Было установлено, что вулканизат содержащий сополимер акриламида и карбоксиметилцеллюлозу обладает повышенным набуханием и удовлетворительными физико-механическими показателями. Исследования показали, что изменение массы образца вулканизата при контакте с 22 % водным раствором NaCl в течение 5 суток может достигать 16 %.

Таким образом, применение в эластомерных материалах водонабухающих компонентов различной природы позволяет добиться более высоких набухающих характеристик при сохранении физико-механических свойств.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА N, N-ДИМЕТИЛДИТИОКАРБАМАТА НАТРИЯ

Крекалёва Т.В. (ст. преп.), Надёжина К.А. (бакалавр),
(ВХТ-455), Клименко Е.В.(бакалавр).
*Волжский политехнический институт (филиал)
ФГБОУ ВолгГТУ, Волжский, Россия*

Среди карбаматов наибольшее распространение в промышленности получил диметилдителиокарбамат натрия. Диметилдителиокарбамат натрия обладает высокой активностью, его используют в качестве ультроускорителя вулканизации для смесей на основе нату-

рального и синтетических каучуков и латексов. Данный ускоритель применяют как ингибитор образования радикалов в конце реакции полимеризации БСК, как агент, способствующий выделению ионов тяжелых металлов при полимеризации. Может быть использован для вулканизации при комнатной температуре – для самовулканизирующихся клеев.

Диметилдитиокарбамат натрия (ДМДКН) производят в настоящее время в двух модификациях: жидкий и кристаллический. Основным недостатком жидкой выпускной формы карбамата МН является низкая концентрация целевого продукта при наличии большого количества водной фазы, что ведет к значительным транспортно-эксплуатационным расходам из-за необходимости перевозки больших количеств воды. Кроме того, имеются практические трудности применения и транспортирования жидкого карбамата во флотационных процессах в зимний период (при пониженных температурах раствор замерзает, и его приготовление требует создания специальных установок и энергетических затрат). Активность жидкого диметилдитиокарбамата натрия составляет 40-45 %, активность кристаллического – до 76%.

В данной работе с целью повышения технико-экономических показателей производства кристаллического диметилдитиокарбамата натрия предлагается на стадии получения раствора карбамата МН проводить синтез при мольном отношении $CS_2:C_2H_7N:NaOH$ равное 1:1:1,03 соответственно, так как при избытке сероуглерода или недостатке диметиламина выход диметилдитиокарбамата натрия уменьшается за счет побочной реакции образования тритиокарбоната натрия, который значительно ухудшает количество готового продукта, а на стадии синтеза диметилдитиокарбамата натрия для повышения производительности установить барабанный вакуум-фильтр.

На данный момент допустимый объем выбросов для АО «Волжский оргсинтез» составляет 8395 тонн. На все разрешенные выбросы делается расчёт рассеивания по каждому ингредиенту. Замеры проводятся на границе двухкилометровой санитарно-защитной зоны и на границах семикилометровой жилой зоны. За время работы технологического оборудования компании за прошлый год объем выбросов составил 55 % допустимого объема выбросов. Предприятие с запасом укладывается в разрешенные восемь тысяч тонн в год выбросов. В рамках проведения природоохранных мероприятий и контроля за выбросами на АО «Волжский оргсинтез» постоянно следят за уровнем создаваемой концентрации выбрасываемых веществ на границе санитарно-защитной зоны предприятия. Два раза в сутки проводится мониторинг санитарно-защитной зоны. Содержание сероуглерода находится ниже предела чувствительности методики измерения. По диоксиду серы концентрация составляет около 5-10 % от ПДК.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЧАСТИЦ В РЕАЛЬНОМ И ИДЕАЛЬНОМ ПРОЦЕССАХ

Е.М. Чебаткова, студент группы ХМAM-2п, ВолгГТУ, Волгоград

Ю.Ю. Матасова, студент группы ХМAM-2п, ВолгГТУ, Волгоград

А.Б. Голованчиков, профессор, ВолгГТУ, Волгоград

П.С. Васильев, старший преподаватель кафедры «ПАХПП», ВолгГТУ, Волгоград

Предлагается алгоритм расчета распределения частиц по фракциям при идеальном измельчении, когда процесс измельчения каждой фракции описывается равно вероятной функцией.

Приводятся примеры расчета измельчения частиц исходного состава для идеального процесса в сравнении с реальным процессом измельчения.

Процессы измельчения и классификации твердых тел широко используются в химической, нефтехимической, фармакологической, металлургической, пищевой про-

мышленности, но, особенно, в экологических процессах переработки твердых отходов, а также в горно-перерабатывающей и строительной индустрии.

Показано для каждого исходного состава частиц по фракциям существует критическая кратность измельчения, соответствующая фракционному составу при идеальном измельчении, при котором функция распределения измельчаемых частиц смещается в область фракций минимального размера.

Ключевые слова: идеальное измельчение, равновероятностная функция, фракционный состав, плотность распределения, степень измельчения.

Известные методы описания фракционного состава частиц описываются рядом параметров, основными из которых являются: кратность или степень измельчения, средний размер фракций до и после измельчения, плотность распределения частиц по фракциям, дисперсия плотности распределения, как центральный момент II порядка [1-6].

Целью работы является разработка метода расчета фракционного состава частиц при идеальном измельчении, когда каждая исходная фракция с размером частиц dc_i после измельчения равномерно изменяет свой первоначальный размер от нуля до dc_i , то есть превращается в равновероятностную функцию по всему спектру размеров от dc_1 до dc_n , где n - число фракций.

Графически эту физическую модель для произвольной i -той фракции можно представить следующим образом (рисунок 1, а).

Допустим i -тая фракция до измельчения имеет массу $m_1(i)=50$ г и графически представляет вертикальный столбик со следующим размером $dc_1=90$ мк, где $i=5$. В этом случае при идеальном измельчении из этих $m_1(5)=50$ г получаем 5 фракций от $i=1$ до $i=5$ с одинаковыми массами $m_i(5)=10$ г.

Четвертая фракция $i=4$ имеет до измельчения массу $m_1(4)=60$ г, после равновероятностного измельчения эта масса равномерно распределяется по 4 фракциям от $i=1$ до $i=4$ по $60/4=15$ г каждая; аналогично для фракции $i=3$ $m_1(3)=45$ г и при равномерном измельчении по трем фракциям от $i=1$ до $i=3$ по $45/3=15$ г; далее для фракции $i=2$ $m_1(2)=20$ г и при равномерном измельчении по двум фракциям от $i=1$ до $i=2$ $20/2=10$ г.

Первая фракция $m_1(1)=5$ г при равномерном измельчении остается неизмельченной.

Тогда для $dc(5)$ масса частиц после идеального измельчения $m_i(5)=m_1(5)/5=10$ г;

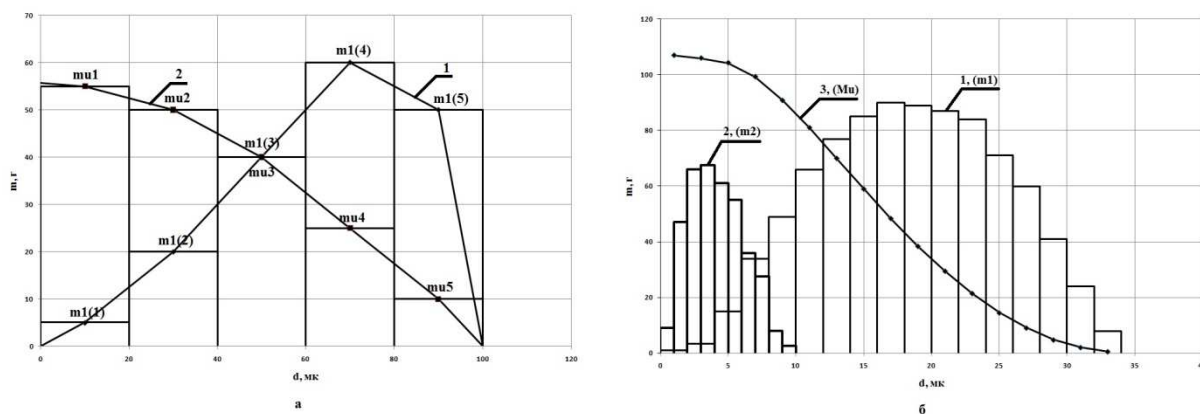
для $dc_4=m_i(5)+m_1(4)/4=10+15=25$ г;

для $dc_3=[m_i(5)+m_i(4)]+m_1(3)/3=25+15=40$ г;

для $dc_2=[m_i(5)+m_i(4)+m_i(3)]+m_1(2)/2=40+10=50$ г;

для $dc_1=[m_i(5)+m_i(4)+m_i(3)+m_i(2)]+m_1(1)/1=55$ г.

Исходный график до измельчения, проведенный через середины вертикальных столбцов (обозначенных крестиками), изображается кривой 1, а после идеального измельчения (обозначен темными кружками) - кривой 2 (рисунок 2). Как видно из гистограмм (рисунок 2) кратность идеального измельчения каждой фракции равна 2. Потому при идеальном измельчении общая кратность измельчения не может превышать эту величину, $k < 2$.



а - гистограммы и графики распределения частиц по фракциям: $m1(i)$ и кривая 1 - исходный фракционный состав: $\mu i(i)$ и кривая 2 - фракционный состав для идеального измельчения; б - гистограммы фракционного состава: 1 до измельчения (заштрихованная); 2 после измельчения; 3 график фракционного состава идеального измельчения

Рисунок 1

Ввод понятия идеального измельчения аналогичен вводу понятий идеального смешения или вытеснения в химической технологии для гидромеханических процессов, идеального твердого тела в сопромате, идеальной вязкости жидкости в реологии и гидростатике, идеальной проводимости для проводников и т.д.

Ниже представлен алгоритм расчета параметров до измельчения, после реального и идеального измельчения, а в таблице 1 представлены результаты расчетов этих параметров.

На рисунке 1, представлены гистограммы распределения частиц по фракциям до измельчения и после измельчения и графики их плотности распределения, рассчитанные по известным формулам [4-6]:

1. Средние размеры частиц каждой фракции

$$dc_{(i)} = \frac{d_{(i)} + d_{(i+1)}}{2};$$

2. Средний размер частиц во фракциях до и после измельчения

$$ds = \frac{\sum_{i=1}^n m_{(i)} ds_{(i)}}{\sum_{i=1}^n m_{(i)}};$$

3. Степень измельчения

$$k = \frac{ds1}{ds2};$$

где индекс 1 относится к массиву частиц до измельчения, индекс 2 - после измельчения

4. Дисперсия плотности распределения частиц по фракциям

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n m_{(i)} dc_{(i)}^2}{\sum_{i=1}^n m_{(i)} ds^2} - 1;$$

5. Средняя приведенная масса частиц

$$ms = \frac{\sum_{i=1}^n m_{(i)} \Delta d}{ds};$$

где Δd - интервал разбиения между частицами фракций по их размеру

6. Массив плотности распределения частиц по фракциям

$$c_{(i)} = \frac{m_{(i)}}{\sum_{i=1}^n m_{(i)}};$$

7. Массив приведенных (относительных) размеров частиц по фракциям

$$ds_{(i)} = \frac{dc_{(i)}}{ds};$$

(С пункта 7 и далее приводятся новые формулы для расчета параметров идеального измельчения)

8. Средняя масса каждой фракции при идеальном измельчении (равновероятностная функция измельчения каждой фракции)

$$mu_{(i)} = \frac{m_{(i)}}{dc_{(i)}};$$

9. Суммарная масса каждой фракции частиц при идеальном измельчении

$$mu_{(j)} = \sum_{j=1}^i mu_{(j)};$$

10. Плотность распределения частиц по фракциям при идеальном измельчении

$$cu_{(j)} = \frac{Mu_{(j)}}{\sum_{j=1}^n Mu_{(j)}}$$

11. Средний размер частиц после идеального измельчения

$$dsu = \frac{\sum_{j=1}^n cu_{(j)} dcc_{(j)}}{\sum_{j=1}^n cu_{(j)}}$$

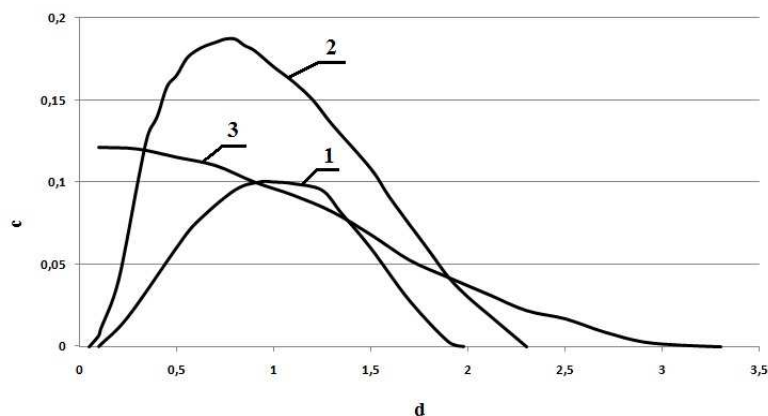


Рисунок 2 - Плотность распределения частиц в нормированных по размеру фракций координатах: 1. до измельчения $c_1=c_1(dc_1)$; 2. после измельчения $c_2=c_2(dc_2)$; 3. для идеального измельчения $c_{u1}=c_{u1}(dc_u)$

Как видно из сравнения результатов расчетов параметров по типовым формулам (п.п. 1-6), характеризующим реальный процесс измельчения с параметрами характеризующими идеальный процесс измельчения последний резко смещает график плотности распределения в область мелких фракций (рис. 2, кривые 1 и 3) и значительно уменьшает долю крупных фракций, при этом общая степень измельчения $k_{uu} < 2$, а дисперсия распределения частиц по фракциям возрастает.

Поэтому, как и при реальном измельчении, с большой степенью измельчения $k_u > 2$ мелкие фракции необходимо постоянно выводить из барабанов и роторов мельниц и проводить ступенчатое измельчение в каскаде мельниц (по аналогии с каскадом химических реакторов [1]), при этом кратность измельчения в каждой мельнице каскада должно быть $k_u = 2 \div 3$, то есть быть близким к кратности идеального процесса измельчения – это уменьшит энергозатраты и общее время измельчения до необходимого размера частиц при заданной общей производительности.

Список использованных источников

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для вызов / А. Г. Касаткин, - Изд. 14-е, стер. - М. : Альянс, 2008, 750 с.
2. Машины и аппараты химических производств : учебник для вызов / А. С. Тимонин, Б. Г. Балдин, В. Я. Борщев, Ю. И. Гусев и др. / под общей редакцией А. С. Тимонина. - Калуга : Издательство " Ноосфера ", 2014, - 856 с.
3. Машины и аппараты пищевых производств в 2 кн. Кн. 1 : Учеб. для вузов / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др. : Под ред. акад РАСХН В. А. Панфилова. - М. Высш. шк., 2001, - 703 с.
4. Борщев В. Я. Оборудование для переработки сыпучих материалов : учебное пособие / В. Я. Борщев, Ю. И. Гусев, М. А. Промтов, А. С. Тимонин, - М. : Изд. " Машиностроение - 1 ", 2006, - 208 с.
5. Справочник по обогащению руд. подготовительные процессы. - М. : Недра, 1982, - 366 с.
6. Мартынов В. Д. Строительные материалы и монтажное оборудование / В. Д. Мартынов, Н. И. Алешин, Б. П. Морозов, - М. : Машиностроение, 1990, - 352 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯМОТОЧНЫХ СТРУЙНЫХ ТАРЕЛОК В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

А.Д. Попова студентка кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

Н.В. Шибитова доцент кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

Л.В. Гущина студентка кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

Ву Минь Тханг магистрант кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

В последние годы при реконструкции и модернизации оборудования заводов нефтехимического комплекса используются контактные устройства в массообменных аппаратах для проведения процессов абсорбции, ректификации предпочтительно импортного производства таких фирм, как Зульцер, Кох-Глитч, хотя и в нашей стране разработано большое количество высокоэффективных тарелок. В соответствии с программой импортозамещения в работах описаны конструкции массообменных тарелок, защищенных патентами Российской Федерации [1, 2], позволяющие увеличить производительность существующего оборудования и повысить качество получаемых продуктов.

В диссертации [3] представлены результаты исследования гидродинамики и массопередачи прямоточных клапанно-ситчатых тарелок, определены минимальные и максимальные допустимые нагрузки по газовой фазе. На основании проведенных экспериментальных исследований разработана методика расчета гидравлического сопротивления разработанных контактных устройств.

В монографии [4] приведен сравнительный анализ различных контактных устройств в тепло- и массообменных аппаратах, даны рекомендации по методике их расчета на основании результатов опытных исследований, подтверждающих математические модели.

Авторами разработана конструкция массообменной струйной тарелки (рисунок 1) [5], особенностью которой является то, что, гидрозатвор расположен в межтарельчатом пространстве колонного аппарата. Такое конструктивное решение обеспечивает увеличе-

ние рабочей площади тарелки (на рисунке 1 затемненная часть) и повышает производительность колонны.

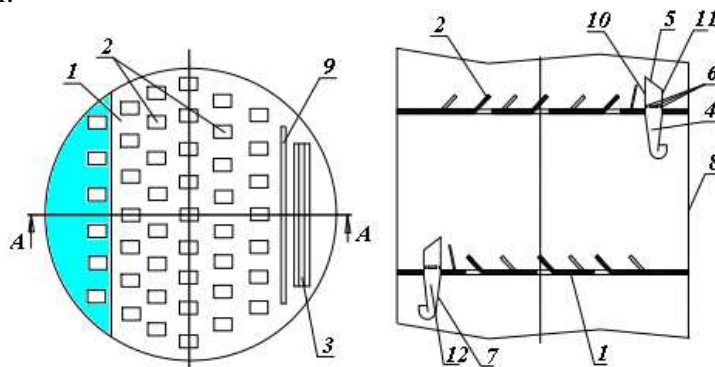


Рисунок 1. Массообменная тарелка с переливным устройством подвешенного типа [5]:
 1 – горизонтальное полотно; 2 – барботажные элементы; 3 – переливное устройство;
 4 – статический гидрозатвор; 5 – переливной порог; 6 – отверстия; 7 – передняя стенка;
 8 – стенка корпуса колонны; 9 – форпланка; 10 – передняя стенка; 11 – задняя стенка;
 12 – боковая стенка

Применение форпланки перед переливным устройством позволяет по-новому организовать движение потоков жидкой и паровой фаз, улучшить сепарацию газа, что способствует увеличению движущей силы массообменного процесса.

Массообменная тарелка работает следующим образом: жидкая фаза поступает с вышерасположенной тарелки через статический гидрозатвор 4 на горизонтальное полотно 1 ниже расположенной тарелки и движется вдоль полотна к переливному порогу 5. Часть осветленной жидкости через отверстия 6 поступает в статический гидрозатвор 4. Основная часть жидкости перетекает в статический гидрозатвор 4 через верхнюю часть задней стенки 11 переливного порога 5 переливного устройства 3.

За счет перепада давления, создаваемого сопротивлением тарелки в статическом гидрозатворе 4, автоматически устанавливается определенный уровень жидкости. Уровень жидкости обеспечивает хорошую сепарацию газа, так как пузырьки газа, находящиеся в жидкости, должны преодолеть столб жидкости, в котором гидростатическое давление увеличивается, кроме того, газоотделению способствует расширяющаяся форма переливного устройства. Такая конструкция статического гидрозатвора 4 исключает проникновение газовой фазы через переливное устройство 3.

Паровой поток поднимается снизу вверх, проходит через барботажные элементы 2 и вступает в контакт с жидкой фазой, в результате чего осуществляется интенсивный массообмен, причем производительность тарелки в большой степени определяется площадью активного взаимодействия фаз.

Разработанную конструкцию струйной тарелки предлагается применить в колонне-деэтанализаторе установки стабилизации бензина и газодифракционирования [6]. В действующей схеме блока газодифракционирования на отпарной колонне-деэтанализаторе отгоняется сухой газ, состоящий в основном из метана и этана, с ним уносится достаточно большое количество пропана и бутана. Сухой газ с верха колонны сбрасывается в заводское топливное кольцо, а жидкая фаза с нижней тарелки отводится для дальнейшей переработки пропан-бутановой фракции. Недостатком данной схемы является большой унос пропана и бутана с сухим газом, что значительно снижает выход продукта [7].

Моделирование данного процесса с использованием программы PRO-II показало, что замена отпарной колонны на полную (рисунок 2), и установка в ней массообменных тарелок струйного типа, позволит увеличить выход пропан-бутановой фракции с сохранением качества продукта.

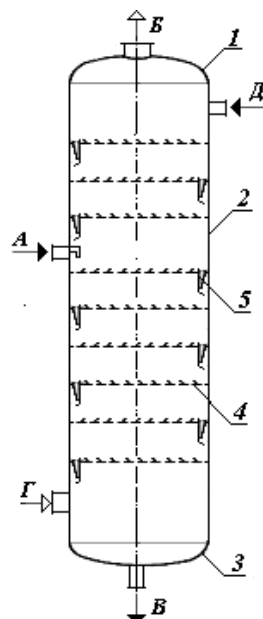


Рисунок 2. Схема колонны-деэтанализатора: А – ввод сырья; Б – выход паров; В – выход пропан-бутановой фракции; Г – ввод пара из ребойлера; Д – ввод флегмы.

1 – крышка; 2 – корпус; 3 – днище; 4 – струйная тарелка;
5 – переливное устройство подвешенного типа

Таким образом, анализ аппаратного оформления блока газодифференциации с предлагаемым типом тарелок по сравнению с клапанными тарелками имеет следующие преимущества:

- не требуется установки сливной и переливной планок, так как уровень жидкости на тарелках обеспечивается выступающей над тарелкой частью предлагаемой конструкции переливного устройства;
- функционально связанные элементы переливного устройства, установленные под определенными углами, обеспечивают плавный вход жидкости и пара на тарелку;
- предлагаемое переливное устройство обеспечивает хорошее газоотделение за счет высоты столба жидкости в приемном кармане и применения форпанки;
- увеличивается слив осветленной жидкости за счет дополнительных отверстий в стенках переливного устройства, расположенных над поверхностью полотна тарелки.

Проведенный технологический расчет полной колонны-деэтанализатора подтверждает возможность сократить потери продукта (пропана и бутана) с сухим газом на 50%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шибитова, Н.В. Новые конструкции переливных устройств для массообменных тарелок колонных аппаратов / Н.В. Шибитова, Д.О. Михалев, А.Д. Попова // Современные наукоёмкие технологии. - 2018. - № 9. - С. 145-149.
2. Молоканова, Л.С. Современные конструкции массообменных тарелок / Л.С. Молоканова, Н.В. Шибитова, В.В. Колоскова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2018. - № 9. - С. 9-13.
3. Ларькин, А.В. Исследование гидродинамики и массопередачи на прямооточной клапанной-ситчатой тарелке новой конструкции: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. - Москва, 2014. - 165 с.
4. Лаптев, А.Г. Модели пограничного слоя и расчет тепломассообменных процессов / А.Г. Лаптев. - Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2007. - 500 с.

5. П.м. 172835 Российская Федерация, МПК В01D3/16, В01D3/18. Прямоточная массообменная тарелка для процессов разделения газовых и жидких сред / Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков; ВолгГТУ. – 2017, Бюл. №21.

6. Берлин, М.А. Квалификационная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов / М.А. Берлин, В.Г. Гореченков, В.П. Капралов. – Краснодар: Советская Кубань, 2012. - 520 с.

7. Жирнов, В.В. Вариант совершенствования установки стабилизации бензина и газофракционирования / В.В. Жирнов, С.М. Леденев, Н.В. Шибитова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №12-9. - С. 1678-1681.

ДИНАМИЧЕСКИЕ КОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА В МАССООБМЕННЫХ АППАРАТАХ

Голованчиков А.Б., д.т.н., профессор ВолгГТУ
Залипаева О.А., к.т.н., доцент ВолгГТУ
Залипаев П.П., студент ВолгГТУ
Коссону Б.П., магистрант ВолгГТУ

Массообменные процессы, характеризующиеся переходом одного или нескольких веществ из одной фазы в другую, широко применяются в химической, нефтехимической, фармацевтической, пищевой и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах очистки сточных вод, дымовых газов и вентиляционных выбросов. При проведении массообменного процесса разделяют как гомогенные, так и гетерогенные системы, газовые смеси, жидкие растворы. Массоперенос протекает на границе раздела фаз, поэтому массообменные аппараты должны иметь развитую поверхность соприкосновения между контактируемыми фазами. По способу образования этой поверхности аппараты можно условно разделить на следующие группы: поверхностные, пленочные, насадочные, барботажные (тарельчатые), распыливающие. Для интенсификации процесса массопереноса в колонных аппаратах используются контактные устройства. Контактные устройства в установившемся режиме протекания процесса работают, как правило, в статическом режиме, что может приводить к образованию застойных зон.

Целью работы является разработка новых конструкций контактных устройств массообменных аппаратов, работающих в динамическом режиме.

Предлагается массообменный аппарат [1], содержащий корпус, перфорированные диски, имеющие возможность перемещения и выполненные в виде тарелок с переливными патрубками, кольцевые желоба, жестко закрепленные на внутренней боковой поверхности корпуса в местах установки тарелок, и кольца, закрепленные по краям тарелок по окружности, на нижнем торце каждого кольца равномерно по окружности установлены элементы с положительной плавучестью в виде поплавков, на каждом желобе в зоне переливного патрубка установлены ограничительные пластины, при этом перфорированные диски тарелок выполнены из пористого металла в виде спекшихся сферических частиц.

Выполнение перфорированной плиты из пористого металла в виде спекшихся сферических частиц позволяет получить газовые пузырьки малого диаметра, что значительно увеличивает поверхность контакта фаз и, соответственно, повышает производительность массообменной тарелки и всего массообменного аппарата. При этом вся поверхность тарелки участвует в массообмене за счет мелкодисперсной структуры пористого материала. Применение массообменного аппарата с тарелками, выполненными из пористого металла в виде спекшихся сферических частиц позволяет задейст-

вывать в массообмене практически всю зону над поверхностью тарелки за счет создания пенного режима с большим количеством пузырьков малого размера, а значит, большой поверхностью массообмена, что увеличивает интенсивность процесса массопереноса и приводит к повышению эффективности и производительности.

Особенностью работы тарелки массообменного аппарата с переливными патрубками является то, что скорость газа в свободном сечении тарелки должна быть достаточной, чтобы удерживать жидкость на тарелке. Чем толще слой жидкости, тем больше должна быть скорость газа. Однако чрезмерная скорость газа приводит к механическому уносу жидкости с одной тарелки на другую. Выполнение массообменной тарелки из пористого металла в виде спекшихся сферических частиц предотвращает просачивание жидкости через отверстия тарелки и приводит к устойчивому режиму работы массообменного аппарата, что в целом также повышает производительность.

Фрагмент массообменного аппарата в разрезе изображен на рис.1. При подаче жидкости в корпус 1 массообменного аппарата она заполняет кольцевые желоба 4. Находящиеся в кольцевых желобах 4 элементы 6 с положительной плавучестью в виде поплавков всплывают вместе с тарелками 2, переливными патрубками 3 и кольцами 5, принимая горизонтальное положение. Газ подается в нижнюю часть массообменного аппарата, проходит через поры пористого материала из спекшихся сферических частиц тарелок 2 и барботирует через слой жидкости, находящейся на тарелках 2. Слой жидкости двигается по тарелкам 2 к переливным патрубкам 3 и, вытекая из них, ударяется о слой жидкости на ниже лежащей тарелке, вызывая ее вертикальные, горизонтальные и круговые колебания.

Предполагаемая конструкция массообменного аппарата, позволяющая использовать энергию потока жидкости, вытекающей из каждого переливного патрубка, и выполненная с перфорированными дисками тарелок из пористого металла в виде спекшихся сферических частиц, нивелирует застойные зоны на поверхности тарелок во время их колебаний, позволяет увеличить интенсивность процесса массопередачи за счет развитой поверхности контакта фаз мелких пузырька газа и создания устойчивого динамического режима работы тарелок, что повышает эффективность работы массообменного аппарата.

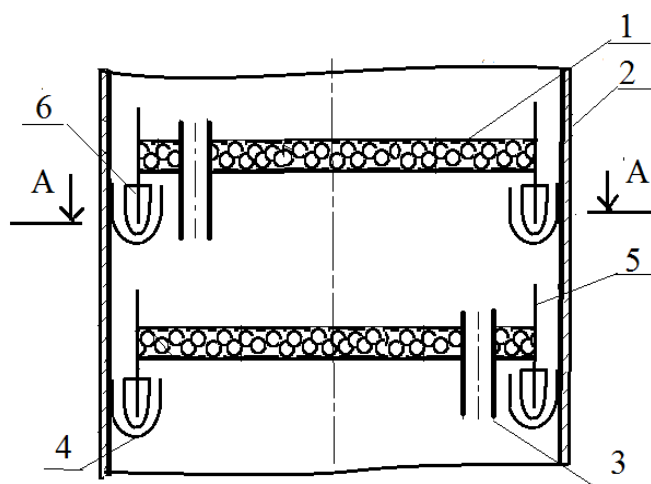


Рис.1 Схема установки двух тарелок в массообменном аппарате в разрезе

Предлагается насадочная колонна [2], содержащая цилиндрический корпус и насадку в виде колец, вертикально установленных в рядах, причем в боковой поверхности каждого кольца выполнено отверстие на расстоянии $1/4$ от верхнего края, а сами кольца соединены проволокой, продетой в отверстия, при этом проволока выполнена в виде плоской спирали с шагом между витками, определяемым выражением

$$a = (1,05 \div 1,1)d , \quad (1)$$

где a – шаг между витками плоской спирали, d – наружный диаметр кольца насадки, наружный виток проволочной спирали закреплен на внутренней поверхности корпуса колонны, а расстояние между смежными плоскими спиралями определяется выражением

$$H = (1,15 \div 1,2)h, \quad (2)$$

где H – расстояние между смежными плоскими спиралями по высоте, h – высота кольца насадки, причем кольца насадки разделены шайбами, надетыми на проволоку.

Выполнение проволоки в виде плоской спирали позволяет равномерно распределить кольца насадки по сечению корпуса колонны, что обеспечивает одинаковую поверхность массопередачи между сплошной и дисперсной фазами по сечению колонны и обеспечивает высокую производительность.

Выполнение шага между витками в соответствии с выражением (1) предупреждает контакт боковых стенок колец насадки между собой, что повышает поверхность массопередачи и способствует росту производительности. Уменьшение нижнего предела, равного $1,05$, может привести к ударам смежных колец друг о друга, их износу или даже раскалыванию, что приводит к уменьшению поверхности контакта фаз и снижению производительности. Увеличение верхнего предела, равного $1,1$, уменьшает число колец насадки, которые можно установить на проволоке в колонне, а значит, снижает поверхность контакта фаз и производительность.

Закрепление наружного витка проволочной спирали на внутренней поверхности корпуса колонны позволяет всем внутренним виткам проволочной спирали вибрировать и колебаться под действием потоков сплошной и дисперсной фаз, что интенсифицирует процесс массопередачи и производительность.

Установка смежных плоских спиралей внутри корпуса колонны на расстоянии между ними на высоте, определяемой выражением (2), позволяет установить внутри корпуса максимальное число этих спиралей с сохранением возможности их колебаний и подвижности колец насадки, что увеличивает поверхность колец насадки, скорость массопередачи, а значит, способствует увеличению производительности. Нижний предел этого выражения, равный $1,15$, предотвращает при осевых колебаниях колец насадки их столкновение друг с другом, что может привести к их деформации, истиранию и раскалыванию, а значит, снижению производительности. Увеличение верхнего предела в выражении (2), равного $1,2$, приводит к уменьшению числа плоских спиралей, устанавливаемых внутри колец насадки, а значит, и поверхность массопередачи между сплошной и дисперсной фазами. Это также приводит к снижению производительности.

Насадочная колонна работает следующим образом (рис.2). При противоточном движении фаз, под действием динамических сил набегающих потоков кольца насадки начинают раскачиваться на проволоке плоских спиралей, создавая колебания и вибрацию в обеих фазах, что приводит к интенсификации массопередачи и производительности. Кроме того, под действием динамических сил, возникающих от потоков жидкой и газовой фаз, проволоки плоских спиралей также начинают раскачиваться в осевом и радиальном направлении, что также способствует интенсификации массопередачи и росту производительности.

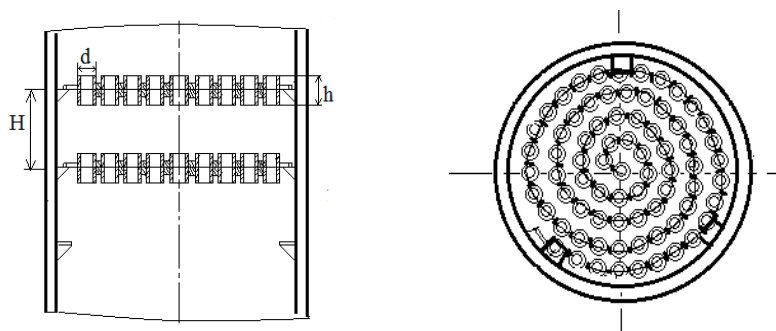


Рис.2. Фрагмент массообменной колонны с кольцевыми насадками

Таким образом, выполнение проволоки в виде плоской спирали с шагом между витками, удовлетворяющему выражению (1), и закрепление на внутренней поверхности корпуса наружного витка каждой плоской спирали при расстоянии между смежными витками, удовлетворяющему выражению (2), а также разделение колец насадки на проволоке плоской спирали шайбами позволяет интенсифицировать процесс массопередачи за счет перевода колец насадки из статического неподвижного режима в динамический режим раскачивания, колебаний и вибрации под воздействием потоков фаз, что повышает эффективность работы насадочной колонны

ЛИТЕРАТУРА

4. Пат. 182046 Российская Федерация, МПК В01D3/22 Массообменный аппарат / А.Б. Голованчиков, О.А. Залипаева, П.П. Залипаев и др; ВолгГТУ. - 2018.
6. Пат. 178079 Российская Федерация, МПК В01J19/00 Насадочная колонна / А.Б. Голованчиков, О.А. Залипаева, П.П. Залипаев, А.А. и др; ВолгГТУ. - 2018.

МОДИФИЦИРОВАННОЕ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ НА ГРАНИЦЕ ЛАМИНАРНОГО И ПЕРЕХОДНОГО РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ

М. В. Гончаров, студент группы ХМAM-2п, ВолгГТУ, Волгоград
А. Б. Голованчиков, профессор, д.т.н. кафедры «ПАХПП», ВолгГТУ, Волгоград

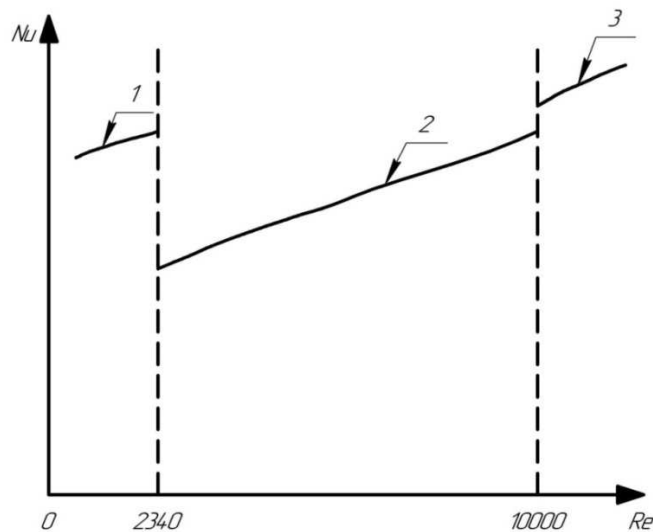
Известные критериальные уравнения, описывающие процесс теплоотдачи в теплообменниках типа «труба в трубе», имеют вид [1;2]:

$$Nu_{II} = 0,15 Re^{0,33} Pr^{0,43} Gr^{0,1} \left(\frac{Pr}{Pr_{cm}}\right)^{0,25}; (Re < 2340) (1)$$

$$Nu_{II} = 0,008 Re^{0,9} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{cm}}\right)^{0,25}; (2340 < Re < 10000) (2)$$

$$Nu_T = 0,23 Re^{0,8} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{cm}}\right)^{0,25}; (Re > 10000) (3)$$

Если по данным уравнениям для произвольного теплового процесса построить графические зависимости для различных режимов течения теплоносителя, получим следующее (Рисунок 1):



1 – для ламинарного режима; 2 – переходного режима;
3 – турбулентного режима

Рисунок 1 – График зависимости числа Нуссельта от числа Рейнольдса

Как видно из графика, на границе перехода от ламинарного к переходному течению по уравнениям (1) и (2) при $Re = 2340$ дают расхождение в расчётах 30% и более, что затрудняет определение более точного критерия Нуссельта и коэффициента теплоотдачи соответственно. На границе от переходного к турбулентному течению при $Re = 10000$ эти расхождения в расчётах не превышают 3 - 4%.

Такое большое расхождение на границе ламинарного и переходного режимов объясняется значительной разницей показателей степеней для определяющего числа Рейнольдса: от 0,3 до 0,8 (0,9). На границе переходного и турбулентного режимов течения эта разница показателей степени для числа Рейнольдса не значительна и изменяется от 0,8 до 0,9 поэтому для этой границы разницу в расчётах по формулам (2) и (3) можно не компенсировать.

Переходная область течения жидкости в трубопроводе на графике Никурадзе для зависимости коэффициента сопротивления от числа Рейнольдса, как известно, является ещё и функцией шероховатости $\lambda = (\text{Re}, \varepsilon)$ и лежит в пределах $Re_H = 2000$ и $Re_K = 3000$ для средних значений шероховатости труб.

Именно в этих пределах значений критерия Рейнольдса можно вывести математическую зависимость усредняющую расхождение между значениями критерия Нуссельта для ламинарного и переходного режимов.

Для описания этой зависимости воспользуемся уравнением вида:

$$Nu_{\text{л}} = [A + B(\text{Re} - \text{Re}_H)]Nu_H, \quad (4)$$

где $A = \frac{Nu_{\text{л}}}{Nu_H}$ и $B = \frac{(1 - \frac{Nu_{\text{л}}}{Nu_H})}{(\text{Re}_K - \text{Re}_H)}$

В точке, граничащей с ламинарным режимом ($Re_H = 2000$) уравнение (4) приобретает вид:

$$Nu_{\text{л}} = [A + B(\text{Re} - \text{Re}_H)]Nu_H$$

Откуда выражается коэффициент А:

$$A = \frac{Nu_{\text{л}}}{Nu_H}$$

При $Re = Re_K$

$$Nu_K = [A + B(Re_K - Re_H)]Nu_K$$

$$A + B(Re_K - Re_H) = 1$$

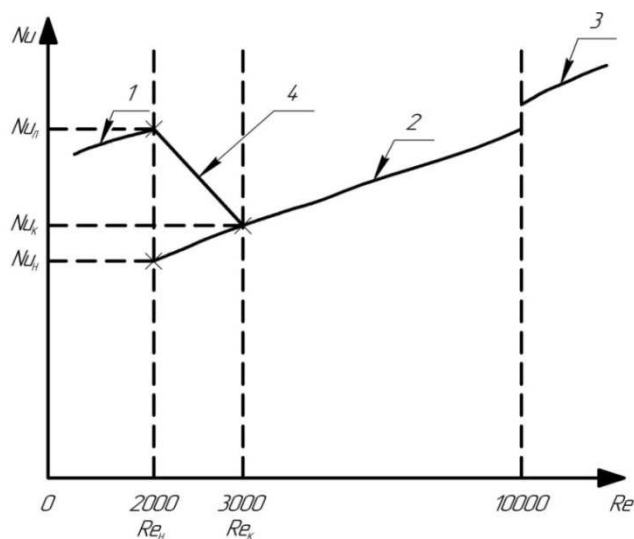
Откуда коэффициент В равен:

$$B = \frac{(1 - A)}{(Re_K - Re_H)}$$

Подставляя коэффициенты А и В в уравнение (3) получаем:

$$Nu_M = \left[\frac{Nu_L}{Nu_H} + \left(1 - \frac{Nu_L}{Nu_H}\right) \frac{(Re - Re_H)}{(Re_K - Re_H)} \right] Nu_H$$

Данная математическая функция на графике выглядит следующим образом (Рисунок 2):



- 1 – ламинарный режим; 2 – переходный режим; 3 – турбулентный режим;
4 – модифицированное уравнение теплоотдачи

Рисунок 2 – График модифицированного уравнения теплоотдачи в трубах

Полученная математическая зависимость позволяет убрать имевшееся расхождение значения критерия Нуссельта на границе ламинарного и переходного режимов, а также позволяет найти его усредненное значение, что представляет большую ценность при расчете теплообменного оборудования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННОГО ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СКЭПТ

В.Ф. Каблов, В.Г. Кочетков*, И.В. Тумашик

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
404121, Волжский, ул. Энгельса, 42а, www.volpi.ru;
*e-mail: geminy-i@mail.ru

В настоящее время широкое распространение в промышленности РТИ получил природный углеродсодержащий ингредиент резиновых смесей – шунгит. Использование шунгита в качестве заменителя технического углерода, либо дополнительно к нему, в рецептурах шинных резин и РТИ на основе неполярных эластомеров позволило решить ряд

актуальных задач как в области рецептуростроения, так и в экологии, экономике, а также в области совершенствования технологических процессов, применяемых для; изготовления указанных выше изделий [1].

Предварительная активация шунгита позволяет увеличить долю разупорядоченных углеродных структур и может способствовать увеличению доли свободных фуллереноподобных структур.

Рассмотрено влияние введения шунгита, предварительно активированного микроволновым излучением.

Резиновая смесь на основе этиленпропилендиенового каучука, содержащая серную вулканизирующую группу, в качестве наполнителя – белая сажа, которая была предварительно обработана токами СВЧ (1,47 ГГц, 1 мин), совместно с шунгитом.

В рамках исследования шунгита как активатора вулканизации проводилась замена оксида цинка. В состав резиновой смеси 1 заменялась 1 масс.ч. ZnO на шунгит, в резиновой смеси 3 и 5 – 3 и 5 масс.ч. соответственно. В резиновой смеси 2 активация шунгита проводилась совместно с оксидом цинка.

Таблица 1 - Свойства резиновых смесей и вулканизаторов в зависимости от содержания шунгита

| Технологические добавки, показатель | Содержание шунгита, масс.ч. на 100 масс. ч. каучука | | | | |
|---|---|-------|------|-------|---|
| | Контрольный | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Шунгит | - | 1 | 1 | 3 | 5 |
| Цинковые белила | 5 | 4 | 4 | 2 | - |
| Свойства вулканизаторов (вулканизация 165 °С, 45 мин) | | | | | |
| f_p , МПа | 7,19 | 7,18 | 7,59 | 7,38 | - |
| $\epsilon_{отн}$, % | 523 | 453 | 483 | 533 | - |
| $\theta_{ост}$, % | 19 | 16 | 24 | 23 | - |
| w , % | 250 | 245 | 240 | 247 | - |
| Изменение свойств вулканизаторов после старения на воздухе (125 °С, 72 ч) | | | | | |
| Δf_p , % | 12,52 | 44,1 | - | 11,1 | - |
| $\Delta \epsilon_{отн}$, % | -41,4 | -32,7 | - | -38,1 | - |
| <i>Примечание:</i> f_p – условная прочность при растяжении, $\epsilon_{отн}$ – относительное удлинение при разрыве, $\theta_{ост}$ – относительное остаточное удлинение после разрыва, w – степень набухания, Δf_p , $\Delta \epsilon_{отн}$ – относительное изменение показателя после старения. | | | | | |

Из таблицы 1 видно, что смесь с содержанием 1 массовой части шунгита и 3 массовые части оксида цинка имеет лучшие показатели.

Установлено, что возможна частичная замена оксида цинка на шунгит в рецептуре на основе этилен-пропиленового каучука с сохранением или улучшением физико-механических показателей вулканизаторов.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что замена 1 масс.ч. цинка на шунгит и их совместная обработка токами СВЧ прочность повысилась на 6%. Кроме экологической стороны, эта замена эффективна также и с экономической точки зрения, так как стоимость шунгита значительно меньше оксида цинка.

Однако полная замена оксида цинка на шунгит является нерациональной, так как полученная композиция обладает неудовлетворительными физико-механическими показателями.

Библиографический список:

1. Артамонова О.А. Автореферат дисс. канд. хим. наук Шунгит - новый ингредиент для резиновых смесей на основе хлорсодержащих эластомеров, Москва, 2011.

2. Касаточкин В. И., Элизен В. М., Мельниченко В. М., Юрковский И. М., Самойлов В. С. Субмикropористая структура шунгита // Химия твердого топлива. 1978. № 3. С. 17–21.
3. Игнатов И., Мосин О. Викторович Состав и структурные свойства природного фуллеренсодержащего минерала шунгита. Математическая модель взаимодействия шунгита с молекулами воды // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Выпуск 2, март – апрель 2014
4. Голубев Е. А. Локальные надмолекулярные структуры шунгитового углерода // Труды междунар. симп. "Углеродсодержащие формации в геологической истории". Петрозаводск: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2000. С. 106–110.
5. Юшкин Н. П. Глобулярная надмолекулярная структура шунгита: данные растровой туннельной микроскопии // Докл. Акад. Наук СССР. 1994. Т. 337. № 6. С. 800–803.
6. Савченко, Н.О. Использование метода развертывания функции качества для разработки методики создания резинотехнических изделий с добавлением фуллереносодержащего наполнителя // Н.О. Савченко, Н.Л. Клейменова / II Международная научно-практическая конференция «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение», 2015 - С. 385-392.

ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Дрюков Виталий Александрович,
студент группы ХМAM-1п кафедры
«Процессы и аппараты химических и пищевых производств»
Волгоградского государственного технического университета
Руководитель: Васильев Петр Сергеевич,
старший преподаватель кафедры
«Процессы и аппараты химических и пищевых производств»
Волгоградского государственного технического университета

Многочисленные технологические процессы в самых различных отраслях промышленности включают нагрев сырья, промежуточных или конечных продуктов. На эти процессы затрачивается огромное количество топливных ресурсов. Высокие показатели энергопотребления частично обусловлены низким качеством преобразования энергии в теплоиспользующем оборудовании, неправильной организацией процесса, большими потерями энергии и низкой степенью рекуперации вторичных энергоресурсов. Поэтому повышение энергетической эффективности теплообменного оборудования является важным направлением энергосбережения.

Достаточно перспективным направлением повышения энергоэффективности предприятий является использование теплообменников на базе тепловых труб. Достоинствами таких аппаратов являются малые габариты, простота устройства, высокая термодинамическая эффективность (термический КПД около 75÷80 %), низкая чувствительность к загрязнению и запылению теплообменных поверхностей, низкое гидравлическое сопротивление, простота в обслуживании и ремонте [1].

Основной рабочей частью теплообменника на тепловых трубках является сама тепловая труба (ТТ). Она представляет собой закрытую трубу или камеру самой разнообразной формы, внутренняя поверхность которой выложена капиллярно-пористым фитилем. Тепло, поступающее от внешнего источника тепла к испарителю, вызывает испарение теплоносителя на этом участке трубы. Возникающая при этом разность давлений по-

буждает пар двигаться от испарителя к конденсатору, где он конденсируется, отдавая при этом тепловому стоку на этом участке трубы скрытую теплоту парообразования.

Количество тепла, которое может быть перенесено в виде скрытой теплоты парообразования, обычно на несколько порядков выше величины количества, которое может быть перенесено в виде энтальпии рабочей жидкости в обычной конвективной системе. Поэтому тепловая труба может передавать большое количество тепла при малом размере установки [2].

Основной целью расчета тепловых труб является определение максимального теплового потока, который она может передать при заданной конструкции фитиля, теплоносителя и условиях работы. Максимальный тепловой поток, передаваемый по тепловой трубе, может определяться рядом факторов:

- капиллярным пределом жидкости по транспорту;
- звуковым пределом при условии, что скорость потока пара в ТТ достигает скорости звука и образуется ударная волна;
- пределом, связанным с взаимодействием направленных навстречу друг другу потоков пара и жидкости, в результате чего пар тормозит пленку жидкости и уносит капли в зону конденсации;
- кризисом кипения в зоне теплоподвода.

Основной вклад в ограничение передаваемого теплового потока вносит возможность транспортирования необходимого количества жидкого теплоносителя в зону испарения тепловой трубы. Максимальный тепловой поток по капиллярному ограничению определяется:

$$Q_{\max} = \frac{(QL)_{\text{кап.макс}}}{0.5 \cdot (L_k + L_u) + L_a}, \quad (1)$$

где $(QL)_{\text{кап.макс}}$ – предел по капиллярному впитыванию; L_k, L_u, L_a – длина зоны конденсации, испарения и адиабатической зоны.

Предел по капиллярному впитыванию можно определить с помощью данного уравнения:

$$(QL)_{\text{кап.макс}} = \frac{P_{\max}}{F_{\text{жс}} - F_n}, \quad (2)$$

где P_{\max} – максимальный эффективный капиллярный напор; $F_{\text{жс}}, F_n$ – коэффициент трения по жидкости и по пару соответственно.

$$F_{\text{жс}} = \frac{\mu_{\text{жс}}}{K \cdot A_{\text{ф}} \cdot \rho_{\text{жс}} \cdot r}, \quad (3)$$

$$F_n = \frac{16 \cdot \mu_n}{2 \cdot (d_n / 2)^2 \cdot A_{\text{ф}} \cdot \rho_n \cdot r}, \quad (4)$$

где $\mu_{\text{жс}}, \mu_n$ – динамическая вязкость жидкости и пара; $\rho_{\text{жс}}, \rho_n$ – плотность жидкости и пара; $A_{\text{ф}}$ – площадь поперечного сечения фитиля; d_n – диаметр парового канала; K – проницаемость фитиля; r – скрытая теплота парообразования.

Уравнения (3) и (4) применимы только для фитилей, изготовленных из металлической проволоки. Для других конструкций фитилей вид этих уравнений будет видоизменяться [3].

Как видно из представленных выше уравнений, максимальный тепловой поток, в основном, определяется характеристиками фитиля и свойствами теплоносителя при рабочих условиях. Для стабильной работы тепловой трубы необходимо выполнение следующих условий:

$$(QL) < (QL)_{\text{кап.макс}}, \quad (5)$$

$$Q < Q_{\max}, \quad (6)$$

где (QL) и Q – значение параметров при рабочих условиях.

Действительный тепловой поток рассчитывается по основному уравнению теплопередачи:

$$Q = F \cdot K_{TT} \cdot (T_{cm.u.} - T_{cm.k.}), \quad (7)$$

где F – площадь теплопередачи; K_{TT} – коэффициент теплопередачи тепловой трубы; $T_{cm.u.}$ и $T_{cm.k.}$ – температура стенки испарителя и конденсатора.

Ввиду того, что тепловая труба имеет сложную внутреннюю структуру и заполнена теплоносителем коэффициент теплопередачи зависит от множества параметров и определяется с помощью уравнения:

$$K_{TT} = (R_{cm.u.} + R_{\phi.u.} + R_{\phi.k.} + R_{cm.k.})^{-1}, \quad (8)$$

где R_{cm} – термическое сопротивление стенки трубы; $R_{\phi.u.}$ и $R_{\phi.k.}$ – термическое сопротивление насыщенного фитиля в зоне испарения и конденсации соответственно.

$$R_{cm.k.} = \frac{(d_0 / 2) \cdot s}{2 \cdot L_k \cdot \lambda}, \quad (9)$$

где d_0 – внешний диаметр трубы; λ – коэффициент теплопроводности стенки тепловой трубы.

$$R_{\phi.k.} = \frac{(d_0 / 2)^2 \cdot (\frac{d_6}{2} - d_n)}{2 \cdot L_k \cdot (d_6 / 2) \cdot \lambda_{\phi.\phi}}, \quad (10)$$

где d_6 – внутренний диаметр тепловой трубы; $\lambda_{\phi.\phi}$ – эффективная теплопроводность фитиля.

Эффективная теплопроводность фитиля определяется с учетом его полного насыщения жидким теплоносителем и определяется уравнением:

$$\lambda_{\phi.\phi} = \frac{\lambda_{жс} \cdot [\lambda_{жс} + \lambda - (1 - \varepsilon) \cdot (\lambda_{жс} - \lambda)]}{[\lambda_{жс} + \lambda + (1 - \varepsilon) \cdot (\lambda_{жс} - \lambda)]}, \quad (11)$$

где $\lambda_{жс}, \lambda$ – коэффициент теплопроводности для жидкого теплоносителя и материала стенки соответственно; ε – пористость фитиля.

Для инженерного расчета тепловой трубы и теплообменника на рассчитанных тепловых трубах была разработана программа для ЭВМ, которая позволяет произвести расчет обширного числа основных параметров тепловых труб с фитилем в виде плетеной сетки, а также определить габариты теплообменника с коридорным расположением тепловых труб. С помощью разработанной программы был произведен расчет теплообменного аппарата для утилизации тепла отходящих газов блока каталитического риформинга бензинов. Основные исходные и расчетные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные исходные и расчетные данные

| Наименование параметра | Размерность | Обозначение | Величина |
|---|-------------|-------------|-------------------|
| Исходные данные | | | |
| 1. Теплоноситель внутри тепловой трубы | - | - | Дифенильная смесь |
| 2. Длина тепловой трубы | м | L | 0,9 |
| 3. Внешний диаметр тепловой трубы | м | d_0 | 0,04 |
| 4. Рабочая температура | К | T | 720 |
| 5. Число меш фитиля | $м^{-1}$ | N | 6000 |
| 6. Тепловой поток, передаваемый тепловой трубой | Вт | Q_{TT} | 2100 |
| 7. Объемный расход холодного и горячего сырья | $м^3/с$ | v | 5,0 |

| | | | |
|--|------------------------|--------------------------|--------|
| 8. Количество отводимого в теплообменном аппарате тепла | МВт | Q | 10 |
| 9. Число ходов теплообменника | - | z | 2 |
| Расчетные данные | | | |
| 10. Предел по капиллярному впитыванию | Вт*м | $(QL)_{\text{кан. max}}$ | 1000 |
| 11. Максимальный тепловой поток передаваемый тепловой трубой по капиллярному ограничению | Вт | Q_{max} | 2225 |
| 12. Коэффициент теплопередачи | Вт/(м ² *К) | K | 584 |
| 13. Ширина кожуха теплообменника | м | B | 2,85 |
| 14. Общая высота теплообменника | м | H | 1,86 |
| 15. Длина теплообменника | м | L | 2,18 |
| 16. Действительная площадь теплопередачи | м ² | F_0 | 270,45 |

Как видно из расчетных данных, тепловые трубы способны передавать значительное количество тепловой энергии при своих сравнительно небольших размерах. Теплообменные аппараты на базе тепловых труб имеют малые габаритные размеры по сравнению с другими теплообменниками, обеспечивающими аналогичную тепловую мощность.

На основе расчетных данных были построены графические зависимости, представленные на рисунках 1 и 2.

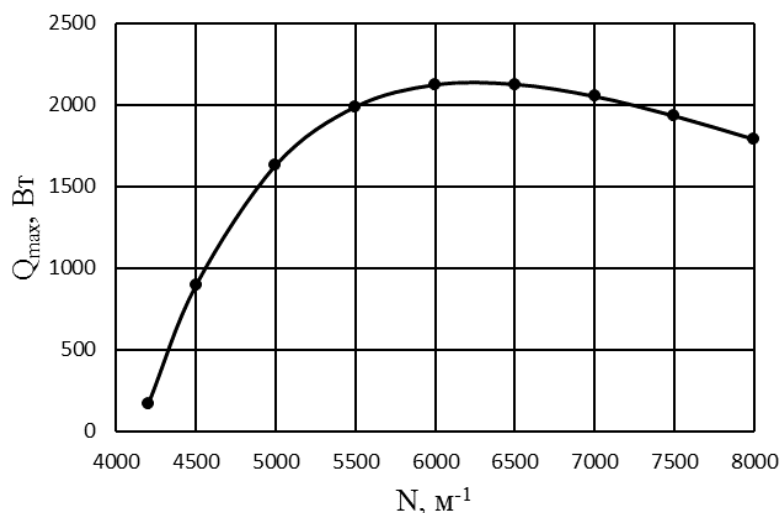


Рисунок 1 – Зависимость максимального теплового потока передаваемого трубой от числа витков фитиля

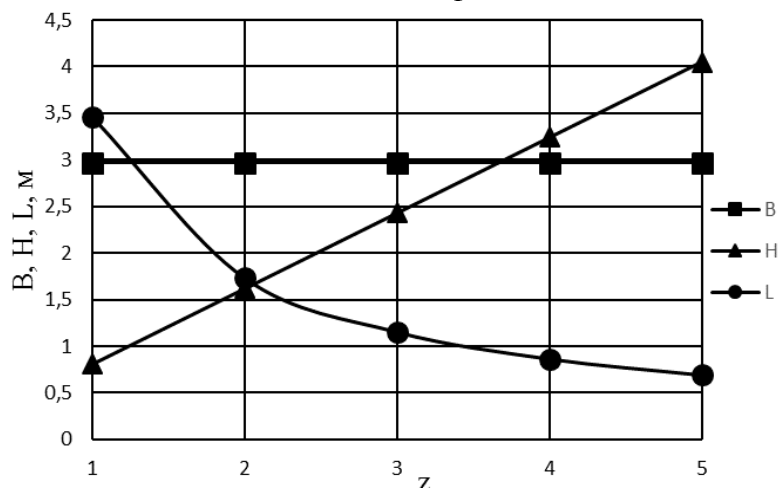


Рисунок 2 – Зависимость размеров теплообменника от числа ходов

На основании рисунка 1 можно сделать вывод, что оптимальным числом меш фитиля является интервал значений $N=6000-6500 \text{ м}^{-1}$, так как он обеспечивает максимальный тепловой поток. Дальнейшее увеличение числа меш приводит к падению тепловой мощности ввиду увеличения трения жидкого теплоносителя в фитиле.

С помощью зависимости, представленной на рисунке 2, можно определить оптимальные габариты теплообменника исходя из заданных технологических требований к размеру места расположения данного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Л.Л. Теплообменники на тепловых трубах / Л.Л. Васильев ; под ред. Р.И. Солоухина. – Минск: Наука и техника, 1981. – 143 с.
2. Чи, С. Тепловые трубы. Теория и практика / С. Чи; пер. с англ. В.Я. Сидорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 207 с.
3. Дан, П.Д. Тепловые трубы / П.Д. Дан, Д.А. Рей; пер. с англ. Ю.А. Зейгарник. – М.: Энергия, 1979. – 272 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ШИННЫХ РЕЗИН

В.Ф. Каблов (проф., д.т.н.), О.М. Новопольцева (проф., д.т.н.), Н.А. Кейбал (зав. каф., д.т.н.), О.В. Тиркашева (гл. технолог АО «Волтайр-Пром»), В.Г. Кочетков (ст. преп., к.т.н.), Д.А. Крюкова (инженер, аспирант), Е.Ю. Мартынова (магистрант)
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, vtp@volpi.ru

В настоящее время всё более широкое распространение в шинной промышленности и в промышленности РТИ приобретает природный углеродсодержащий наполнитель резиновых смесей – шунгит. Использование его взамен технического углерода (ТУ) в резинотехнических изделиях обусловлено его экологичностью, так как его применение связано с существенно меньшим пылеобразованием. Наличие в шунгите наноразмерных частиц фуллеренов, позволяет придать резиновым смесям улучшенные технологические свойства (уменьшение вязкости по Муни), что приводит к снижению энергозатрат на производство полимерных композиций. Кроме того, существенно более низкая стоимость шунгита по сравнению с ТУ дает экономическую выгоду при его использовании взамен технического углерода.

Целью работы является исследование влияния дисперсности Шунгита Зажогинского месторождения на кинетические, физико-механические и адгезионные свойства бреккерных резин.

Для определения влияния дисперсности шунгита на кинетические, физико-механические и адгезионные свойства бреккерных резин производили замену 20 и 50 % ТУ N550 в рецептах резиновых смесей на шунгит с различным фракционным составом.

Установлено, что замена 50 % ТУ на шунгит в рецепте резиновой смеси бреккерной резины приводит к снижению вулканизационных и упруго-прочностных свойств резин. Поэтому можно сделать вывод, что введение такого большого количества минерального наполнителя не целесообразно. Замена 20 % ТУ на шунгит приводит к значительному повышению максимального крутящего момента и величины ΔM , что свидетельствует о лучшей степени сшивания, а значит, улучшаются и прочностные характеристики резин. При этом упруго-прочностные свойства повышаются в ряду МК-Г < МК-В < МК-2 < МК-0 < МК-1. По оценке адгезионных свойств Н-методом видно, что уменьшение количества шунгита в составе резиновой смеси приводит к увеличению прочности связи резина-металлокорд.

Таким образом, по результатам проведенных исследований, установлено, что по

комплексу свойств бреккерных резин более целесообразна замена 20 % технического углерода N550.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ КОЛОННЫ К-2 УСТАНОВКИ ЭЛОУ-АВТ

М.С. Раздолгина студентка кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

Н.В. Шибитова доцент кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

П.А. Жигунов студент кафедры ПАХПП Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград

На установках ЭЛОУ-АВТ нефтеперерабатывающих предприятий паровой поток бензиновой фракции с верхней части сложной ректификационной колонны К-2 охлаждается в погружных теплообменниках с помощью оборотной воды, в которой содержится большое количество загрязнений, образующихся из-за коррозии оборудования и трубопроводов. С течением времени, по мере роста этих отложений, происходит значительное ухудшение теплообмена и возрастание гидравлического сопротивления теплообменных аппаратов, а это, в свою очередь, вызывает перерасход энергоресурсов [1].

Помимо этого, оборотная вода требует постоянной очистки от загрязнений [2, 3], в результате увеличиваются расходы на эксплуатацию систем оборотного водоснабжения и себестоимость выпускаемой продукции.

Целью данной работы является проведение обзора существующего теплообменного оборудования и выбор наиболее подходящего теплообменника для рабочих условий.

На существующем производстве в технологической схеме блока конденсации бензиновой фракции для охлаждения парогазовой смеси, выходящей с верха колонны К-2 (поз.2), используются теплообменники погружного типа поз. 1 (рисунок 1).

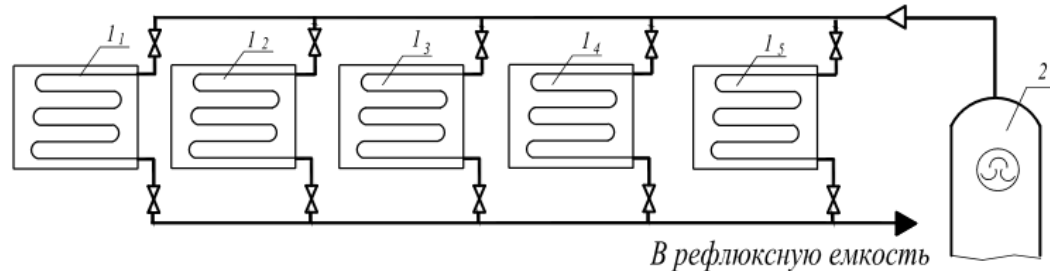


Рисунок 1. Подключение погружных теплообменников к колонне поз.2 по существующей схеме: 1₁₋₅ – погружные теплообменники; 2 – колонна ректификационная К-2

На основании анализа аппаратного оформления системы охлаждения и конденсации бензиновой фракции колонны К-2 и проведенного литературно-патентного обзора предлагается вместо теплообменных аппаратов погружного типа, в данной технологической схеме установить аппараты воздушного охлаждения (АВО) типа АВЗ (рисунок 2).

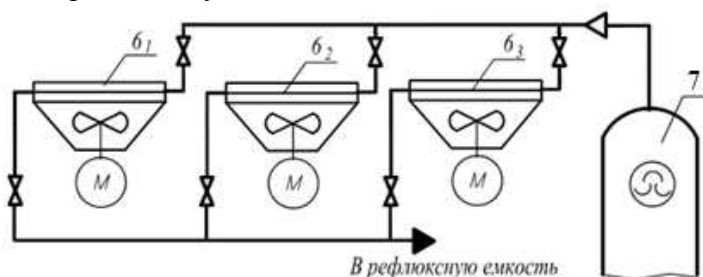


Рисунок 2. Подключение аппаратов воздушного охлаждения к колонне поз.7 по предлагаемой схеме: б₁₋₃ – АВО; 7 – колонна ректификационная К-2

Погружные теплообменники в сравнении с АВО имеют ряд недостатков, в том числе, большие габариты, достаточно большой расход металла на единицу поверхности.

Замена водяных теплообменников на АВО позволяет уменьшить эксплуатационные расходы на 30% , а также высокие затраты на сооружение объектов водоснабжения и снизить расход электроэнергии. Кроме того, заменой водяного охлаждения на воздушное, можно сократить затраты на ремонтные работы в виду отсутствия загрязнений на поверхности труб [4–6].

Каждый такой аппарат состоит из 6, подключённых параллельно, теплообменных секций прямоугольной конструкции. Трубки трубных пучков выполняются оребренными для увеличения поверхности теплообмена.

Был проведен тепловой расчет блока охлаждения и конденсации бензиновой фракции в количестве 73000 кг/ч. Начальная температура паров бензина $t_n = 125$ °С, конечная температура бензинового конденсата $t_k = 62$ °С. Рассчитана необходимая поверхность теплообмена аппаратов воздушного охлаждения и на основании расчета выбрано три аппарата АВЗ-20-Ж-2,5-Б1-Т1/6-1-6У1 со следующими характеристиками [5]: аппарат с коэффициентом оребрения теплообменных труб – 20, с жалюзи, условным давлением – 2,5 МПа, материальным исполнением секции Б1, мощностью электродвигателя – 37 кВт, с числом рядов труб в секции – 6, числом ходов по трубам в секции – 1, длиной труб оребренных – 6 м, климатическим исполнением в соответствии с ГОСТ 15150 – У1. Диаметр колеса вентилятора – 5 м, частота вращения – 250 об/мин.

Таким образом, при проведении реконструкции данной стадии значительно упрощается обвязка технологических аппаратов, из-за отсутствия потребности трубопроводов для холодного теплоносителя, и исключаются затраты на прокачку и очистку оборотной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бакластов, А.М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки / А.М. Бакластов [и др.] - Москва: Энергоатомиздат, 1986. - 327 с.
- 2 Куринов, А.А. Снижение себестоимости очистки воды на водоподготовительных установках / А.А. Куринов, Р.В. Тарасов, Н.В. Шибитова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2015. - № 4 (часть 2). - С. 304-305.
- 3 П.м. № 135528 РФ, МПК В 01 D 29/64. Фильтр гидродинамический самоочищающийся / Н.В. Шибитова, Н.С. Шибитов, А.Б. Голованчиков, Д.А. Баев ; заявитель и патентообладатель : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ). - 2013130839/05 ; заявл. 04.07.2013 ; опубл. 20.12.2013, Бюл. №35.
- 4 Аппараты воздушного охлаждения: классификация и применение [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberpedia.su/>
- 5 Агрегаты воздушного охлаждения (АВО) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.neftehimmash.com/>
- 6 Бродов, Ю.М. Теплообменники энергетических установок/ Ю.М. Бродов. - Екатеринбург: Издательство Сократ, 2003. - 965 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОРЕАКТОРОМ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA

Ефремкин С.И., студент группы ВАЭ-2-1
Грицун Б.М., студент группы ВАЭ-1
Савчиц А.В., к.т.н., доцент кафедры ВАЭ
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
г. Волжский

В настоящее время в России слабо распространено производство биореакторов с наличием автоматизированной системы управления. Биореактор – это аппарат, в котором осуществляются биохимические преобразования сырьевых компонентов с целью получения целевых продуктов путем:

- 1) культивирования живых объектов – клеток микроорганизмов, растений и животных;
- 2) биоконверсии или биотрансформации исходных материалов (веществ) с помощью специфических химических реакций, осуществляемых управляемым путем [1].

В нашем случае целевым продуктом является микроводоросль *Chlorella*, которая является типичным фотоавтотрофом, развивающимся только при естественном или искусственном освещении на жидкой минеральной питательной среде при постоянной подаче углекислого газа и отвода образующегося кислорода. Применение данного биоматериала обуславливается его широким биологическим составом, а именно наличием большого количества белка, полного набора незаменимых аминокислот, углеводов, жиров, витаминов и биологических стимуляторов [2].

При анализе данных о моделях существующих биореакторов и систем для их управления было найдено много фирм-производителей, но, как правило, все они были иностранной территориальной принадлежности. Из этого следует, что заказ будет иметь высокую стоимость, а это несет в себе первоначальные убытки и увеличение срока окупаемости процесса выращивания микроводоросли [3].

В связи с этим было принято решение разработать собственный биореактор с автоматизированной системой управления. Такая разработка позволит не зависеть от иностранных разработок в данной области, будет способствовать развитию сельского хозяйства в стране, поддержанию экологической безопасности на должном уровне, следовательно, принесет положительный экономический эффект.

За счет самостоятельного производства микроводорослей:

- уменьшится количество закупок биоматериала за рубежом;
- появится возможность лабораторного исследования биоматериала без излишнего волнения о его гибели.

За основу биореактора была взята герметичная емкость, объемом 80л, в которую заливают биоматериал и соответствующую среду, в которой будет происходить размножение. Использование герметичной непрозрачной емкости позволит существенно ограничить влияние внешней среды на среду выращивания микроводоросли. Предварительно вода нагревается до заданного значения температуры комфортного размножения биоматериала. Также по мере выращивания микроводорослей температура воды поддерживается на этом уровне. Среду в емкости обогащают кислородом посредством аэрации и ежедневной подачей питательных веществ. Для сброса избыточного давления, образовавшегося в емкости, предусмотрен клапан. На рисунке 1 показана структурная схема биореактора.

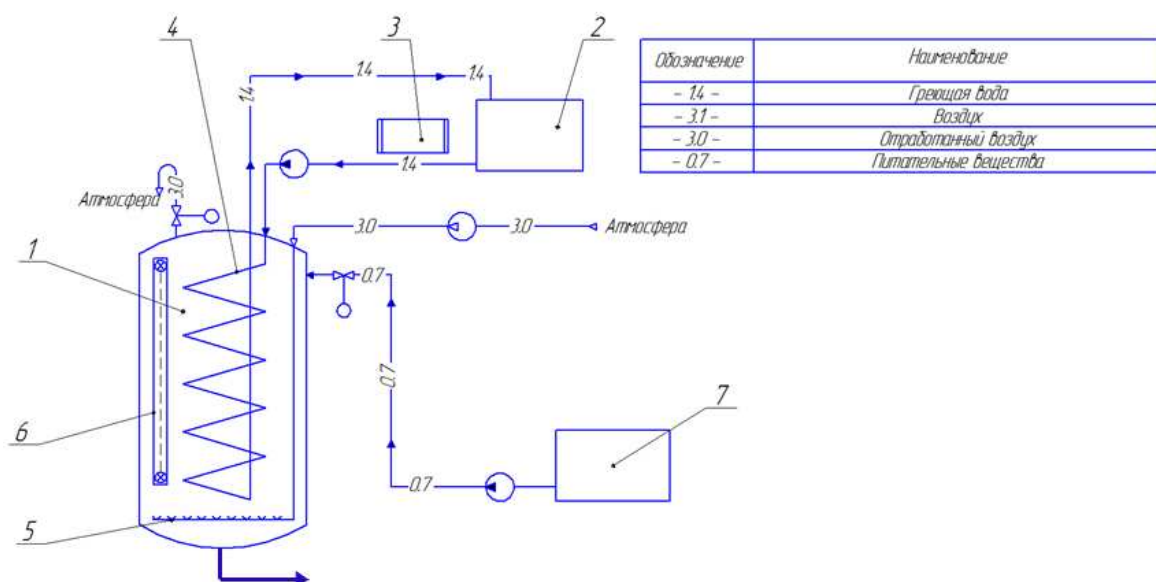


Рисунок 1 – Структурная схема биореактора (1– емкость с выращиваемой средой, 2 – емкость с водой для нормализации температуры, 3 – ТЭН, 4 – змеевик, 5 – аэратор, 6 – лампа светодиодная, 7 – емкость с питательными веществами)

Процесс выращивания занимает несколько дней. По достижению необходимого размера колонии водорослей, биоматериал выкачивают из емкости, после чего процесс можно повторять неоднократно.

Таким образом, применение и развитие данной разработки в системе автоматизации является целесообразным, так как получаемый биоматериал обладает универсальностью использования, а сам биореактор прост в реализации и позволяет получать заданное количество выходного продукта за заданный промежуток времени.

При выборе средств автоматизации предпочтение отдается приборам низким по стоимости из-за того, что биореактор имеет экспериментальный характер.

Для контроля температуры используется датчик термосопротивления. Измерение подобных датчиков основано на эффекте изменения сопротивления чувствительного элемента датчика при изменении температуры [4]. Выбор датчика термосопротивления обусловлен высокой точностью измерения и конструктивными особенностями. Для преобразования выходного сигнала с датчиков термосопротивления используем нормирующий преобразователь.

Для контроля давления газа в емкости используется датчик давления с тензорезистором. Принцип действия основан на изменении собственного сопротивления тензорезистора в зависимости от деформации упругого элемента, прикрепленного к нему. Выбор обусловлен конструктивной особенностью и диапазоном измерения, для низкой погрешности.

Для измерения уровня в емкости со средой выращивания микроводоросли и в промежуточной емкости используем емкостной датчик уровня. Принцип действия данного датчика основан на изменении емкостного сопротивления в связи с внешними изменениями [4]. Выбор датчика обусловлен особенностью конструкции и простотой в эксплуатации.

В качестве исполнительных механизмов в системе используются электромагнитные клапаны. Для освещения среды в биореакторе используем светодиодные ленты разного спектра.

Разработанная система управления биореактором использует современное оборудование, что обеспечивает качественный уровень контроля над технологическим процессом и внесения своевременного регулирующего воздействия. Для данной системы управления необходимо только содержание установки в помещениях, в которых реактор не бу-

дет подвергаться прямому солнечному освещению. С экономической точки зрения, стоимость такой системы оценивается в 17-22 тыс. рублей, что не является большой стоимостью, как для производства, так и для хозяйств.

Список литературы

1. И.М. Грачева. Биотехнология биологически активных веществ. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений./ Под редакцией д. б. н., проф. МГУШ И.М. Грачевой и д.т.н., проф. МГУШ Л.А. Ивановой. — М., Издательство НПО «Элевар», 2006. — 453 с.. 2006
2. Хлорелла // Энциклопедия Info-FARM.RU: Фармацевтика, медицина, биология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://infofarm.ru/alphabet_index/kh/khlorella.html (дата обращения 11.10.2018)
3. Производители биореакторов [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://bioreactors.net/ru/all-bioreactor-manufacturers/> (Дата обращения 10.10.2018)
4. Комаровская Н. М. Технические средства автоматизации и измерения в химическом производстве и в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. М. Комаровская, Л. И. Медведева ; ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград : ВолгГТУ, 2009. - 224 с.

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ АДАПТАЦИИ ПОД РАЗЛИЧНЫЙ ТИП ПОЧВЫ

Островский А.А., студент группы ВАЭ-2-1
Савчиц А.В., к.т.н., доцент кафедры ВАЭ
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
г. Волжский

В настоящее время большое распространение имеют автоматические системы полива зеленых насаждений [1]. Для обеспечения должного качества полива, существует необходимость реализации в системе обратной связи. Объективным показателем качества полива является показание влажности почвы. Этот параметр можно определить с помощью специального датчика влажности [2]. Однако, внедрение данного датчика в систему ведет к неизбежному её удорожанию. По этой причине, а так же ряде других, было принято решение о разработке датчика влажности, отвечающего таким параметрам, как: долговечность, дешевизна, наличие унифицированного выходного сигнала, а также точность его показаний.

В основу изготовления емкостного датчика влажности легла интегральная схема ne555 [3].

Для сравнения результатов были взяты следующие датчики влажности: аналоговый пассивный датчик влажности Noname (производства КНР), проградуированной до 10 условных единиц влажности; АМТ-130, имеющий 5 различных уровней индикации влажности; резистивный датчик влажности под Arduino.

На рисунке 1 представлены результаты исследования четырех датчиков влажности почвы.

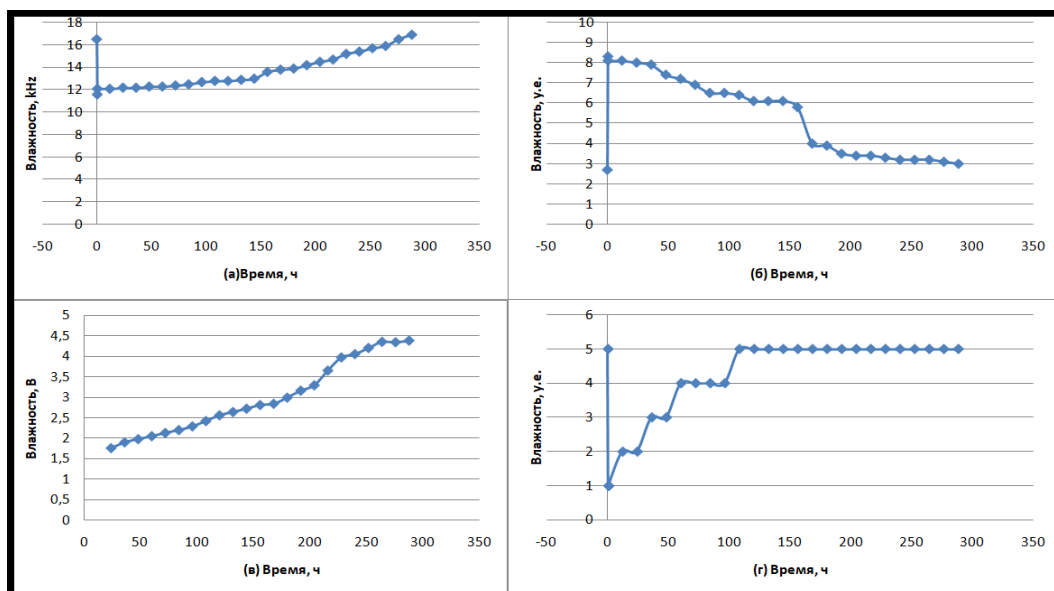


Рисунок 1 – Структурная схема устройства датчика

Датчик влажности (Рис. 2-б) показал низкую стойкость чувствительных элементов к коррозии, следствием этого стали ложные показания. Датчик влажности (Рис. 2-в) показал стабильную выходную характеристику, но при этом, чувствительные элементы подвержены коррозии. Датчик влажности (Рис. 2-г) показал неудовлетворительный диапазон измерений, низкую точность и низкую стойкость чувствительных элементов к коррозии.

Таким образом, удовлетворительная выходная характеристика внедряемого емкостного датчика влажности (Рис. 2-а), его стойкость к коррозии доказали целесообразность его применения в АСУ. Однако при одинаковой влажности разные типы почв соответствуют разным выходным сигналам с датчика. В связи с этим решено сделать элемент адаптации датчика к типу почвы на базе микроконтроллерной техники.

Основными компонентами предложенного решения являются: конденсатор (чувствительный элемент, помещаемый в землю), интегральная схема NE555, а также микропроцессорное устройство.

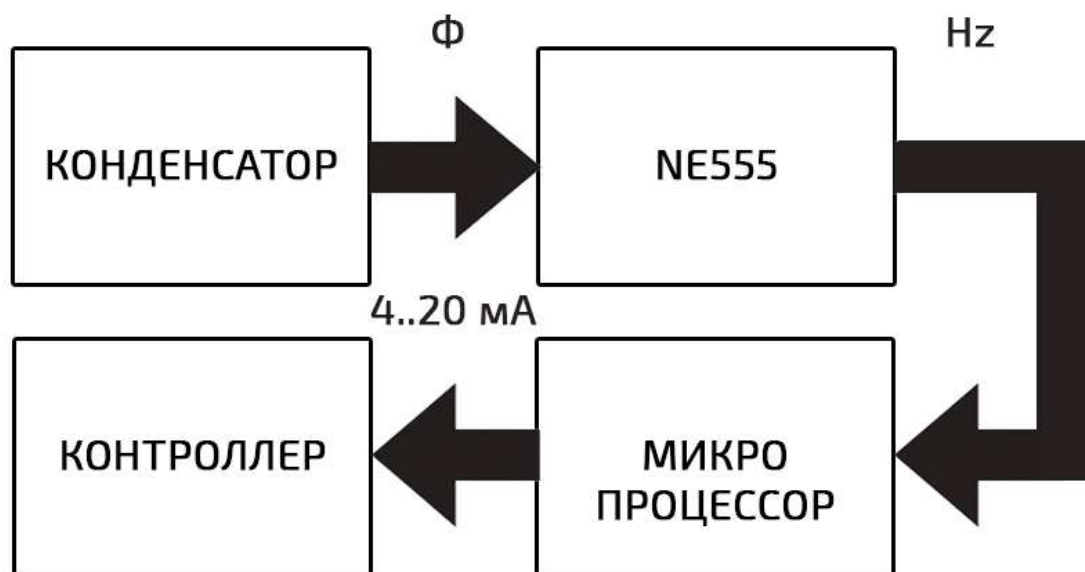


Рисунок 2 – Структурная схема устройства датчика

Идея заключается в том, что при изменении влажности почвы, находящейся между обкладками конденсатора, предполагается изменение частоты на выходе интегральной схемы с дальнейшей обработкой микропроцессором и приведением нестандартного сигнала в унифицированный.

На рисунке 3 представлена блок-схема программы адаптации датчика влажности.

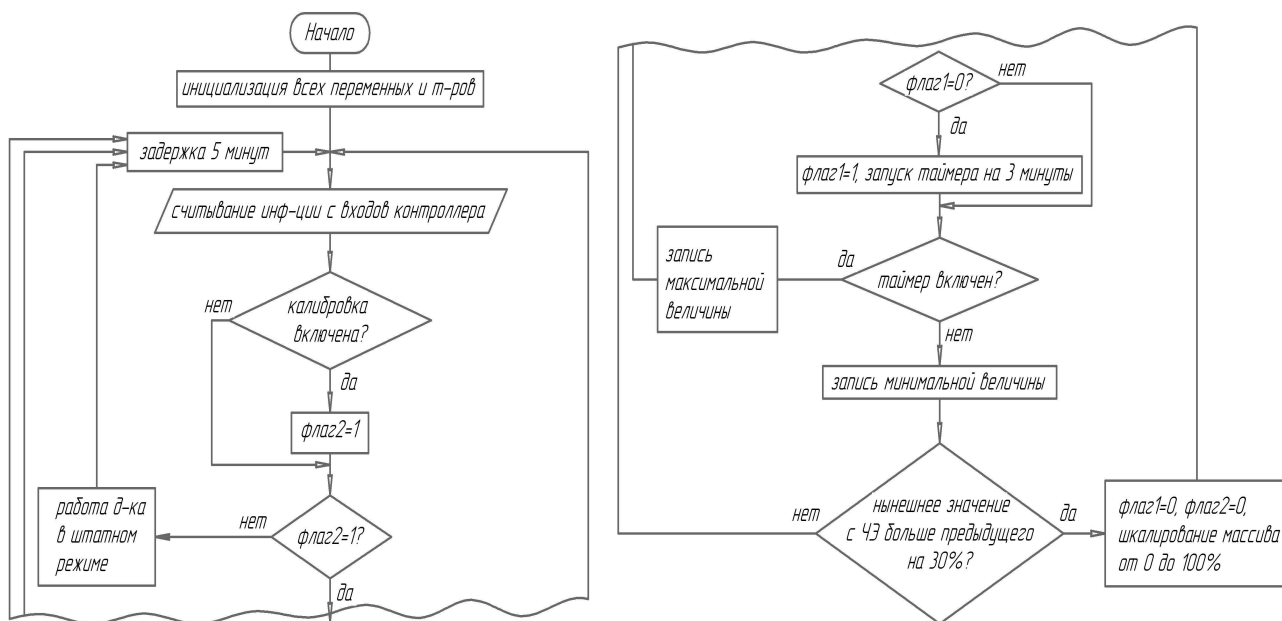


Рисунок 3 – Блок-схема программы адаптации датчика влажности почвы

Предложенная схема обеспечивает эффективную работу исследуемого датчика контроля влажности почвы.

Таким образом, применение емкостного датчика влажности почвы в системе автоматизации является целесообразным, так как он обладает универсальностью использования, высокой точностью измерения, способностью адаптации под различные типы почвы и антикоррозийной стойкостью.

Список литературы

1. Система автополива: зачем она нужна? “Системы автоматического полива в Перми” – URL: <http://poliv-perm.ru/sistema-avtopoliva-zachem-ona-nuzhna/> (дата обращения 22.11.2017)
2. Датчики влажности – как устроены и работают “Elektrik info” – URL: <http://elektrik.info/main/automation/> (дата обращения 10.12.2017)
3. Емкостный датчик влажности почвы своими руками “Homemade electronics” – URL: <http://homeelectronix.blogspot.ru/2015/06/blog-post.html> (дата обращения 10.12.2017)

ВОЗМОЖНОСТИ ОБЪЁМНОЙ ПЕЧАТИ СТРУЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В.В. Корзин, к.т.н., доцент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
Д.Б. Мелехов, генеральный директор ООО «НПО Полипласт», г. Волжский

Выжное значение имеет применение пневматических систем управления в условиях проведения технологических процессов, в которых невозможно использование электрических и электронных систем, то есть в условиях высокой пожаро- и взрывоопасности, наличия высоких электромагнитных и радиационных полей, высоких температур и

высокой запылённости. В частности, управление многими технологическими процессами химических и нефтехимических производств, на атомных электростанциях, на цементных и мукомольных предприятиях осуществляется посредством пневматических автоматизированных систем управления.

Кроме того, целесообразно использование пневматических управляющих систем в машиностроении для управления пневматическими и гидравлическими двигателями. Использование пневматических управляющих систем для управления роботизированными комплексами, перемещение манипуляторов в которых осуществляется с помощью пневмоприводов, позволяет уменьшить расходы за счёт отсутствия необходимости прокладки электрических кабелей и наличия уже существующей силовой пневмосети, которую можно использовать в качестве источника питания пневматической управляющей системы.

Благодаря более низкой стоимости, очень высокой надёжности и простоте обслуживания, пневматические системы управления используются в машиностроении, в металлургии, теплоэнергетике, газовой и пищевой промышленности и т. д.

Более быстродействующими и обладающими более высокой надёжностью являются пневматические устройства, построенные с применением элементов пневмоники систем «Волга», СМСТ-2, АИСТ. Более высокое быстродействие и надёжность в таких системах управления обеспечивается за счёт отсутствия подвижных частей, а переключение элементов осуществляется за счёт изменения направления струй воздуха или других газов [1].

В машиностроительном производстве очень часто используются пневматические приводы, перемещающие рабочие органы для обработки деталей. Поскольку оборудование оснащено подводными воздушными линиями, то логично использовать уже имеющийся источник пневматической энергии. Уже достаточно давно для управления металлообрабатывающим оборудованием применяются пневматические струйные системы, построенные на логических элементах «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ» системы «ВОЛГА», обладающие высокой надёжностью за счёт отсутствия в элементах подвижных частей [2].

Дискретные элементы и усилители «Волга» предназначены для построения комбинационных цифровых устройств струйных систем числового программного управления станками, промышленными роботами, гибкими автоматизированными системами, робототехническими комплексами и другим оборудованием, а также могут быть использованы при построении систем контроля и автоматического регулирования.

Струйные дискретные элементы «Волга» выпускаются двух типов, которые отличаются габаритами и потребляемой мощностью. Оба типа элементов оформлены в виде плат, на которых расположена рабочая часть, представляющая собой углубление постоянной высоты: для первого типа $h = 1,3$ мм, для второго типа $h = 0,7$ мм.

В системе струйных элементов «Волга» имеются также дискретные элементы и усилители, выполненные в виде отдельных функциональных модулей, предназначенных для монтажа в пакеты [3].

В настоящее время изготовление струйных элементов пневмоники выполняется из пластика с помощью литья под давлением. На стоимость изготовления элементов оказывает большое влияние стоимость экструдера, а также очень высокая стоимость изготовления пресс-форм.

Развитие современных средств объёмной печати позволяет создавать струйные элементы на 3D-принтере. Для осуществления этой идеи были подготовлены электронные чертежи каналов струйного логического элемента ИЛИ-НЕ в среде «Компас-3D», позволившие осуществить экспериментальную печать элемента системы управления [4]. Кроме того, были разработаны и изготовлены методом объёмной печати пропорциональный и пропорционально-интегральный регуляторы. Пневматические регулирующие устройства, разрабатываемые на основе струйных элементов «Волга», по сравнению с существующими регуляторами системы «Старт», построенных на базе элементов УСЭППА, более экономичны, имеют меньшие габариты (100x80x60 мм) и меньшую массу (0,5 кг). Давление

питания струйных регуляторов – 4 кПа, расход воздуха – 1,2 л/с. Результаты экспериментальных исследований струйного пропорционально-интегрального регулятора для регулирования температуры в печи плавления алюминия выявили сходство характеристик регулирования с характеристикам регулирования пневматическим пропорционально-интегральным регулятором ПР3.31 системы «Старт» [5].

С применением 3D-принтера возможна объёмная печать следующих струйных элементов: RS-триггер, элемент ИЛИ, элемент НЕ, элемент И, элемент ИЛИ-НЕ на два входа, элемент ИЛИ-НЕ на три входа, элемент ИЛИ-НЕ с запретом, элемент И-НЕ, элемент «Равнозначность», аналоговый усилитель. Кроме того возможна печать струйных микросхем, включающих в себя несколько логических или аналоговых элементов и реализующих следующие логические функции:

- импликация от x к y ;
- импликация от y к x ;
- инверсия x ;
- инверсия y ;
- переменная x ;
- переменная y ;
- запрет по x ;
- запрет по y ;
- неравнозначность;
- равнозначность;
- конъюнкция;
- дизъюнкция;
- штрих Шеффера;
- стрелка Пирса.

Также возможно создание методом объёмной печати таких струйных микросхем как:

- триггер со счётным входом;
- регистр памяти;
- вентиль;
- двоичный полусумматор;
- полный двоичный сумматор;
- последовательный сумматор;
- полный двоичный вычитатель;
- последовательный вычитатель;
- ячейка поразрядного сравнения;
- шифратор;
- дешифратор;
- мультиплексор;
- демультиплексор.

Предложенные струйные микросхемы могут быть выполнены одинаковых габаритных размеров с одинаковым креплением, что позволит эффективно монтировать их в блоке управления.

Также имеется возможность создания струйных постоянных запоминающих устройств с запрограммированными циклами работы технологического оборудования, которые позволяют легко перенастраивать работу оборудования с одного цикла на другой. Для этого достаточно вынуть из струйного управляющего контроллера плату струйного ПЗУ с записью одного цикла работы и вставить плату с записью другого цикла работы. Других перенастроек не требуется, оборудование сразу же готово к работе по новому циклу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касимов А.М., Попов А.И. Пневматические цифровые измерительные преобразователи. // Труды конференции «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения», М.: ИПУ, 2010.
2. Корзин В.В., Гладких П.П. Струйная система цифрового управления машиностроительным оборудованием // Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии: сб. докл. XI межрегион. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 28 апр. 2015 г.) / ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2015. - С. 21. – Режим доступа: http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/11mnpk_2015/11mnpk_2015.pdf.
3. Струйные логические элементы и устройства автоматического управления технологическим оборудованием. Отраслевой каталог. Под ред. Чаплыгина Э.И. М.: ВНИИ-ТЭМР, 1989.
4. Корзин В.В., Бойцов Е.П. Применение 3D-принтера для создания элементов струйной автоматики // 14-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 26-30 янв. 2015 г.): сб. тез. докл. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. С.И. Благинина; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 17-18.
5. Корзин В.В., Голубин О.С. Анализ пневматической системы регулирования температуры в плавильной печи // 14-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 26-30 янв. 2015 г.): сб. тез. докл. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. С.И. Благинина; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 19.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СТРУЙНЫМИ ИЗМЕРИТЕЛЯМИ

В.В. Корзин, к.т.н., доцент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
Д.Б. Мелехов, генеральный директор ООО «НПО Полипласт», г. Волжский

Важное значение для правильного управления ходом технологических процессов автоматизированными системами управления имеют датчики-преобразователи различных физических величин, таких как температура, давление, расход, уровень, перемещения, амплитуда и другие величины, используемые в информационно-измерительных системах. В управляющих системах, построенных на основе элементов струйной техники, информационными сигналами являются значения давления очищенного воздуха.

В качестве преобразователей температуры могут использоваться дроссельные преобразователи, в которых, в качестве меры температуры может быть использовано либо изменение давления, либо изменение расхода. Несмотря на то, что при использовании в качестве меры температуры расхода чувствительность одного модуля понижается, возможно применение нескольких параллельно функционирующих модулей с суммированием расхода, что позволит увеличить чувствительность дроссельного преобразователя температуры в \sqrt{n} раз, где n – количество параллельно работающих дроссельных измерительных модулей преобразователя [1, 2].

Принцип действия струйных ламинарно-турбулентных преобразователей температуры основан на использовании эффекта турбулизации затопленной ламинарной струи. В измерительной камере датчика при относительно невысокой температуре протекает затопленная ламинарная струя воздуха, создающая на выходе преобразователя максимальное давление. При увеличении температуры окружающей среды струя турбулизуется, причём, чем более высокое значение имеет температура, тем, соответственно, выше турбулизация. Это приводит к тому, что выходное давление преобразователя уменьшается обратно пропорционально увеличению температуры [3].

Проведённые экспериментальные исследования показали, что наибольшее влияние на получение линейной статической характеристики оказывает нагрев конструктивных составляющих чувствительного элемента, который вызывает изменение параметров ламинарного потока на срезе входного канала, изменяя величину давления в выходном канале с течением времени. Таким образом, с увеличением вязкости потока (с повышением температуры) увеличивается сопротивление ламинарного входного канала, что вызывает понижение давления в выходном канале преобразователя. Большое влияние на характеристики входного канала оказывает также изменение его внутреннего диаметра при охлаждении или нагреве. Величина отклонения зависит от конструкции преобразователя, от температуры окружающей среды, от диапазона измеряемых температур и ряда других обстоятельств. Специальные мероприятия, направленные на обеспечение температурной стабилизации преобразователя достаточно сложны, малоэффективны и, кроме того, требуют осуществления тонкой наладки для каждого конкретного преобразователя и для каждого диапазона измеряемых температур.

Для устранения этих сложных моментов может использоваться импульсный режим измерения температуры, который в отличие от непрерывного (длительного) позволяет стабилизировать на некотором заданном значении температурный режим преобразователя к началу следующего измерения. В этом случае, при достаточно малом времени измерения (0,5 – 1,5 с) и достаточно большим промежутком времени между двумя соседними измерениями (10 – 15 с) будет обеспечена одна и та же температурная нестационарность между потоком измеряемого горячего газа и стенками чувствительного элемента преобразователя, что может быть учтено при тарировке преобразователя. В продолжение времени измерения характеристики струйного термопневмопреобразователя не будут изменяться при нагреве чувствительного элемента [4].

Ламинарно-турбулентный преобразователь может быть использован в качестве дискретного датчика наличия пламени на газовых горелках печей. В этом случае, при наличии пламени струя воздуха турбулизована и сигнал на выходе датчика нулевой. При аварийном погасании пламени струя воздуха становится ламинарной, сигнал на выходе датчика становится равным единице и исполнительный механизм запорного клапана перекрывает подачу газа в горелку. Быстродействие данной системы управления не превышает 0,5 с, к тому же струйным датчикам, в отличие от оптических, не страшна запылённость.

Рассмотренные струйные измерители температуры могут использоваться в пожаро- и взрывоопасных условиях, а также в условиях наличия высоких электромагнитных и радиационных полей. Они обладают практически полным отсутствием запаздывания.

Наиболее перспективным является струйно-частотный метод измерения температуры, при котором температура потока газа определяется с помощью струйно-электронной системы, включающей в себя струйный газодинамический преобразователь температуры и струйный генератор [5].

Математическая модель системы измерения «струйный газодинамический преобразователь температуры – струйный генератор» связывает значение температуры с частотой, вязкостью, давлением и перепадом.

$$T = \frac{f \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot p \cdot F}{\Delta p} - 273,15$$

Для определения температуры должна быть выполнена следующая последовательность действий:

- в электронный вычислительный блок вводятся значения сопротивлений входного и выходного каналов, а также вязкости газового потока;
- в вычислительный блок вводятся значения геометрических размеров газодинамического преобразователя и струйного генератора;
- в вычислительном блоке рассчитываются промежуточные коэффициенты;

- на вход измерительной системы подаётся газ, температуру которого надо определить;
- измеряются давление, перепад и частота измерителями с электрическими выходными сигналами.
- измеренные значения этих параметров передаются в электронный вычислительный блок;
- в вычислительном блоке вычисляется значение комплекса F .
- вычисляется значение температуры.

Вычисленное значение температуры выводится на устройство отображения информации и передаётся в систему управления или в архив.

Применение в автоматизированных системах управления струйных преобразователей температуры позволяет обеспечить высокое быстродействие, пожаро- и взрывобезопасность, а также неподверженность воздействию высоких радиационных и электромагнитных полей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Повышение чувствительности термопневмопреобразователей дроссельного типа / Чаплыгин Э.И., Дьячков Е.А., Телица С.Г., Горюнов В.А. // Датчики и системы. – 2001, №3, с. 40-41.

2. Разработка преобразователей физических величин / Горюнов В.А., Дьячков Е.А., Корзин В.В., Телица С.Г., Чаплыгин Э.И. // Актуальные проблемы конструкторско-технологического обеспечения машиностроительного производства. Ч.1., Волгоград, РПК «Политехник», 2003

3. Струйные преобразователи температуры повышенной стабильности / Корзин В.В., Чаплыгин Э.И., Горюнов В.А. // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении, Волгоград, 2008. - № 8 (56). - С. 98-100.

4. Импульсный струйный термопневмопреобразователь повышенной стабильности / Чаплыгин Э.И., Дьячков Е.А., Горюнов В.А., Корзин В.В. // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении, Волгоград, 2004. - № 1. - С. 19 - 22.

5. Методика определения температуры газового потока с помощью струйно-электронной системы измерения / Корзин В.В., Гольцов А.С., Горюнов В.А., Дудников Д.А.

ЭЛЕМЕНТЫ СТРУЙНОЙ АВТОМАТИКИ С ПЕРЕДАЧЕЙ ЭНЕРГИИ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ В НАПРАВЛЕНИИ ОСИ СТРУИ

В.В. Корзин, к.т.н., доцент, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский
Д.Б. Мелехов, генеральный директор ООО «НПО Полипласт», г. Волжский

Устройства струйной автоматики обладают рядом преимуществ как по сравнению с электрической и электронной автоматикой, так и по сравнению с устройствами мембранной пневмоавтоматики, имеющими подвижные части. Достоинствами струйных автоматических устройств являются высокая долговечность, радиационная стойкость, неподверженность действию электромагнитных полей, пожаро- и взрывобезопасность, сравнительно низкая стоимость, возможность работы на произвольных газах и жидкостях и т. д. Кроме этого струйные устройства обладают высокой надёжностью и экономичностью при работе на низких давлениях питания (при давлении питания 1 – 2 кПа один элемент может потреблять всего лишь 0,01 – 0,03 Вт).

По сравнению с электронными устройствами устройства струйной автоматики имеют всего лишь один недостаток – более низкое быстродействие, ограниченное скоростью

звука (а не скоростью света). Тем не менее, существует широкий класс задач, таких как управление многими технологическими процессами, станками и ряд других, для которых такое быстроедействие оказывается вполне достаточным.

Отмеченные достоинства обуславливают возможность применения устройств струйной автоматики в различных областях техники – от систем автоматики станков и регуляторов двигателей до специализированных цифровых контроллеров, предназначенных для управления технологическими процессами. Нечувствительность к радиации и электромагнитным полям делают перспективным их использование для автоматизации атомных объектов и летательных аппаратов [1].

Функционирование струйных пневматических элементов и устройств основано на эффектах взаимодействия между собой газовых или жидкостных потоков. Используя взаимодействие потоков между собой или с твёрдыми стенками, удаётся при очень малых габаритах и без каких-либо подвижных и упругих деталей строить усилительные элементы пропорционального и релейного типов с различными характеристиками, генераторы, триггеры, элементы памяти и т.д., а также создавать разнообразные приборы непрерывной и дискретной техники, аналоговые и цифровые вычислительные и управляющие машины. Отсутствие подвижных частей определяет простоту конструкции, быстроедействие, надёжность и долговечность струйных элементов. Скорость выполнения операций, которую могут обеспечить струйные устройства, в настоящее время достигает 2 – 3 кГц, что значительно превышает скорость функционирования мембранных устройств. В некотором смысле струйные приборы аналогичны электронным приборам, выполняющим подобные функции.

Поскольку давление питания струйных элементов составляет от 1 до 4 кПа, что в 35 - 140 раз меньше, чем давление питания мембранных устройств автоматики, составляющее 140 кПа, следовательно, и экономичность струйных устройств намного выше [2].

К группе элементов с передачей энергии в рабочей камере в направлении оси струи относятся четыре вида элементов, отличающиеся способом изменения значения выходного сигнала:

- элементы, использующие поперечное соударение струй;
- элементы, использующие притяжение струи к стенке;
- турбулентные усилители;
- кромочные усилители.

Принцип действия этих элементов представлен на рисунке 1.

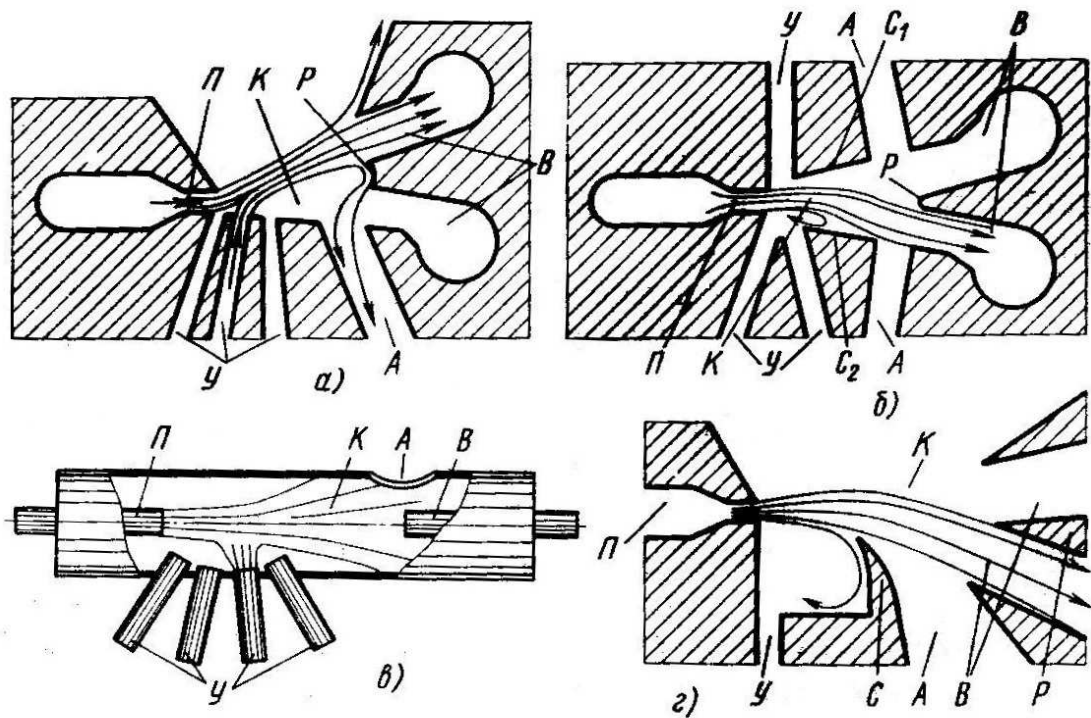


Рис. 1. Струйные элементы с передачей энергии в направлении оси сопла

- а) элемент, использующий соударение струй;
 б) элемент, использующий взаимодействие струи со стенкой;
 в) турбулентный усилитель;
 г) кромочный усилитель

На рисунке 1 использованы следующие обозначения:

- П – сопло питания;
 К – рабочая камера;
 У – каналы управления;
 А – атмосферные каналы;
 В – приёмные каналы;
 С₁, С₂, С – стенки;
 Р – разделитель.

Элементы, использующие соударение струй (рис. 1а), взаимодействие струи со стенкой (рис. 1б), а также кромочный усилитель (рис. 1г), являются плоскими. Они представляют собой либо плоские углубления в пластмассовых или металлических платах, либо сквозные прорезы в плоских пластинах, закрытые крышками. Турбулентные усилители (рис. 1в) являются пространственными элементами. Они состоят из камеры в виде цилиндра или параллелепипеда, имеющей соосное сопло питания и приёмный канал, а также радиальные каналы управления.

Элементы работают следующим образом: силовая струя рабочей среды (газа или жидкости) вытекает из сопла питания П в рабочую камеру К, пересекает её и попадает в один из приёмных каналов В, в котором устанавливается давление высокого уровня, соответствующее 1.

В элементе, использующем взаимодействие струи со стенкой, а также в кромочном усилителе струя попадает в приёмный канал В в результате того, что она притягивается к стенке вследствие возникающего поперечного перепада давлений (эффект Коанда).

В элементе, использующем соударение струй, и в турбулентном усилителе приёмный канал В расположен соосно с соплом питания, поэтому, если струя питания, вытекающая из сопла питания, не отклоняется от первоначального направления, то она попадает в данный приёмный канал. Так как значение давления в камере близко к значению давления окружающей среды, то в другом приёмном канале значение давления также близко к давлению окружающей среды.

Если в элементах, использующих соударение струй (рис. 1а), в каналы У подавать сигнал управления, то по мере увеличения мощности струи управления будет увеличиваться угол отклонения силовой струи от первоначального направления. При этом уменьшится поток (а следовательно, и давление), попадающий в нижний приёмный канал В, и увеличится поток, идущий в верхний приёмный канал В. При достаточной мощности управляющего сигнала в верхнем приёмном канале В установится сигнал высокого уровня, а в нижнем приёмном канале – низкого. При дальнейшем увеличении сигнала управления давление в верхнем приёмном канале будет уменьшаться, за счёт перехода струи в верхний атмосферный канал.

Элементы, использующие соударение струй могут использоваться в качестве аналоговых и дискретных элементов. Для получения релейных характеристик в этих элементах вводится обратная связь, соединяющая верхний приёмный канал В с одним из каналов управления. При определённой глубине обратной связи можно получить элемент памяти. Введение обратной связи исключает из работы один из выходов, что уменьшает логические возможности элемента использующего соударение струй при использовании его в качестве дискретного элемента.

В элементах, использующих взаимодействие струи со стенкой (рис. 1б), для изменения уровня выходного сигнала в приёмных каналах В подаётся управляющий сигнал в каналы управления У. При достаточной мощности сигнала управления струя отрывается от стенки С₂ и притягивается к противоположной стенке С₁. Эти элементы обладают релейной характеристикой переключения без введения обратной связи. В зависимости от геометрических размеров элемент может выполнять либо логические функции ИЛИ (на верхнем выходе В) и НЕ ИЛИ (на нижнем выходе В), либо может служить элементом памяти.

В турбулентном усилителе (рис. 1в) геометрические размеры и давление питания выбираются с таким расчётом, чтобы струя, вытекающая из сопла питания П, в отсутствии сигналов управления оставалась ламинарной [3]. При подаче управляющих сигналов в каналы управления У ламинарное течение переходит в турбулентное. при этом динамический напор части струи, попадающей в приёмный канал В, существенно уменьшается, при этом уменьшается уровень выходного сигнала. При снятии управляющего сигнала происходит обратное преобразование режима течения (струя снова становится ламинарной) и на выходе восстанавливается сигнал высокого уровня.

Работа кромочных усилителей, также как и работа элементов, использующих взаимодействие струи со стенкой, основана на эффекте притяжения струи к стенке. Однако, в кромочных усилителях стенка имеет форму кромки, благодаря чему такой аналоговый элемент имеет большой коэффициент усиления. В этом элементе по мере увеличения сигнала управления, подаваемого в канал У, кривизна струи уменьшается и, следовательно, поток, попадающий в нижний приёмный канал В, тоже уменьшается, а поток, перемещающийся в верхний приёмный канал В, увеличивается.

Таким образом, в элементах, использующих соударение струй, в элементах, использующих взаимодействие струи со стенкой и в кромочных усилителях значение выходного сигнала изменяется за счёт изменения направления течения силовой струи, то есть эти элементы являются дефлекторными. В турбулентных усилителях уровень выходного сигнала изменяется за счёт изменения сопротивления прохождению струи (вследствие турбулизации).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев И.В., Трескунов С.Л., Яковенко В.С. Элементы струйной автоматики. М.: Машиностроение, 1973. – 360 с.
2. Корзин В.В., Голубин О.С., Горюнов В.А., Рязанов А.Н. Применение струйных малогабаритных регуляторов в качестве альтернативы мембранным регуляторам. // Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. 2017. № 5 (200). С. 66-67.
3. Корзин В.В. Механико-математическая модель рабочего процесса аэродинамического преобразователя температуры. / В.В. Корзин // Сб. материалов VII н.-пр. конф. проф.-препод. состава ВПИ (филиала) ВолгГТУ, Волжский, 30-31.01.2008. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волжский, 2008,

ПРИМЕНЕНИЕ FDM ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕМНОЙ ПЕЧАТИ ДЛЯ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ

А.В. Дроботов, канд.техн.наук, доцент, ВолгГТУ, г. Волгоград
И.В. Мартынович, студент, ВолгГТУ, г. Волгоград
И.С. Торубаров, студент, ВолгГТУ, г. Волгоград

Аддитивные технологии, часто называемые технологиями объемной печати, набирают популярность с увеличением количества специалистов, знакомых с ними. Их ключевым преимуществом является возможность быстро получить образец изделия сразу из его 3D модели, практически не затрачивая время на подготовку производства (поиск оборудования, инструментов, материалов, разработку программ для станков с ЧПУ и так далее), занимающую много времени и средств при других способах производства.

Ранее аддитивные технологии применяли в основном в сфере прототипирования (изготовления макетов изделий на стадии проектирования и подготовки производства). Позднее, с разработкой новых материалов и совершенствованием оборудования, аддитивные технологии стали применять для производства единичных изделий в космической и авиационной промышленности. К настоящему времени появилось множество производителей расходных материалов и оборудования, повлекшее снижение их стоимости и, соответственно, себестоимости производства изделий методом 3D печати. Теперь с использованием аддитивных технологий стало экономически эффективно производить даже мелкосерийные изделия.

Существует много видов аддитивных технологий, каждая из которых обладает собственными преимуществами и недостатками. Из наиболее распространенных можно выделить технологию SLS (SLM, EBM), в которой порошкообразный материал (металлические и пластиковые порошки) послойно сплавляется лазером, технологию SLA, в которой жидкий полимер отверждается лазером или светодиодами, технологию CJP (3DP), в которой клеящий состав наносится на порошкообразный материал, технологию LOM, в которой слои вырезаются из листового материала (бумаги, фольги) и склеиваются между собой, технологию FDM, в которой пластик расплавляется и тонкой ниткой наносится печатающей головкой на основание, формируя слой изделия. На данный момент наиболее низкую себестоимость производства обеспечивает технология FDM благодаря стоимости материалов от 0,6 рублей за грамм и стоимости самих 3D принтеров от 20 тыс. руб. [5]. В сочетании с широким спектром доступных материалов, среди которых есть близкие аналоги широко применяемых в промышленности ABS пластиков, поликарбоната (PC), полиамида (PA), полиэфирэфиркетона (PEEK), полисульфона (PSU) и других [2], FDM технология печати дает возможность её использования для организации мелкосерийного производства изделий.

Проведем примерную оценку серийности выпуска продукции, где аддитивное производство может быть экономически целесообразнее. Для анализа выберем изделие из пластика средней степени сложности массой 20 грамм. Подобные изделия часто встречаются в офисной технике, автомобилях, домашнем хозяйстве, техническом оборудовании [3]. Для производства такого изделия методом литья в форму под давлением, прежде всего, нужно изготовить форму для литья. Стоимость такой формы может существенно отличаться в зависимости от сложности изделия, размера, количества мест, но в среднем, можно принять стоимость формы для литья равной 300 тыс. руб. Стоит отметить, что изготовление формы также занимает достаточно много времени: от нескольких дней до нескольких недель. В дальнейшем, при литье в такую форму, стоимость одного изделия из пластика ABS будет составлять порядка 40 руб. При изготовлении такого же изделия методом 3D печати сначала нужно подготовить 3D модель, что занимает несколько часов. Затем по 3D модели за несколько минут составляется управляющая программа для принтера (G-code). Обычно такая работа оценивается в 1 тыс.руб. Сразу после этого можно приступить к производству. Обычно стоимость печати рассчитывают от массы изделия, настроек качества, используемого материала. Компании, занимающиеся 3D печатью, просят за 1 грамм изделия, изготовленного на средних настройках качества из ABS или PLA пластика – 10 руб. Тогда изделие массой 20 грамм будет стоить 200 руб., а время производства одного изделия составит 2 часа 15 минут. Основываясь на этих данных, можно построить график (рисунок 1) зависимости стоимости (С) производства N изделий с использованием аддитивной (А) технологии печати FDM и методом литья (Л) в форму.

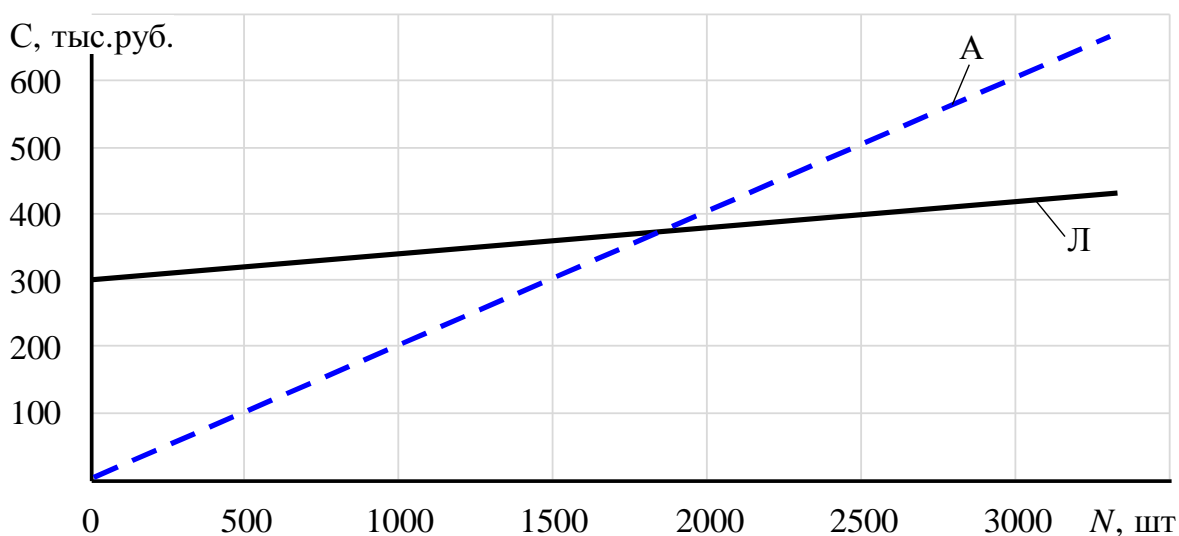


Рис. 1 – Зависимость стоимости (С) производства N изделий с использованием аддитивной (А) технологии печати FDM и методом литья (Л) в форму

На рисунке 1 видно, что при выпуске до 2000 изделий применение аддитивных технологий выгоднее. Конечно, при определении способа производства нужно учитывать и дополнительные факторы. Производство методом литья целесообразнее, если нужно получать высокое качество поверхности изделия или в изделии есть тонкие стенки (толщиной до 2 мм). Аддитивное производство будет предпочтительнее, если есть вероятность смены (корректировки) формы изделия, есть риски сокращения объема выпуска, если нужно приступить к производству как можно скорее, если нет необходимости производить всю партию изделий сразу, а удобнее производить широкую номенклатуру изделий мелкими партиями. Кроме того, 3D печать позволяет производить изделия сложных форм, которые невозможно изготовить традиционными методами, например, с внутренними

пустотами и каналами любой формы; позволяет произвольно менять процент заполнения изделия (снижать его массу). Нужно отметить, что эффективность 3D печати падает с ростом массы изделия, так как печать тогда будет занимать слишком много времени. Также 3D принтеры обычно обладают небольшими камерами для печати: от 200x200x200 мм до 300x300x300 мм, поэтому если изделие превышает эти габариты, то для его производства потребуется более дорогое оборудование.

Как же можно снизить себестоимость 3D печати и поднять её конкурентоспособность относительно технологии литья? Для этого рассмотрим, что входит в структуру затрат при печати, и как их можно снизить.

1. Расходы на материал для печати составляют примерно 10% от стоимости печати. Сырьё и оборудование для производства нити для 3D принтеров достаточно дорогостоящее, но со временем его стоимость будет снижаться.

2. Амортизация оборудования. Срок службы FDM 3D принтера можно принять равным 3..5 годам. При загрузке 10 часов в день, 250 (рабочих) дней в году 3D принтер израсходует 22 кг. пластика. При средней цене FDM принтера 100 тыс.руб. амортизация составит 1,5 руб. / грамм изделия, что составляет 15% стоимости печати.

3. Аренда производственного помещения. На 1 3D принтер нужно отводить примерно 1 м². производственной площади. При стоимости аренды 300 руб./м² в месяц к стоимости печати она прибавит 0,16 руб. / грамм изделия (1,6 %).

4. Техническое обслуживание 3D принтеров. 3D принтеры нуждаются в постоянном обслуживании, подналадке, ремонте. Один технический специалист может обслуживать примерно 20 принтеров в месяц. Его заработная плата 50 тыс.руб. добавляет к стоимости печати еще 1,36 руб. / грамм изделия (13,6%).

5. Электроэнергия. Принтер в процессе печати потребляет 300 Вт, что добавляет к стоимости 0,2 руб. / грамм изделия (2%).

6. Управление 3D принтерами. В среднем на каждые 10 принтеров должен приходиться один специалист, который будет заправлять пластик, готовить принтер к печати, запускать задание на печать, снимать готовое изделие, следить за процессом печати, исправлять ошибки. Его заработная плата 50 тыс. руб. добавляет к стоимости печати еще 2,72 руб. / грамм изделия (27,2%).

Перечисленные затраты в сумме дают почти 70% в текущей стоимости печати. Оставшееся резервируется на случай простоя (из-за отказа оборудования, отсутствия заказов), на частые случаи брака при производстве (отклеивания детали при печати, коробления, деламинации, отключения электроэнергии).

Из приведенной структуры затрат на печать видно, что для снижения стоимости печати наиболее целесообразно снижать затраты на управление 3D принтерами и их техническое обслуживание. Это можно достичь двумя способами: повышением производительности оборудования и увеличением количества 3D принтеров, обслуживаемых одним специалистом.

Повысить производительность печати по технологии FDM можно несколькими способами:

1. увеличением толщины печатного слоя и/или диаметра сопла для печати, но это приведет к снижению качества печати, что обычно недопустимо;

2. увеличением скорости перемещения печатающей головки, но это часто приводит к снижению точности печати, появлению брака, вибрации, повышенному износу оборудования, что тоже нежелательно;

3. увеличением количества одновременно печатающих сопел.

Так как первые два варианта обычно невозможно использовать, то остановимся на способах увеличения количества одновременно печатающих сопел. Компания Digitrax разработала 3D-принтер Digitrax MH5 (рисунок 2) [1], способный одновременно печатать пять одинаковых изделий пятью печатающими головками. Данная конструкция способствует пятикратному увеличению производительности. Её применение целесообразно

при изготовлении изделий партиями объемом не менее, чем пять штук. При этом повышается производительность процесса серийной печати, но время производства одного изделия не меняется, хотя 5 деталей будут произведены быстрее. Значительным недостатком является невозможность выведения из процесса печати одной печатающей головки из набора при появлении брака на одном из изготавливаемых объектов (например, из-за отлипания изделия).

Еще один способ увеличения производительности – использование печатающей головки с несколькими соплами (рис. 3) вместо одного [4]. Такая печатающая головка состоит из: теплоизолированного корпуса 1, входного канала 2, резервуара 3, нагревательных элементов 4, выходных сопел 5, клапанов 6. Все сопла в данной печатающей головке могут работать одновременно, а система управления будет открывать и перекрывать их в нужные моменты времени, наподобие того, как это сделано в струйных принтерах. Конечно, все сопла не будут работать все время, поэтому достичь 6-кратного увеличения производительности не удастся, но ускорить печать в 3..4 раза вполне возможно.

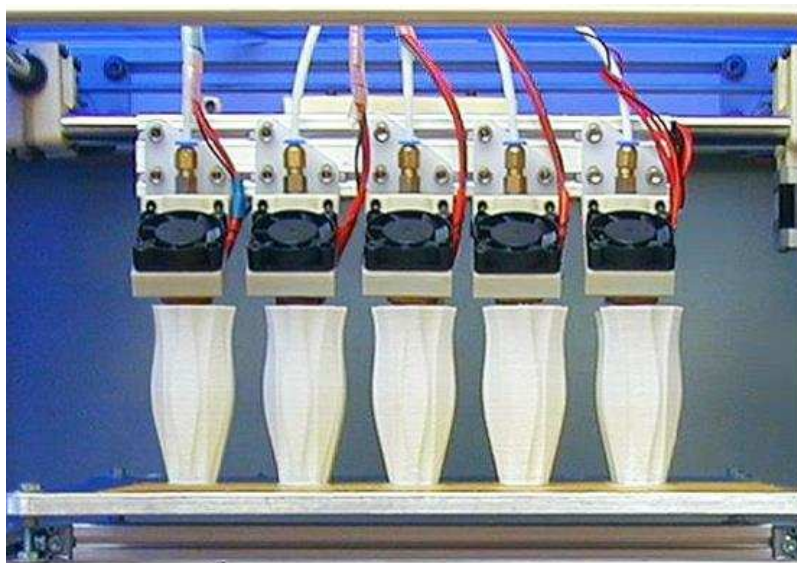


Рис. 2 – Процесс одновременной печати 5 изделий на принтере Digitrax MH5

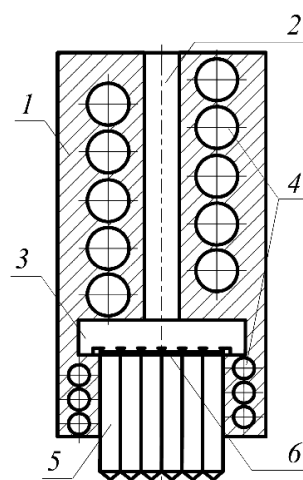


Рис. 3 – Печатающая головка с несколькими соплами

Второй способ снижения себестоимости производства изделий методом FDM 3D печати – увеличение количества 3D принтеров, обслуживаемых одним специалистом, что можно достичь применением средств автоматизации производства:

1. разработкой аппаратных средств для автоматического снятия изготовленного изделия с рабочей платформы и запуска нового производства;
2. разработкой специальных аппаратных средств для автоматической смены бобины с пластиковой нитью на 3D принтере;
3. разработкой специализированного программного обеспечения для управления работой нескольких 3D принтеров и координации работы вспомогательного оборудования.

Реализация совокупности предложенных мер для повышения производительности FDM технологии 3D печати и автоматизации производства позволит снизить себестоимость производства и конкурировать с технологиями литья при производстве до 6000 .. 8000 изделий.

Список источников:

1. 3DToday – сообщество владельцев 3D-принтеров [Электронный ресурс] : FDM 3D-принтер с массивом из пяти экструдеров – бюджетное решение для массового аддитивного производства? – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/fdm-3d-printer-with-an-array-of-five-extruders-budget-solution-for-the/> (дата обращения: 21.09.2018).
2. Благинин, С.И. 3D-принтер с программируемой термостатичной камерой для работы с высокотемпературными и специальными техническими полимерами [Электронный ресурс] / С.И. Благинин, А.В. Синьков, Е.П. Бойцов // Аддитивные технологии: настоящее и будущее : материалы IV междунар. конф. (г. Москва, 30 марта 2018 г.) / редкол.: М.М. Бакрадце [и др.] ; ФГУП «Всероссийский НИИ авиационных материалов», Гос. науч. центр РФ, Технол. платформа «Новые полимерные композиционные материалы и технологии», Технол. платформа «Материалы и технологии металлургии». - Москва, 2018. - С. 154-161. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
3. Благинин, С.И. Изготовление аддитивным способом (FDM) деталей и узлов для малообъемного авиационного распыления жидкости [Электронный ресурс] / С.И. Благинин, А.В. Синьков // Материалы и технологии нового поколения для перспективных изделий авиационной и космической техники : сб. тр. III всерос. науч.-техн. конф. (17 июля 2017 г.) / ФГУП «Всероссийский НИИ авиационных материалов» (ВИАМ), Государственный научный центр Российской Федерации [и др.]. - Москва, 2017. - Ч. 1. – 12 с. – Режим доступа : <https://conf.viam.ru/conf/250/proceedings>.
4. Дроботов, А.В. Анализ способов повышения производительности устройств объемной печати для изготовления сборочных изделий / А. В. Дроботов, А. Р. Авдеев, А. А. Швец // Сборка в машиностроении, приборостроении. - 2015. - № 11. - С. 3-6.
5. Методика выбора 3D-принтера на основании технико-экономических показателей / Ю.П. Сердобинцев, А.В. Дроботов, Н.В. Гаврилина, А.Р. Авдеев, А.А. Швец, И.А. Гущин // Вестник машиностроения. - 2017. - № 4. - С. 37-40.

ЭЛЕМЕНТЫ ИИС ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭВП В РАЗРЯДНОЙ КАМЕРЕ СО ЩЕЛЕВЫМ СОПЛОМ

Суркаев А.Л., Благинин С.И., Кумыш М.М., Усачев В.И.,
Светличная В.Б.

Явление электрического взрыва проводников (ЭВП) находит широкое применение как в прикладных технических приложениях, так и в фундаментальных научных исследованиях высокоэнергетического импульсного воздействия на вещество [1-3]. Одним из возможных применений ударно-волнового воздействия на рассматриваемый объект представлено в работах[4-8]. Получение достоверной информации о протекающих процессах при формировании ударной волны посредством электрического взрыва металлического проводника (ЭВП) является, несомненно, актуальной проблемой.

Целью работы является разработка основных элементов информационно-измерительной системы (ИИС) и на ее основе проведение экспериментальных исследований по определению параметров воздушной ударной волны, генерируемой электрическим взрывом металлического проводника в разрядной камере со щелевым соплом.

На рис. 1 представлена блок-схема основных элементов информационно-измерительной системы, предназначенной для исследования воздушной ударной волны, генерированной электрическим взрывом металлического проводника.

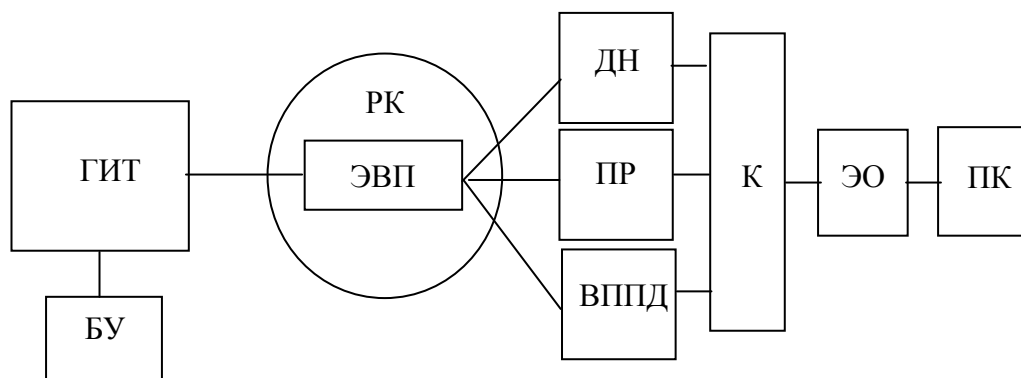


Рисунок 1. Блок-схема ИИС исследования ударной волны ЭВП в разрядной камере со щелевым соплом. БУ - блок дистанционного управления; ГИТ – генератор импульсных токов; РК – разрядная камера со щелевым соплом; ЭВП – электрический взрывающийся проводник; ДН – делитель напряжения; ПР – пояс Роговского; ВППД – волноводный пьезокерамический преобразователь давления; К – коллектор; ЭО – электронный осциллограф; ПК – компьютер.

Посредством дистанционного блока управления БУ осуществляется зарядка накопителя конденсаторного типа генератора импульсных токов ГИТ. Применение игнитронного ключа позволяет коммутировать конденсаторный накопитель и взрывающийся проводник ЭВП, по которому протекает импульсный ток разряда большой величины. Падение напряжения и ток разряда регистрируется делителем напряжения ДН и поясом Роговского ПР (трансформатором тока) соответственно. Взрывающийся проводник представляет собой медную проволочку, припаянную к стержневым электродам.

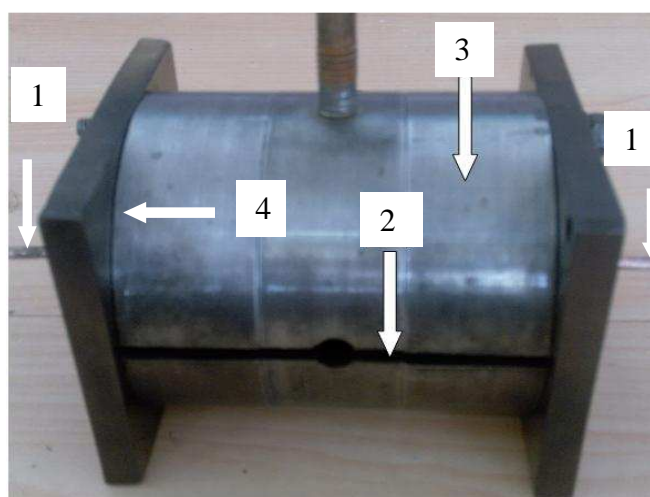


Рисунок 2. - Внешний вид разрядной камеры: стержневые электроды – 1; щелевидное сопло– 2; цилиндрическая поверхность РК – 3; текстолитовые боковые крышки - 4

Взрывающийся проводник с электродами соосно располагается в полости разрядной камеры РК со щелевым соплом (рис.2) посредством диэлектрических боковых крышек, скрепленных между собой шпильками.



Рисунок 3. Внешний вид волноводного пьезокерамического преобразователя давления.

Сечение внутренней поверхности разрядной камеры представляет собой каплевидную форму. При подаче высокого напряжения на электродную систему с провололочкой осуществляется электрический взрыв и в пространстве генерируется ударная волна, имеющая цилиндрическую симметрию и распространяющаяся радиально. Претерпевая многократные отражения от стенок разрядной камеры, сгенерированная ударная волна трансформируется в единую волну, вытекающую через щелевидное сопло. На выходе сопла установлен волноводный пьезокерамический преобразователь давления [9] ВПД (рис. 3), с помощью которого осуществляется регистрация давления ударной волны.

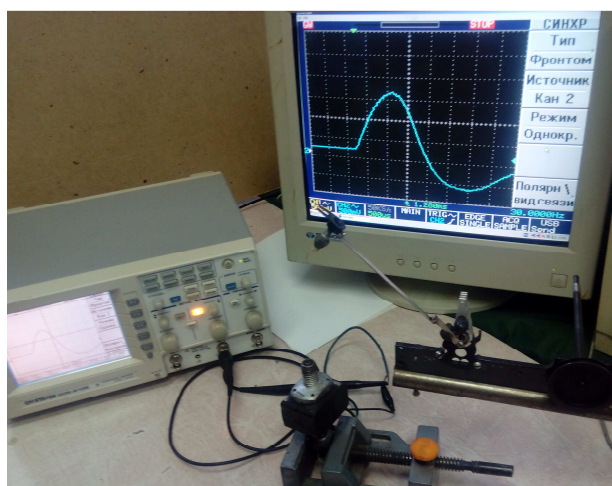


Рисунок 4. Градуировочная установка.

Градуировка преобразователя давления осуществлялась посредством установки (рис. 4) методом падающего груза [10]. В результате решений было получено аналитически выражение для переводного коэффициента давления от генерируемого напряжения:

$$k = \frac{1}{G} \frac{C_k \rho_2 c_2^2}{\pi r^2 \theta E_2} \frac{S}{S_0} .$$

В процессе экспериментальных исследований получены осциллограммы, описывающие основные параметры ударной волны.

Список литературы

1. Бурцев, В.А. Электрический взрыв проводника и его применение в электрофизических установках / Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. М.: Энергоатомиздат, 1990. - 217 с.

2. Обзор литературы по моделированию процессов электрического взрыва тонких металлических проволочек в вакууме / Иваненков Г.В., Пикуз С.А. Шелковенко, Т.А. и др. Часть 1.Препринт 9. М: ФИАН, 2004. - 26 с.
3. Суркаев, А.Л. Элементы физики высокоэнергетических импульсных процессов в конденсированных средах (монография).– Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015 – 156 с.
4. Суркаев, А.Л. Тушение пожаров с использованием ударного воздействия / А.Л. Суркаев, В. Ф. Каблов, С.И. Благинин // Безопасность жизнедеятельности 2014, № 10 - С. 49—53.
5. Пат. ПМ 124161 U1 РФ. МПК А62С3/02 Установка для тушения и предотвращения распространения пожара / Суркаев А.Л., Каблов В. Ф. Благинин С.И. Кабаков А.П ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2012133801/12, 07.08.2012, Оп.:20.01.2013, Б. №2. Пат. ПМ 129001 U1 РФ. МПК А62С3/00
6. Установка для тушения и предотвращения распространения пожара / Суркаев А.Л., Каблов В. Ф. Благинин С.И. ВолгГТУ Волгоград Заяв.: 2012151511/12, 30.11.2012, Опубл.: 20.06.2013, Бюл. № 17
7. Пат. ПМ № 144737 U1 РФ. МПК В02С19/18 Способ предотвращения распространения лесного пожара / Суркаев А.Л., Каблов В. Ф. Благинин С.И. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2014114544/13, 11.04.2014, Опубл.: 27.08.2014, Бюл. № 6.
8. Пат. ПМ № 160298 РФ. МПК А62С3/00 Модульный блок для предотвращения распространения лесного пожара / Суркаев А.Л., Благинин С.И., Каблов В.Ф., Сухова Т.А. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.:2015125233/12, 25.06.2015 Оп.:10.03.2016 Б. № 7.
9. Пат. № 2241212 С2 РФ. МПК G01L9/08, G01L23/10 Волноводный пьезокерамический датчик давления / Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Суркаев В.А. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2002135488/28, 26.12.2002, Опубл.: 27.11.2004, Бюл. № 36.
10. Суркаев, А.Л. Исследование импульсного механического нагружения волноводного пьезодатчика давления / А.Л. Суркаев, В.Г. Кульков // Акустический журнал. 2006. Том 52, № 2, С. 218 -222

ТРУБЧАТЫЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ИИС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭВП

Суркаев А.Л., Благинин С.И., Кумыш М.М., Усачев В.И., Матвеева Т.А.

Одним из методов получения количественной и качественной информации о параметрах ударных волн (УВ), генерируемых электрическим взрывом проводников (ЭВП) являются трубчатые датчики [1-3].

Целью представленной работы является определение амплитудного давления воздушной ударной волны ЭВП посредством трубчатого датчика, являющегося элементом информационно-измерительной системы (ИИС), предназначенной для исследования электрического взрыва проводников и генерируемых ударных волн. На рис.1 представлена блок-схема основных элементов информационно-измерительной системы, предназначенной для исследования воздушной ударной волны ЭВП. Описание основных этапов работы ИИС представлено в статье “Элементы ИИС исследования ударной волны ЭВП в разрядной камере со щелевым соплом” данного сборника.

Внешний вид и схема экспериментальной установки показано на рисунке 2 и рисунке 3, соответственно.

Пластическое деформирование металлических заготовок (трубчатых датчиков) осуществлялось под воздействием ударной волны УВ электрического взрыва проводника, выполненного в виде медной цилиндрической проволоочки. Взрывающийся проводник

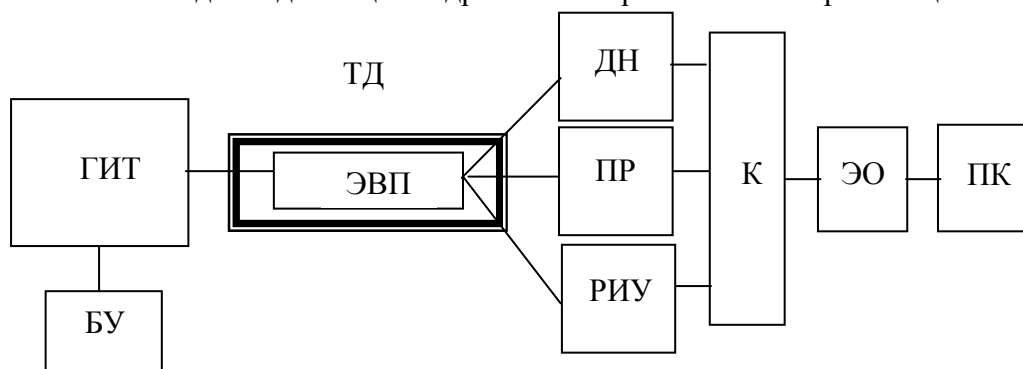


Рисунок 1. Блок-схема ИИС определения давления ударной волны ЭВП посредством трубчатого датчика (ТД). БУ - блок дистанционного управления; ГИТ – генератор импульсных токов; ТД – трубчатый датчик; ЭВП – электрический взрывающийся проводник; ДН – делитель напряжения; ПР – пояс Роговского; РИУ – расчетно-измерительное устройство; К – коллектор; ЭО – электронный осциллограф; ПК – компьютер.

располагался соосно в полости трубчатого датчика (ТД) посредством центрирующих звездочек из диэлектрического материала. На торцах трубчатого датчика располагались текстолитовые крышки, соединенные между собой посредством шпилек, тем самым создавалось замкнутое пространство.

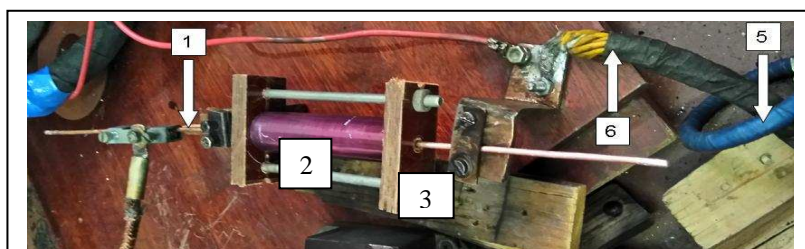
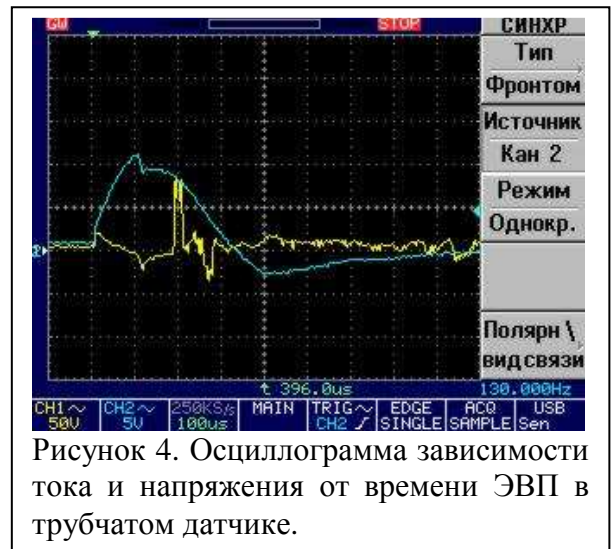
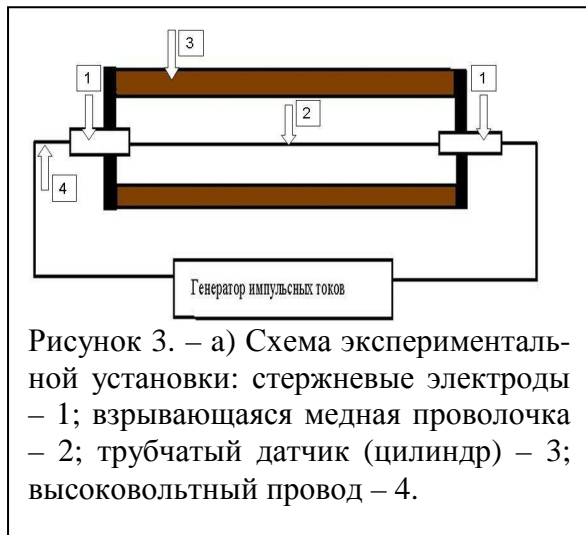


Рисунок 2. - Внешний вид экспериментальной установки: стержневые электроды – 1; алюминиевый трубчатый датчик - 2; текстолитовые боковые крышки – 3; стяжки на резьбовых соединениях – 4; катушка Роговского – 5; высоковольтный провод – 6.

На осциллограмме (рис.4) представлены зависимости тока разряда и напряжения от времени ЭВП в трубчатом датчике, посредством которых определяется ”введенная” в металлический взрывающийся проводник энергия.



Значение данного параметра позволяет оценить возникающее амплитудное давление ударной волны. На сегодняшний день в литературе представлено достаточно большой спектр эмпирических формул [1,4], определяющих давление, и, которые апробированы в работах [5-10], в частности:

$$p = \frac{2 \cdot 10^2}{\sqrt{r}} \left(\frac{CU_0^2}{L} \right)^{\frac{5}{16}} \omega^{\frac{7}{16}}, \quad p = \frac{k_1}{\sqrt{r}} \left(\frac{CU_0^2}{L} \right)^{\frac{1}{4}}, \quad W = \frac{k_2}{r} \left(\frac{U_0^2 \sqrt{C}}{c_0^2 \sqrt{L}} \right)^3$$



Рисунок 5. Образец трубчатого датчика после воздействия ударной волны ЭВП

На фотографии (рис. 5) представлен трубчатый датчик после осесимметрического нагружения цилиндрической ударной волной электрического взрыва проводника, при этом осуществлялась высокоскоростная пластическая деформация, превышающая предел текучести, в результате чего произошел разрыв боковой поверхности. Предел прочности при кратковременной нагрузке для алюминия $Al2$ составляет $\sigma_{проч} \approx 1.9 \cdot 10^8$ Па, что находит согласие со средним значением давления, получаемым по данным формулам.

Список литературы:

1. Малюшевский, П.П. Основы разрядно-импульсной технологии / Малюшевский П.П. - Киев: Наукова думка, 1983.- 270 с.
2. Ищенко, Ж.Н. Гидродинамические нагрузки при электроимпульсном расширении цилиндрической оболочки внутри полости с жесткой стенкой / Ищенко Ж.Н. // Сб. науч. тр.- Теория, эксперимент, практика разрядно-импульсной технологии. - Киев: Наукова Думка, 1987. - С. 118 – 124.

3. Суркаев, А.Л. Элементы физики высокоэнергетических импульсных процессов в конденсированных средах (монография). – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015 – 156 с.
4. Кривицкий Е.В. Динамика взрыва в жидкости / Кривицкий Е.В. - Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с
5. Брызгалин, Г.И. Электровзрывная запрессовка труб в картер двигателя / Брызгалин Г.И., Суркаев А.Л., Кудряшов В.И., Годенко А.Е., Слепцов О.А. // Нац. науч.- тех. конф. Болгария, 5-7 окт. 1989.
6. Суркаев, А.Л. Разрушение абразивных материалов под действием электрического взрыва проводников / Суркаев А.Л. Зубович С.О., Кумыш М.М., Сухова Т.А., Усачев В.И. // Новый Университет № 9-10 (43-44) 2015 С.15-22
7. Пат. № 1760677 С РФ. МПК В21D26/10 Способ электроимпульсной запрессовки труб в трубные решётки / Суркаев А.Л., Брызгалин Г.И., Годенко А.Е., Слепцов О.А. ВолгГТУ Волгоград Заяв.: 4837359/27, 26.04.1990. Оpubл.: 15.08.1994, Бюл. № 31.
8. Пат. № 2060077 С1 РФ. МПК В21D26/10 Способ электроимпульсного деформирования трубчатых заготовок / Суркаев А.Л., Брызгалин Г.И., Слепцов О.А. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 5061370/08, 02.09.1992, Оpubл.: 20.05.1996, Бюл. № 17.
9. Пат. № 2186648 С2 РФ. МПК В21D26/10, В21D39/06 Устройство для электровзрывной запрессовки труб. / Суркаев А.Л. ВолгГТУ Волгоград Заяв.: 2000109392/02, 14.04.2000, Оpubл.: 10.08.2002, Бюл. № 32.
10. Пат. № 2245753 С1 РФ. МПК В21D26/10, В21D39/06 Устройство для электр взрывной запрессовки труб. / Суркаев А.Л. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2003124039/02, 30.07.2003, Оpubл.: 10.02.2005, Бюл. № 36.

ПЛАСТИНЧАТЫЙ ДАТЧИК КАК ЭЛЕМЕНТ ИИС ОЦЕНКИ ИМПУЛЬСА ДАВЛЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПЛОСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ

Суркаев А.Л., Канцдалов Д.А., Кумыш М.М., Усачев В.И., Сухова Т.А.

Пластическое деформирование металлических заготовок первоначально различных геометрических форм является одним из возможных методов получения достоверной информации о внешних воздействующих нагрузках. В частности, одним из элементов информационно-измерительной системы (ИИС) исследования параметров электрического взрыва плоской кольцевой фольги (ЭВПКФ) в конденсированной среде может являться деформируемый датчик [1] в виде трубки или пластинки [2]. Исследование параметров взрывающейся кольцевой фольги и сопровождающих при этом явлений в конденсированных средах является актуальной задачей, имеющей ряд научно-практических применений [3-6]

Целью представленной работы является оценка амплитуды давления ударной волны, генерируемой электрическим взрывом плоской кольцевой фольги (ЭВПКФ) в конденсированной среде, посредством пластического деформирования круглой пластины с заземленными краями.

Данная работа является продолжением исследований, представленных в работах [7-10], и базируется на информационно-измерительной системе (ИИС), основные положения работы которой описаны ранее. Тем не менее, на рис. 1 представлена блок-схема основных элементов информационно-измерительной системы.

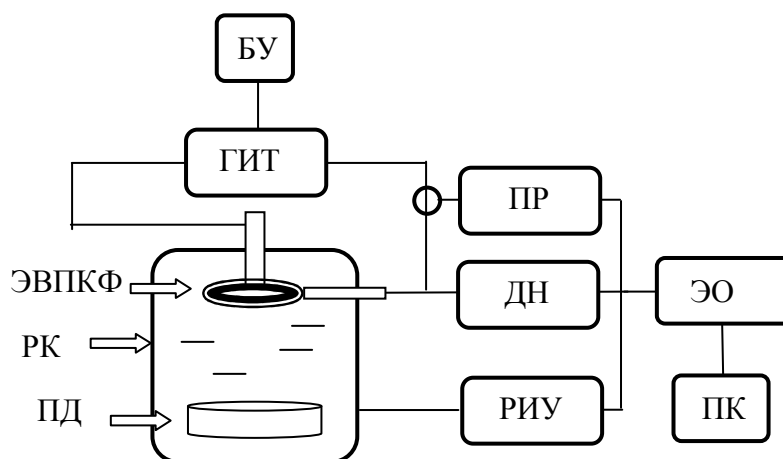


Рисунок 1. Блок-схема основных элементов ИИС оценки давления ударной волны ЭВПКФ посредством пластинчатого датчика (ПД). БУ - блок дистанционного управления; ГИТ – генератор импульсных токов; РК – разрядная камера с конденсированной средой; ЭВПКФ – электрическая взрывающаяся плоская кольцевая фольга; ДН – делитель напряжения; ПР – пояс Роговского; РИУ – расчетно-измерительное устройство; К – коллектор; ЭО – электронный осциллограф; ПК – компьютер.

Взрывающийся проводник выполнен в виде плоского кольца из алюминиевой фольги 1, который располагается на торце прочного диэлектрического цилиндра (рис. 2). посредством представленной электродной системы разность потенциалов подается на центральную и периферийную область взрывающейся кольцевой фольги.

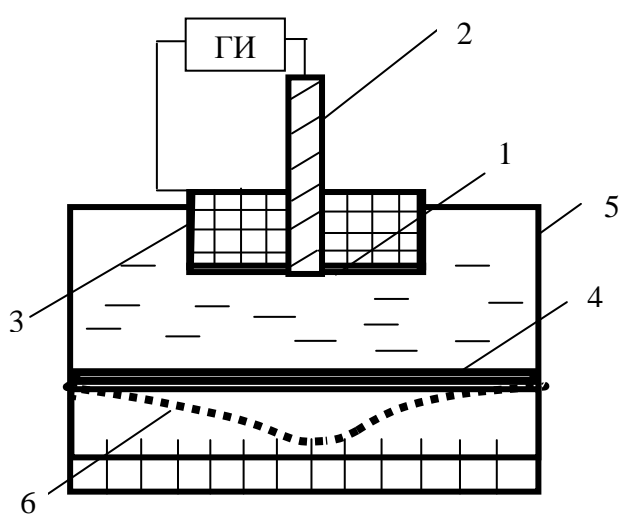


Рисунок. 2. Взрывающаяся кольцевая фольга – 1; центральный стержневой электрод – 2; кольцевой электрод – 3; пластинчатый датчик давления – 4; разрядная камера – 5; профиль пластинчатого датчика после пластической деформации- 6.



Рисунок 3. Пластинчатый датчик после воздействия ударной волны ЭВП в водной среде.

В данном случае образуется "самоприжатый" разряд, позволяющий генерировать ударные волны увеличенной мощностью. В качестве регистратора давления электрического взрыва кольцевой фольги в водной среде применялся пластинчатый датчик в виде круглой тонкой пластины 4, которая подвергается пластической деформации. Разрядная камера 5 наполнена дистиллированной водой. При осуществлении электрического взрыва фольги возникшая ударная волна кольцевой геометрии, воздействует на круглую пластину (в нашем случае А12), пластически деформируя ее (рис. 3). Величина и геометрия деформации является источником информации о параметрах ударной волны, в частности, об амплитуде давления. В данном случае произошло разрушение (показано стрелочкой) металлической пластины, что говорит о превышении амплитуды давления ударной волны ЭВП предела прочности металла, значение которого составляет $\sigma_{проч} \approx 1.9 \cdot 10^8 \text{ Па}$ при кратковременной нагрузке. Следовательно, нижняя граница значения амплитуды давления превышает данную величину, а верхний предел определяется параметрами разрядного контура и запасенной энергией, значения которых определяются из осциллограмм разрядного тока и напряжения.

Используя классическую модель Кирхгофа-Ляве [1] о равномерно рассредоточенном воздействии, оказываемом на круглую пластину из упругопластического материала с жестко заземленной по контуру, производилось определение величины давления по стреле прогиба:

$$p = 16 E h^3 / 3 R^4 (1 - \mu^2) w_{max},$$

где E – модуль Юнга; h – толщина; R – радиус; w_{max} – стрела прогиба центральной части пластинки. Расчетная оценка давления дает заведомо предполагаемый результат, а именно, давление определяется меньшим значением $p \approx 4.6 \text{ МПа}$ по отношению экспериментальным результатам. Модель Кирхгофа-Ляве предполагает квазистатическое нагружение пластины, в рассматриваемом же случае осуществляется импульсное воздействие. Тем не менее, полученный результат подтверждает тот факт, что импульсное энергетическое нагружение имеет большее динамическое воздействие.

Список литературы:

1. Малюшевский П.П. Основы разрядно-импульсной технологии.- Киев: Наукова думка, 1983.- 270 с.
2. Гольденвейзер, А.Л. Теория тонких упругих оболочек / Гольденвейзер А.Л. - М: Наука, 1970. -280 с. Пат. № 2125496 А1 РФ. МПК В21D26/10
3. Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах / Суркаев А.Л., Слепцов О.А. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 97116606/02, 08.10.1997, Оpubл.: 27.01.1999, Бюл. № 28.
4. Пат. № 2355497 С2 РФ. МПК В21D26/12 Способ обработки материалов струей жидкости / Суркаев А.Л., Суркаев В.А. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2007125912/02, 09.07.2007, Оpubл.: 20.05.2009, Бюл. № 1.
5. Пат. № 2378074 С1 РФ. МПК В21D26/10 В21D39/04 Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах / Суркаев А.Л., Суркаев В.А., Кумыш М.М. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2008116021/02, 22.04.2008, Оpubл.: 10.01.2010, Бюл. №1.
6. Пат. № 2378075 С1 РФ. МПК В21D26/10 В21D39/04 Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах / Суркаев А.Л., Суркаев В.А., Кумыш М.М. ВолгГТУ Волгоград. Заяв.: 2008116022/02, 22.04.2008, Оpubл.: 10.01.2010, Бюл. №1.
7. Суркаев, А.Л. Экспериментальное исследование поля давления электрического взрыва плоской кольцевой фольги / Суркаев А.Л., Усачев В.И. // ПЖТФ, 2013.- Том 39, вып. 16.- С. 64 -71.

8. Surkaev, A.L. Experimental Study of the Pressure Field of an Electric Explosion of Plane Ring Foil / Surkaev A.L., Usachev V.I. // Technical Physics Letters, 2013, Vol. 39, No. 8, pp. 743–745

9. Калюжный, Д.А. Оценка давления ударной волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в конденсированной среде / Калюжный Д.А., Сухова Т.А., Суркаев А.Л. // Международный научно-исследовательский журнал. 2013.- № 11 (18)- С.106-108.

10. Канцедалов, Д.А. Экспериментальное исследование поля давления ударно-акустической волны при электрическом взрыве кольцевой фольги / Суркаев А.Л., Канцедалов Д.А., Гольцов А. С. // Молодой ученый, 2012.- № 12.- Т. I. - С. 71-73.

УШИРЕНИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ЗЕРНОГРАНИЧНЫХ ПИКОВ В МЕТАЛЛАХ

В.Г. Кульков, профессор, филиал НИУ МЭИ, г. Волжский

Границы зерен являются неотъемлемым типом дефектов кристаллического строения поликристаллических металлов. Их физические свойства в значительной степени определяют механические характеристики таких материалов при воздействии на них внешних напряжений, переменных во времени. В результате такого воздействия появляется отклик в виде переменной деформации, отстающей по фазе от напряжения. Величина фазового сдвига является одной из характеристик рассеяния энергии колебаний и называется внутренним трением [1]. В поликристаллических металлах внутреннее трение обусловлено различными процессами, одним из которых являются потери энергии, связанные с взаимным проскальзыванием смежных кристаллитов вдоль общей их границы. Относительный вклад границ зерен в общую величину диссипации энергии возрастает по мере уменьшения размеров зерен в образце. Величина внутреннего трения представляется функцией от частоты и температуры. В общем случае его спектр состоит из серии пиков, наложенных на монотонно возрастающую с частотой функцию, называемую фоном. С границами зерен связаны максимумы внутреннего трения, носящие название зернограничных. В самом общем случае таких максимумов в отожженных материалах имеется три [2]. В частных ситуациях наблюдаемое их количество может быть меньше, в зависимости от чистоты и вида материала, состояния образцов и границ.

Рассмотрение проскальзывания [3, 4] по плоским сегментам границ зерен, ограниченных тройными стыками, приводит к выражению пика внутреннего трения дебаевского типа

$$Q^{-1} = A \frac{\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2}. \quad (1)$$

Здесь ω – частота колебаний, τ – время релаксации, экспоненциально зависящее от температуры, A – постоянный множитель, определяемый физическими параметрами границы. Центр положения пика определяется соотношением $\omega\tau = 1$. Полуширина такого пика равна 1,14. Появление его можно ожидать для плоских сегментов границ одного размера с одинаковыми параметрами вязкости по отношению к зернограничному проскальзыванию. В реальном поликристаллическом образце всегда имеется распределение по размеру зерен и их сегментов их границ. Кроме того, следует отметить весьма значительное различие в свойствах границ, обусловленное различным типом их атомного строения. В этом отношении можно разделить все типы встречающихся границ на два больших класса – специальные и общего типа. Первые характеризуются тем, что разделяемые границей кристаллиты при наложении образуют решетку совпадающих узлов, вторые исключают такую возможность вследствие наличия несоответствий в проекциях на ее плоскость периодов обеих решеток. Последний тип границ в литературе известен под различными названиями,

такими как произвольные границы, несоразмерные, обычные, неспециальные, произвольные и др. Согласно [3] можно записать выражения для множителя в (1) и времени релаксации:

$$A = \frac{p\pi(1-\nu)E}{G}, \quad \tau = \frac{\pi(1-\nu)kTRL^2}{48GD_b C_{0b} \delta \Omega^2 \cos \alpha}, \quad (2)$$

где E и G – упругие модули, R , L – размеры зерна и сегмента границы, D_b – зернограничный коэффициент диффузии, δ – ширина границы, C_0 концентрация граничных вакансий, Ω – атомный объем, k – фактор Больцмана, T – температура, ν – коэффициент Пуассона, p – геометрический множитель.

Наблюдаемые в эксперименте максимумы затухания, как правило, имеют значительно большую ширину. Причины этого связаны со следующими обстоятельствами. Время релаксации согласно (2) определяется геометрическими размерами зерен и сегментов границ, а также коэффициентом зернограничной самодиффузии. Для его логарифма можно записать выражение

$$\ln \tau = \ln \tau_0 + \frac{E}{kT}, \quad (3)$$

где первое слагаемое определяет частотный фактор без термического влияния, а второе связано с энергией активации процесса. Геометрические параметры зерен определяют величину первого слагаемого, а коэффициент самодиффузии, упругий модуль и концентрация вакансий в границе – второе слагаемое.

Размеры зерен и сегментов границ в реальном материале имеют некоторое распределение. Чаще всего его можно описывать нормальным или логарифмически нормальным законом.

Числитель второго слагаемого представляет собой среднюю величину энергии активации диффузионных скачков атомов. Характерным для несоразмерных границ является то, что эта энергия различна для всех атомов и зависит от так называемого параметра несовпадения [5]. Распределение атомов по этому параметру определяется видом несоразмерности, ее геометрической размерностью и деталями энергетического рельефа, в котором находятся приграничные атомы смежных кристаллитов. Все это приводит к тому, что имеется непрерывный спектр времен релаксации с некоторой функцией распределения. При моделировании процесса ее часто выбирают в виде логарифмически нормальной функции $\Phi(z) = (\beta\sqrt{\pi})^{-1} \exp(-(z/\beta)^2)$, где $z = \ln(\tau/\tau_m)$, τ_m – среднее время релаксации, β – параметр. Этим отчасти можно объяснить наблюдаемое в эксперименте уширение зернограничного пика в три и большее число раз [6].

Другое обстоятельство, которое часто не учитывается при обсуждении увеличения ширины пиков, связано с тем, что зависимость скорости межзеренного проскальзывания от величины действующих напряжений имеет нелинейный характер $v = \sigma^n$. Показатель степени может принимать значения, равные и большие единицы. Известны наблюдаемые величины $n=1$, $n=2$, $n=3$ и промежуточные значения [7, 8].

В общем случае модель усложняется настолько, что ее решение в аналитическом виде получить не удастся, возникает необходимость проведения численного моделирования. Подобный расчет спектров в этих случаях приводит к зависимости величины внутреннего трения от частоты или обратной температуры в виде максимумов с полушириной, большей, чем дебаевский пик. На рис. 1 представлены результаты такого расчета [9]. Как видно из графиков, приведенных на рис. 1, увеличение значения показателя степени n приводит к смещению центра пика в область меньших значений $\omega\tau$, некоторому понижению высоты пика, а также его уширению. В одном поликристаллическом металлическом образце присутствуют границы зерен со значительно различающимися типами атомной структуры и различными значениями n . Фиксируемый на измерительной установке пик

содержит в себе сведения об ансамбле сегментов межзеренных границ. Поэтому общий спектр внутреннего трения должен быть представлен суперпозицией пиков, подобных изображенным на рис. 1, с различающимися положениями центров и их ширины. Все это приводит к еще большему уширению пиков, по сравнению с пиками, характерными для отдельных аттестованных сегментов межзеренных границ в бикристаллах.

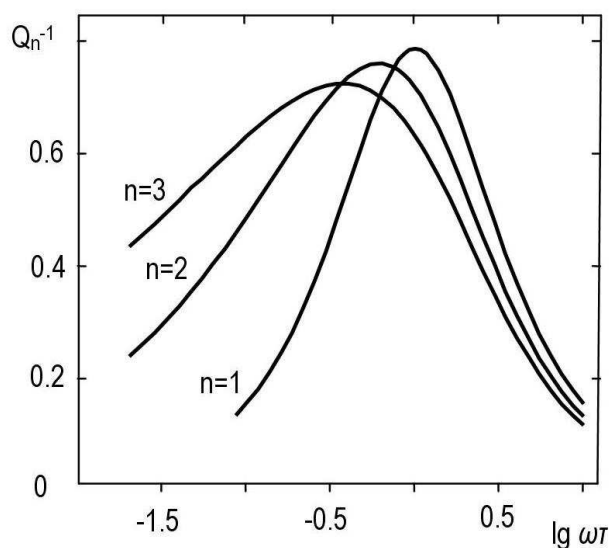


Рис.1 Зернограничные максимумы внутреннего трения с разным показателем n .

Полуширина пиков для разных значений показателя степени равна следующим величинам: 1,14; 1,75 и 2,1 при $n=1$, $n=2$, $n=3$ соответственно. Если представлять эти пики в виде суперпозиции дебаевских с логарифмически нормальным распределением, то необходимо параметр β считать равным соответственно $\beta=0$; $\beta=1,57$ и $\beta=2,63$. Однако, в случае нелинейности такая полуширина пиков появляется без использования указанного распределения. Если же учесть его наличие, то полуширина пиков становится еще большей. По-видимому, этим объясняются достаточно большие значения полуширины, наблюдаемые в эксперименте [6, 10, 11].

Одновременное существование различных степенных законов зависимости скорости межзеренного проскальзывания от напряжений в одном образце связано с различной приведенной их величиной для разнообразно ориентированных сегментов границ и различными типами их атомного строения. В [7] показано, что значения показателя n изменяется с изменением величины напряжения в случае границ зерен несоизмерного типа.

Реальные границы зерен редко бывают идеально плоскими. Как правило, они неизбежно содержат в своей структуре различного рода дефекты, неоднородности, отклоняющие их форму от плоской и придающие им извилистую, изломанную или фасетированную конфигурацию. В этом случае проскальзывание в чистом виде по всей площади границы существовать не может. В механизмах проскальзывания существенную роль начинают играть диффузионные процессы. Граница разбивается на участки с большей или меньшей подвижностью при проскальзывании. Этот факт приводит к возникновению суперпозиции пиков, что также приводит к их уширению.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Новик А., Берри Б. Релаксационные явления в кристаллах. М.: Атомиздат, 1975, 472 с.
2. Blanter M.S., Golovin I.S., Neuhauser H., Sinning H.-R. Internal Friction in Metallic Materials. A Handbook. Springer, 2007.
3. Кульков В.Г. Спектр внутреннего трения в поликристаллических материалах с фасетированными границами // Фундаментальные проблемы современного материаловедения, 2005, Т. 2. № 1. С. 70-72.

4. Кульков В.Г. Внутреннее трение в поликристалле с фасетированными границами // Вестник МЭИ. – 2005. – № 3. – С. 120-123.
5. Кульков В.Г. Межзеренное проскальзывание по границе, сопрягающей плотноупакованную и некристаллографическую плоскости // Вестник МЭИ, 2005, № 5. С. 96-100.
6. Головин И.С. Зернограничная релаксация в меди до и после равноканального углового прессования и рекристаллизации // Физика металлов и металловедение, 2010, Т. 110. № 4. С. 424–432.
7. Кульков В.Г. Релаксационные процессы на границах зерен в металлах. Волжский: Филиал МЭИ, 2015. 162 с.
8. Мулюков Р.Р., Имаев Р.М., Назаров А.А. и др. Сверхпластичность ультрамелкозернистых сплавов: Эксперимент, теория, технологии / – М.: Наука, 2014. – 284 с.
9. Кульков В.Г. Внутреннее трение на границах зерен с нелинейной вязкостью // Металлы, 2005, № 4. С. 69-73.
10. David E., Jackson Ian High-temperature internal friction and dynamic module in copper // Materials Science and Engineering: A. – 2018. – V. 730. – P. 425-437.
11. Fan G.D., Zheng M.Y., Hu X.S., Xu C., Wu K., Golovin I.S. Effect of heat treatment on internal friction in ECAP processed commercial pure Mg // Journal of Alloys and Compounds. – 2013. – V. 549. – P. 38-45.

О ВЗАИМОСВЯЗИ СТРОЕНИЯ ПРИМИТИВНЫХ ЯЧЕЕК МЕТАЛЛОВ С ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

С.А.Юрченко, ООО "ТЕХОСНАСТКА-РТД"

На основе проведенных теоретических исследований была создана новая модель межатомного взаимодействия, основанная на уточнении двухатомной модели Я.И.Френкеля [1] за счет учета действия магнитных силовых линий [2], которые определили процесс тяжения системы двух атомов, позволивший вывести теоретическое уравнение распространения ультразвуковых волн в примитивных ячейках металлов с ОЦК и ГЦК решетками :

$$v = l \cdot \nu \cdot (1/n) , \text{ м/с } , \quad (1)$$

где l - длина межатомной связи в кристаллической решетке, выраженная через параметр грани примитивной или элементарной ячейки;

ν - частота колебания атомов в элементарной ячейке;

n - количество межатомных связей, которые необходимо использовать для передачи энергии ультразвуковых волн между атомами, находящимися в примитивной или элементарной ячейке материала.

Проведенные расчеты на основе уравнения (1) для железа (с ОЦК кристаллической решеткой) и меди (с ГЦК кристаллической решеткой) показывают, что теоретические значения скоростей ультразвуковых волн – продольной, поперечной и в стержне – имеют минимальное отклонение от значений, полученных экспериментальным путем (в пределах от 0% до 5%).

Новая модель межатомного взаимодействия позволяет в области упругой деформации связать внешние параметры образца и силу, приложенную для деформации данного образца, с изменением внутренних параметров примитивной ячейки через модуль Юнга.

На основе уравнения

$$v_{ст} = \sqrt{E/\rho}, \quad \text{м/с}, \quad (2)$$

используемого для вычисления скорости ультразвука в стержнях различных материалов, с учетом выражения скорости ультразвука посредством уравнения (1) после подстановки и преобразований было получено уравнение

$$E = \iota^2 \cdot v^2 \cdot (1/n)^2 \cdot \rho = P_i, \quad \text{кг/м} \cdot \text{с}^2, \quad (3)$$

которое связывает значение модуля Юнга с параметрами примитивной и элементарной ячеек материалов. Учитывая, что значение модуля Юнга рассчитывают через внешние параметры нагружения по формуле

$$E = [F/S] / [\Delta L/L], \quad \text{кг/м} \cdot \text{с}^2, \quad (4)$$

в которую вводят жестко зафиксированные ограничения L/d стандартных образцов и скорости деформации образцов, мы можем получить следующее уравнение

$$[F/S] / [\Delta L/L] = \iota^2 \cdot v^2 \cdot (1/n)^2 \cdot \rho, \quad \text{кг/м} \cdot \text{с}^2, \quad (5)$$

которое связывает внешние параметры образца и внешнюю силу с изменением внутренних параметров материала на уровне примитивной ячейки через изменение длины межатомных связей и частоту колебания атомов в единичной структуре материала.

Сравнение расчетных значений внутренних давлений P_i , образующихся за счет действия магнитных силовых линий, по направлениям межатомных связей в примитивной ячейке, согласно уравнению (3), показало, что экспериментально полученные значения модуля Юнга и модуля сдвига имеют равное или незначительно превышающее значение (приблизительно до 5%).

В связи с тем, что новая модель межатомного взаимодействия позволяет с высокой точностью рассчитать значения скоростей и внутренних давлений в примитивной ячейке, которые совпадают с экспериментально определенными значениями скорости ультразвука и модулем Юнга, мы можем использовать данную модель для расчета внутренней энергии в объеме простейшей ячейки.

После преобразований и вычисления количества межатомных связей для каждого атома в примитивных ячейках ОЦК и ГЦК кристаллических решеток было получено общее уравнение внутренней энергии примитивной ячейки

$$A_{пр.яч} = k_i \cdot m_{пр.яч} \cdot \iota^2 \cdot (1/T)^2, \quad \text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2, \quad (6)$$

где k_i - параметр, определяющий количество межатомных связей для каждого атома в примитивных ячейках с ОЦК и ГЦК кристаллической решеткой;

$m_{пр.яч}$ - масса примитивной ячейки материала;

ι - длина межатомной связи в плоскости равная α - длине грани элементарной ячейки; $1/T$ - частота колебания атома.

Уравнение (6) выражает внутреннюю энергию примитивной ячейки через гармонические колебания атома, на основе работы [3] на объем примитивной ячейки приходится один атом. Вследствие чего мы имеем возможность оценить изменение энергии атома в любом деформируемом объеме под действием внешней энергии следующим уравнением

$$A_{внеш} / N_{атом} = A_{пр.яч}, \quad (7)$$

количество атомов определится как

$$N \text{ атом} = W/W_{\text{пр.яч}} \quad , \quad (8)$$

где W - объем деформируемого материала
 $W_{\text{пр.яч}}$ - объем примитивной ячейки .

Таким образом, введение новой модели межатомного взаимодействия в примитивных ячейках металлов позволяет:

- уточнить механизм образования металлической связи путем учета действия магнитной силовой линии, стягивающей атомы.
- объяснить механизм изменения внутренних параметров примитивной (элементарной) ячейки от приложенных внешних параметров нагружения.
- на основе строения примитивных ячеек объяснить распространение продольных и поперечных волн в металлах.
- получить расчетным путем теоретические значения скоростей ультразвука и показать совпадение их с экспериментально полученными данными для ОЦК и ГЦК решеток.
- провести теоретический расчет внутренних давлений по направлениям межатомных связей в примитивных ячейках для ОЦК решетки на примере железа и ГЦК решетки на примере меди и показать их совпадение с значениям модуля Юнга и модуля сдвига, определяемых экспериментальным путем для данных материалов.
- определить внутреннюю энергию примитивной ячейки на основе оценки гармонических колебаний атома.

Фактически новая модель межатомного взаимодействия на основе использования понятия тяжения магнитных силовых линий связывает все физико-механические параметры, присущие металлам в области упругих деформаций, и может быть использована для объяснения любых явлений наблюдаемых в процессе растяжения стержня, в том числе в области пластической деформации.

Литература:

1. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов -Л.: Издательство "НАУКА", - 1972. - 424с.
2. В.Ф. Миткевич "Физические Основы Электротехники" .Л.:Издательство "Кубуч" 1932г..-495с.
3. Винтайкин Б.Е. Физика твердого тела. Москва. Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана .2008. 359 с.

О ВЛИЯНИИ РАЗМЕРОВ И ГЕОМЕТРИИ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

К.В. Сазонов, А.С. Юрченко, С.А. Юрченко,
ООО НПФ «ТЕХОСНАСТКА-РТД», Волжский

Необходимость проведения данной работы, в первую очередь, вызвана тем, что интенсивность проявления индукционных свойств рабочих элементов самых разнообразных приборов, устройств и антенн определяется не только значением подаваемой на них электромагнитной энергии, но и зависит от размеров и геометрии рабочего инструмента [1].

Исходя из того, что электромагнитная энергия, распространяющаяся в пространстве от источника по определенному направлению [2], может быть представлена в виде вектора потока энергии (вектор Пойтинга), которая в одну секунду проходит через 1 см^2 , взятый перпендикулярно к \vec{H} и \vec{E} , то есть к поверхности S , постановка исследования направлена на изучение проявления эффекта индуцирования самых простых геометрических

тел с целью определения его механизма и природы образования. В свое время Ампер [3] обращал особое внимание на то, что магнитное поле всегда должно вызываться электрическими токами, будь то токи проводимости в проводниках или молекулярные токи в молекулах (кристаллах). И обратно, трансформатор, индукционная катушка, динамо-машина и другие устройства и приборы дают примеры использования электрических токов, индуцированных с помощью изменяющихся магнитных полей. Однако механизм этого процесса Ампер не исследовал и поэтому уточнить свои соображения не смог.

Согласно классическому определению механизма напряженности магнитного поля H в некоторой точке поля определяется как отношение механической силы f , с которой поле действовало бы на северную (положительную) массу m , помещенную в рассматриваемой точке поля, к величине этой массы

$$H = f/m \quad (1)$$

Био и Савар [4] определили, что напряженность магнитного поля H создается элементом тока на длине ℓ и силой тока $J = q/t$ в плоскости, перпендикулярной элементу тока и проходящему через его середину перпендикулярно соединяющую направление r и направление тока (см. рисунок 1).

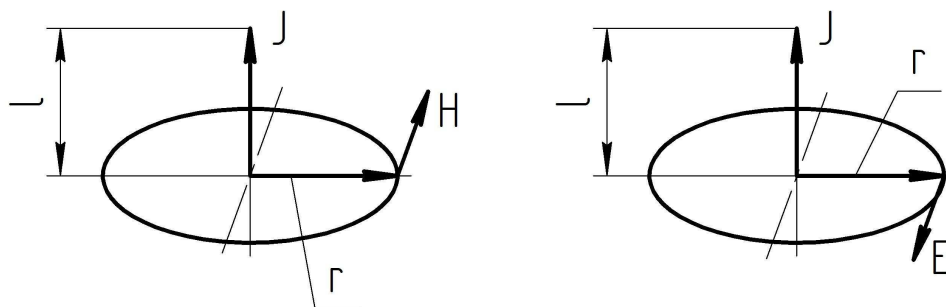


Рис. 1. Вектор напряженности магнитного поля H .

При этом напряженность магнитного поля H характеризуют следующим уравнением

$$H = J \cdot \ell / c \cdot r^2 \quad (2)$$

В котором $H = F$, $кг \cdot м / с^2$ соответствует реально действующей силе, возникающей при тех или иных значениях ℓ , J и S .

Учитывая то, что вся энергия передается образцу, ограниченному его объемом V той или иной геометрии, представляет значительный интерес детально исследовать, как она распределяется по поверхности тел разной геометрии и как зависит от подаваемого на образец напряжения и свойств материала образца.

Для чистоты эксперимента необходимо было обеспечить, чтобы исследуемая среда не содержала объемных зарядов, которые могут накапливаться в магнитных материалах, поэтому образцы были изготовлены из дюраля. А для проверки влияния фактора накопления объемных зарядов вторая партия образцов была изготовлена из магнитного материала.

Методика исследования строилась, исходя из того, что изменение электромагнитной энергии, подаваемой на тот или иной образец, фиксировалось по значениям напряжения U . А возникающая при этом напряженность магнитного поля H , проходящего через ту или иную поверхность образцов, фиксировалась гауссметром. Для фиксации изменений магнитного поля был собран гауссметр, схема которого приведена на рис. 1. Особенность которого состоит в том, что на вход датчика Холла подавалось постоянное напряжение равное 5В, а с целью расширения диапазона измерений в схеме использовано переменное

сопротивление номиналом 100 кОм. Сопротивление в 53 кОм позволило установить предел измерения вольтметра в 200 мВ.

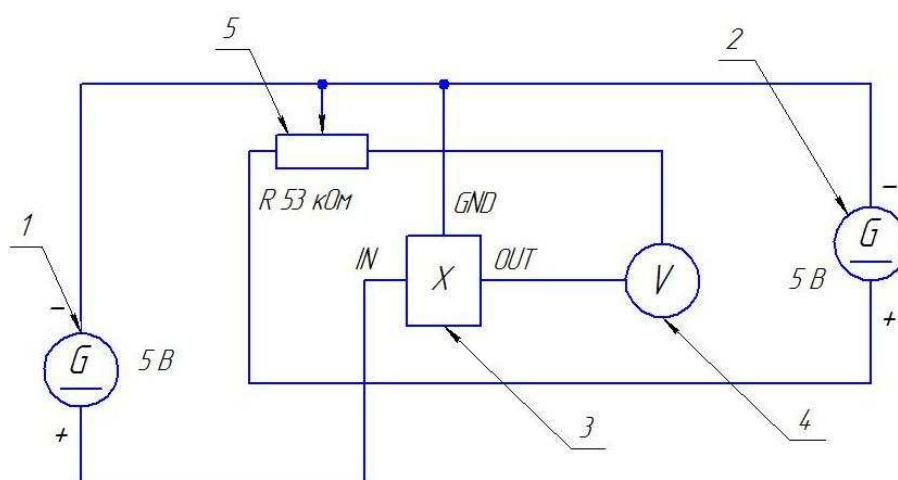


Рис. 2. Схема измерительного гауссметра.

- Где
- 1 – Источник постоянного тока QJ3005XIII
 - 2 – Источник постоянного тока QJ3005XIII
 - 3 – Датчик Холла биполярный SS495B
 - 4 – Вольтметр
 - 5 – Переменное сопротивление

Для проведения эксперимента были изготовлены стальные и дюралевые сферы диаметрами 12, 24, 36, 48 мм, а также цилиндры из аналогичных материалов. Размеры для цилиндров были подобраны исходя из равенства площадей боковых поверхностей цилиндров и вышеприведенных сфер.

На первом этапе эксперимент проводился путем подачи статического заряда на сферические образцы при помощи источника постоянного напряжения Sh0-015 (3 на рис. 3.). Рабочий диапазон напряжений составил 0,5 – 9 кВ. При достижении 9 кВ напряжение на источнике плавно уменьшалось, что позволило снизить остаточную намагниченность в датчике Холла после эксперимента.

Датчик 1 устанавливался вплотную к одной из граней поверхности образца 2, как это показано на рис. 2.

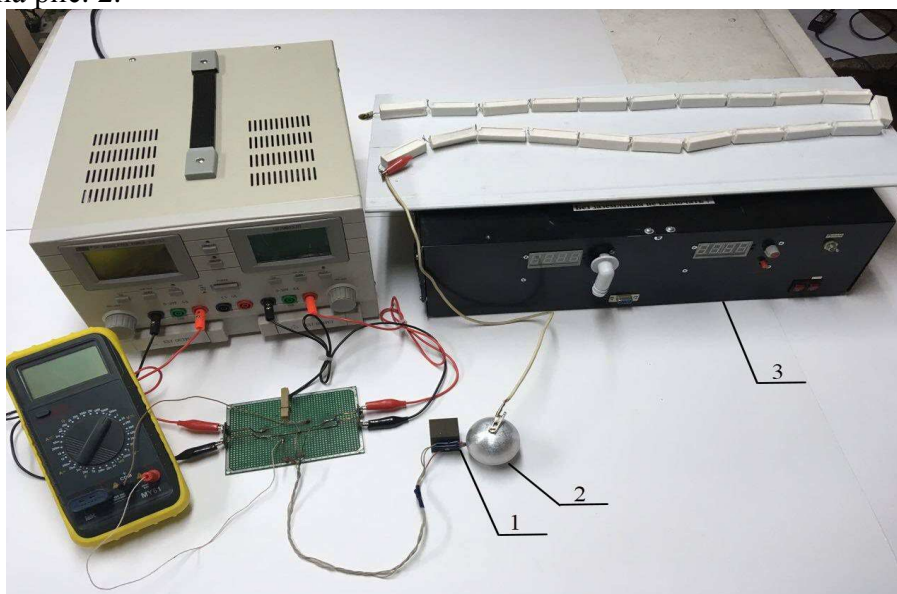


Рис. 2. Экспериментальная установка.

Исходя из предположения, что вся электромагнитная энергия, сообщенная образцу, должна индуцироваться на всей поверхности S того или иного образца и распределяется в зависимости от геометрии образца, определяющей образование магнитных силовых линий, полученные данные показания приборов, входящих в схему установки, заносились в соответствующие графы таблицы 1. Где в графу E заносилось произведение показателей H , U и S , определяющих изменение энергии магнитной индукции.

$$E_L = H \cdot S \cdot U, \text{ кэ}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2 \quad (3)$$

По показаниям H датчика Холла при изменении подаваемого на образец напряжения U для того или иного радиуса R образца и построены графики зависимости, представленные на рисунке 4, показывающие, что энергия магнитной индукции, возникающая на всей поверхности S сферических образцов, зависит как от увеличения подаваемого на образец напряжения U , так и от увеличения радиуса сфер R . И при малых размерах образцов практически не зависит от свойств исследуемых материалов образцов. Так как разброс данных для разных материалов как в одну, так и в другую сторону от полученной зависимости можно характеризовать погрешностью измерений. Тогда как при возрастании размеров образцов эта зависимость явно наблюдается. Что на следующем этапе исследования заставляет уделить внимание этому вопросу и вопросу распределения энергии магнитной индукции на образцах другой геометрии.

Таблица 1. Полученные данные.

| - | R=0,6 см | | | | R=1,2 см | | | | R=1,8 см | | | | R=2,4 см | | | |
|-----|----------|--------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|
| | СТАЛЬ | | ДЮРАЛЬ | | СТАЛЬ | | ДЮРАЛЬ | | СТАЛЬ | | ДЮРАЛЬ | | СТАЛЬ | | ДЮРАЛЬ | |
| U | H | E | H | E | H | E | H | E | H | E | H | E | H | E | H | E |
| 0,5 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 1 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 1,5 | 0 | 0,00 | 0,1 | 0,68 | 0 | 0,00 | 0,2 | 5,43 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,1 | 6,10 |
| 2 | 0,1 | 0,90 | 0,3 | 2,71 | 0,3 | 10,85 | 0,3 | 10,85 | 0,2 | 16,28 | 0 | 0,00 | 0,2 | 16,28 | 0,3 | 24,41 |
| 2,5 | 0,2 | 2,26 | 0,8 | 9,04 | 0,7 | 31,66 | 0,9 | 40,70 | 0,5 | 50,86 | 0 | 0,00 | 0,4 | 40,69 | 0,8 | 81,38 |
| 3 | 0,4 | 5,42 | 1 | 13,56 | 1,4 | 75,98 | 1,3 | 70,55 | 1,1 | 134,28 | 0,1 | 12,21 | 0,9 | 109,86 | 1,6 | 195,31 |
| 3,5 | 1,3 | 20,57 | 1,6 | 25,31 | 2,3 | 145,62 | 2,1 | 132,96 | 1,2 | 170,90 | 0,3 | 42,72 | 1,4 | 199,38 | 2,1 | 299,07 |
| 4 | 2 | 36,16 | 1,7 | 30,74 | 2,8 | 202,61 | 3 | 217,08 | 2 | 325,52 | 1 | 162,76 | 2,2 | 358,07 | 2,9 | 472,00 |
| 4,5 | 2,6 | 52,88 | 2,2 | 44,75 | 3,5 | 284,92 | 3,5 | 284,92 | 2,5 | 457,76 | 1,5 | 274,66 | 3,1 | 567,63 | 3,9 | 714,11 |
| 5 | 3 | 67,80 | 2,8 | 63,28 | 4,3 | 388,94 | 4,4 | 397,98 | 3,2 | 651,04 | 2,2 | 447,59 | 4 | 813,80 | 4,7 | 956,22 |
| 5,5 | 3,6 | 89,50 | 3,4 | 84,52 | 4,9 | 487,53 | 5 | 497,48 | 4,2 | 939,94 | 2,8 | 626,63 | 4,5 | 1007,08 | 5,3 | 1186,11 |
| 6 | 4,2 | 113,90 | 4 | 108,48 | 5,6 | 607,82 | 6 | 651,24 | 4,8 | 1171,87 | 3,3 | 805,66 | 5,2 | 1269,53 | 6 | 1464,84 |
| 6,5 | 4,6 | 135,15 | 4,6 | 135,15 | 6,5 | 764,30 | 7,2 | 846,61 | 5,5 | 1454,67 | 4 | 1057,94 | 5,8 | 1534,01 | 7,1 | 1877,84 |
| 7 | 5,5 | 174,02 | 5 | 158,20 | 7,1 | 899,07 | 7,6 | 962,39 | 5,8 | 1652,01 | 4,5 | 1281,74 | 5,8 | 1652,01 | 8 | 2278,64 |
| 7,5 | 5,9 | 200,01 | 5,3 | 179,67 | 7,7 | 1044,70 | 8,3 | 1126,10 | 6,7 | 2044,67 | 5,1 | 1556,39 | 7 | 2136,23 | 8,3 | 2532,95 |
| 8 | 7 | 253,12 | 6,1 | 220,58 | 8,2 | 1186,70 | 9 | 1302,48 | 7,2 | 2343,74 | 5,7 | 1855,46 | 7,2 | 2343,74 | 9,4 | 3059,89 |
| 8,5 | 6,9 | 265,10 | 6,4 | 245,89 | 9,2 | 1414,64 | 9,7 | 1491,52 | 7,2 | 2490,23 | 6,4 | 2213,54 | 8,3 | 2870,68 | 10,3 | 3562,41 |
| 9 | 7,3 | 296,96 | 6,4 | 260,35 | 10 | 1628,10 | 10,9 | 1774,63 | 7,5 | 2746,58 | 7,3 | 2673,33 | 8,5 | 3112,79 | 10,3 | 3771,96 |

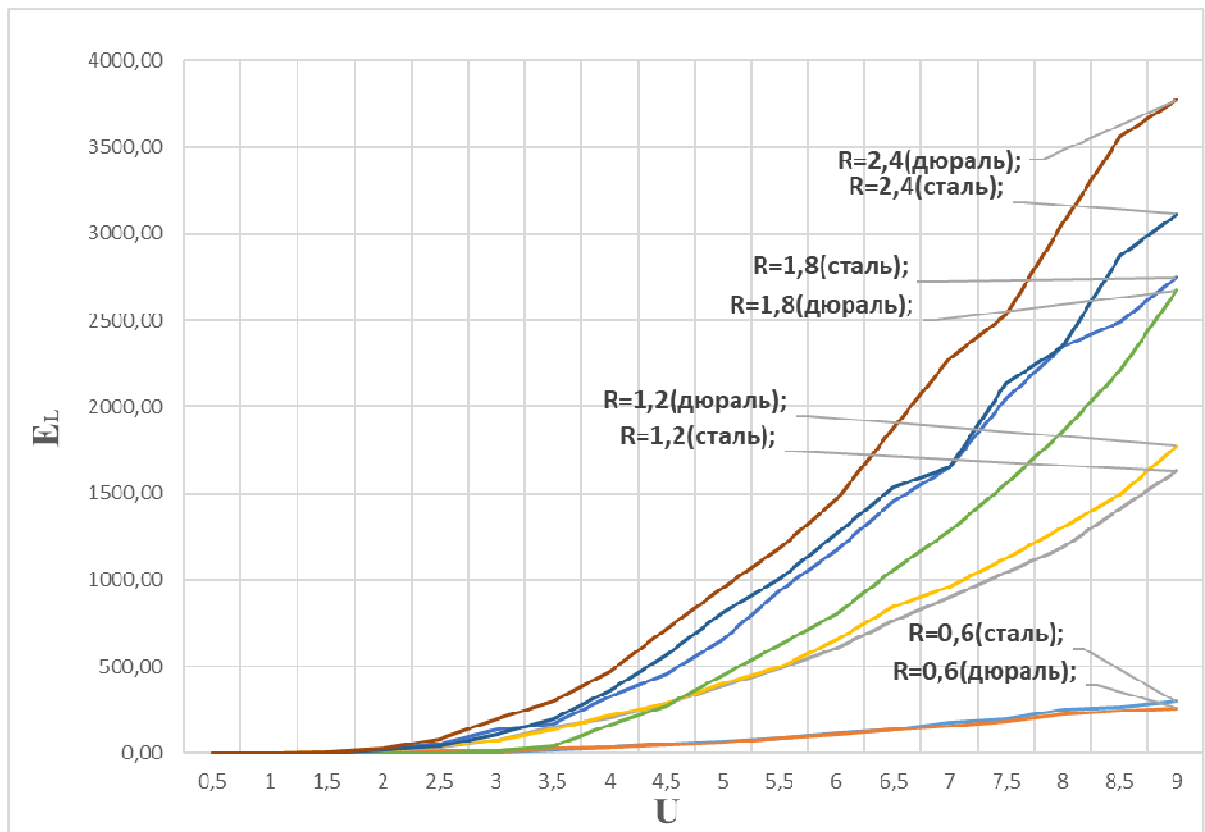


Рис. 4. Зависимости, полученные в ходе эксперимента.

Однако уже на этом этапе исследования можно показать, что установленная в работе [1] зависимость возрастания мощности электрической энергии согласуется с приведенной на рисунке 4 зависимостью энергии магнитной индукции E от подаваемого на образец напряжения U для сфер разных размеров радиуса R и подчиняется параболической зависимости. Причем из рисунка 4 видно, что чем меньше R , тем больше «раствор» параболы.

Кроме того, проведенные исследования обращают особое внимание на характер распределения т.н. магнитных силовых линий в поле исследуемых образцов, приводящее к тому, что в зависимости от того, как располагается датчик Холла к поверхности в той или иной точке сферы, его начальные показания перед следующим экспериментом смогут сменить знак на противоположный. Все это реабилитирует существование магнитных силовых линий и заставляет следить за установкой датчика Холла в строго идентичных точках на образцах одинаковой геометрии.

В свою очередь, представление о существовании магнитных силовых линий, введенное Фарадеем, позволяет объяснить механику и особенности тех или иных процессов, протекающих в природе, уточнив некоторые вопросы оценки свойств.

Литература:

1. Д. С. Стребков, А. И. Некрасов, Резонансные методы передачи и применения электрической энергии, М.: ГНУ ВИЭСХ, 2013, - 580 с.
2. Р. Фейнман, Глава 27. Энергия поля и его импульс. § 3. Плотность энергии и поток энергии в электромагнитном поле // Лекции по физике, М.: Мир, 1965. – Т. 6. Электродинамика. – 340 с.
3. А.М. Ампер, Электродинамика, М.: Изд-во АН СССР, 1954, - 495 с.
4. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Теория поля // Теоретическая физика, том 2, М.: Наука, 1968 – 512 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЗЕРЕН ШЛИФОВАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ МЕТОДАМИ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ И ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ

Носенко В.А., д.т.н., проф., зав. кафедрой ВТО ВПИ, г. Волжский
Александров А.А., ассистент кафедры ВТО ВПИ, г. Волжский

Режущая способность и износостойкость абразивного инструмента, сила и температура резания, качество обработанной поверхности зависят, в том числе, от геометрических размеров зерен шлифовальных порошков. Для измерения этих размеров в настоящее время широко используются экспресс-методы, к числу которых относится, в частности, метод лазерной дифракции [1-3].

Данный метод позволяет измерять большое количество зерен в единицу времени. Например, на приборах Mastersizer выполняется около 20000 измерений за 20 секунд [4]. При этом регистрируется рассеянный свет, т.е. дифракционная картина, и угол рассеяния света, пропорциональный размеру зерен. Зерно представляется в виде сферы, объем которой эквивалентен объему зерна. При постоянной плотности зерен, эту величину можно считать эквивалентной среднему размеру сферы с эквивалентным весом.

Однако эквивалентный размер сферы не отражает реальной формы частицы, учет которой необходим при изменении сырья, оборудования, технологии производства и пр. Поэтому при производстве шлифовальных материалов микроскопический метод анализа остаётся актуальным.

Цель данной работы заключалась в исследовании связи эквивалентного диаметра зерен, полученного методом лазерной дифракции с геометрическими параметрами, измеренными микроскопическим методом.

Исследовали серийно изготавливаемые на ОАО «Волжский абразивный завод» шлифовальные порошки из карбида кремния черного марки 54С зернистостей F_{60} , F_{70} , F_{90} , F_{120} , F_{180} , рассеянные на фракции по ГОСТ Р 52381. Из каждой фракции отбирали пробу зерен по методике, представленной в ГОСТ 3647. Масса каждой пробы составляла около 4 г. Затем пробу разделяли на две части, одну из которых использовали для измерения эквивалентного диаметра D зерен методом лазерной дифракции на приборе Mastersizer 3000, другую – для измерения геометрических размеров зерен на оптическом микроскопе МБС-9. В каждой фракции измеряли длину l , ширину b , периметр P , площадь S , приведенный диаметр d от 600 до 1000 зерен по методике [5] с использованием специального программного обеспечения [6] с относительной погрешностью измерения не более 5 %.

Гипотезу о принадлежности распределения эквивалентного диаметра закону нормального и логарифмически нормального распределения определяли по критерию Пирсона для уровня значимости 0,05. Установили, что в 70% выборки распределены логарифмически нормально. Аналогичный характер распределения имеют кривые плотности распределения D зерен микрошлифпорошков карбида кремния зеленого, измеренные на приборе Micro Sizer 201 [7].

Средние D_c и дисперсии $S^2(D)$ эквивалентного диаметра зерен фракций представлены в табл. Установили, что для фракций, имеющих одинаковый размер ячейки проходного сита W , средние значения эквивалентного диаметра могут существенно отличаться. Например, для фракций, имеющих $W=250$ мкм – $Q_4(F_{60})$, $Q_3(F_{70})$ и $Q_2(F_{90})$ – средние значения эквивалентного диаметра данных фракций равны, соответственно, 364, 336 и 271 мкм. В результате сравнения установлено значимое отличие не только средних, но и дисперсий.

Таблица. Среднее D_c и дисперсия $S^2(D)$ эквивалентного диаметра зерен шлифовальных порошков различных фракций

| Зернистость | Параметры | Фракции | | | |
|-------------|-----------------------------|---------|-------|-------|-------|
| | | Q_2 | Q_3 | Q_4 | Q_5 |
| F60 | W , мкм | 425 | 300 | 250 | 212 |
| | D , мкм | 422 | 403 | 364 | 339 |
| | $S^2(D)$, мкм ² | 42776 | 20645 | 20157 | 14660 |
| F70 | W , мкм | 355 | 250 | 212 | 180 |
| | D , мкм | 360 | 336 | 313 | 307 |
| | $S^2(D)$, мкм ² | 9452 | 8773 | 9110 | 14945 |
| F90 | W , мкм | 250 | 180 | 150 | 125 |
| | D , мкм | 271 | 236 | 215 | 193 |
| | $S^2(D)$, мкм ² | 6041 | 4561 | 4705 | 3954 |
| F120 | W , мкм | 180 | 125 | 106 | 90 |
| | D , мкм | 181 | 179 | 144 | 153 |
| | $S^2(D)$, мкм ² | 2355 | 4964 | 2373 | 4961 |
| F180 | W , мкм | 125 | 90 | 75 | 63 |
| | D , мкм | 135 | 120 | 103 | 87 |
| | $S^2(D)$, мкм ² | 2146 | 1600 | 1179 | 808 |

Из-за неодинаковых размеры ячейки нижнего задерживающего сита (при рассеиве фракции $Q_2(F90)$ ячейка нижнего сита 180 мкм, остальных – 212 мкм) остаток, формируемый на сите с более мелкой ячейкой, будет содержать и более мелкие зерна шлифовального порошка. Этот фактор и приводит к уменьшению среднего значения эквивалентного диаметра зерен.

Значимые различия в D_c наблюдаются у фракций, относящихся к различным зернистостям, но имеющих одинаковые значения ячеек соответственно верхнего и нижнего сит. Например, фракции $Q_4(F60)$ и $Q_3(F70)$ имеет одинаковы размеры ячеек верхнего и нижнего сит 250 и 212 мкм, D_c равны соответственно 364 и 336 мкм. В результате сравнения средних с использованием аргумента функции Лапласа установлена значимость их отличия. Аналогичная закономерность наблюдается и для других фракций с одинаковыми размерами ячеек верхних и нижних сит: $Q_5(F60)$ и $Q_4(F70)$; $Q_5(F70)$ и $Q_3(F90)$; $Q_5(F90)$ и $Q_3(F120)$.

Значимо отличаются и дисперсии в перечисленных парах фракций шлифовальных порошков. Сравнение дисперсий сделано по критерию Фишера также для логарифмированных значений эквивалентного диаметра.

Таким образом, при одинаковых размерах ячеек верхнего и нижнего сит меньшие средние и дисперсии эквивалентного диаметра имеют фракции, выделенные из шлифовального порошка меньшей зернистости. Аналогичная закономерность установлена и для ширины зерен [8, 9].

Оценивали силу связи по коэффициентам парной корреляции между средними эквивалентными диаметрами зерен фракций D_c , полученных методом лазерной дифракции, и средними геометрическими параметрами зерен тех же фракций, полученных методом оптической микроскопии (длина l_c , ширина b_c , периметр P_c , площадь S_c и приведенный диаметр d_c и коэффициент неизометричности $k_c=l/b$). Установили, что почти для 70 % пар геометрических параметров коэффициент корреляции превышает 0,90, что по классификации Чеддока [10] свидетельствует о весьма высокой силе связи.

Коэффициент парной корреляции внутри зернистостей для параметров D_c и k_c изменяется в диапазоне от $-0,65$ до $-0,97$. Это означает, что с увеличением среднего эквива-

лентного диаметра зерен фракций коэффициент неизометричности снижается, т.е. зерна становятся более изометричными.

Средние значения всех параметров были объединены в одну выборку. Коэффициенты парной корреляции между D_c и l_c , b_c , P_c , S_c , d_c по всем зернистостям не менее 0,97, что также свидетельствует о весьма высокой силе связи. Коэффициент парной корреляции D_c и k_c при объединении данных по всем зернистостям следует считать незначимым.

Поскольку связь между параметрами D_c и l_c , b_c , P_c , S_c , d_c весьма сильная, ее описали функциональными зависимостями, полученными методом наименьших квадратов (рис.)

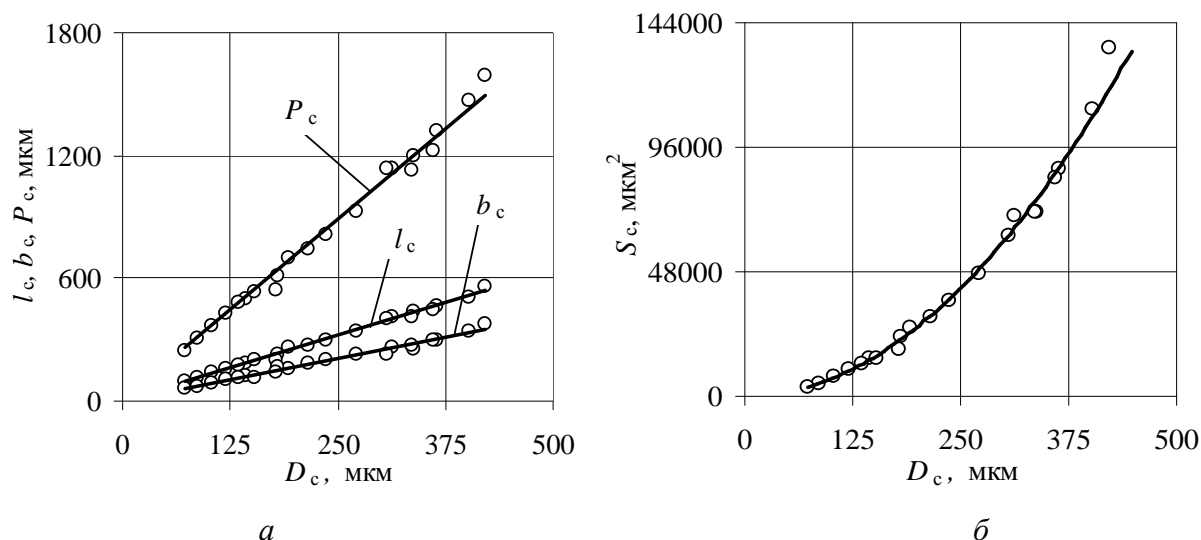


Рисунок. Зависимость между средними геометрическими параметрами зерен фракций b_c , l_c , P_c (а), S_c (б) и D_c

$$l_c = 1,28D_c, \quad b_c = 0,83D_c, \quad P_c = 3,54D_c, \quad S_c = 0,71D_c^{1,98}, \quad d_c = 0,91D_c. \quad (1)$$

Коэффициент достоверности аппроксимации зависимостей (1) составляет 0,98–0,99.

Установили зависимость дисперсий геометрических размеров от среднего значения эквивалентного диаметра зерен:

$$S^2(l) = 0,25D_c^{1,77}, \quad S^2(b) = 0,22D_c^{1,48}, \quad S^2(P) = 1,14D_c^{1,76}, \quad S^2(S) = 0,26D_c^{3,57}, \quad S^2(d) = 0,14D_c^{1,55}. \quad (2)$$

Коэффициент достоверности аппроксимации зависимостей (2) составляет 0,92–0,98.

Список литературы

1. Шишкин А.С. Сравнение методов фотоседиментации и лазерной дифракции при определении гранулометрического состава тонкодисперсных порошков / А.С. Шишкин, С.Ф. Шишкин, Т.В. Илюнина // Инновации в материаловедении и металлургии: материалы I междунар. интерактив. науч.-практ. конференции. Екатеринбург: Изд. Урал. ун-та, 2012. Ч. 1. С. 194—197.

2. Тимошук Е.И. Применение лазерной дифракции для определения размеров частиц наполнителей и пресс-порошков в производстве тонкозернистых графитов / Е.И. Тимошук, В. М. Самойлов, Е. В. Тимошук, В. К. Смирнов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. № 5 (76). С. 194—197.

3. Матюхина О.Н. Применение экспресс-метода лазерной дифракции для определения гранулометрии и прогнозирования свойств вяжущих материалов // Строительные материалы, 2004. №7. С. 51—53.

4. Домкин К.И. Оптические методы определения размеров мелкодисперсных материалов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2011. №2. С. 154—158.
5. Носенко В.А., Макушкин И.А., Букштанович К.А. Методика и некоторые результаты исследования геометрических параметров порошков из карбида кремния // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 4/2 (288). С. 125—130.
6. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2011610144, 11.01.11. Программа для автоматизированного определения геометрических параметров шлифовального зерна по фотографии «Зерно НМ ВПИ» / В.А. Носенко, А.А. Рыбанов, И.А. Макушкин, А.А. Шегай, К.А. Букштанович. ВолгГТУ, 2011.
7. Носенко В.А., Носенко С.В. Технология шлифования: монография. ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. 425 с.
8. Носенко В.А., Александров А.А. Связь ширины зёрен шлифовальных порошков из карбида кремния чёрного с размерами ячеек контрольных сит // Известия вузов. Машиностроение. 2015. № 5. С. 74—80.
9. Носенко В.А., Александров А.А. Зависимость среднего и дисперсии ширины зёрен шлифовальных порошков карбида кремния чёрного от размера ячейки проходного сита // Вестник Брянского гос. техн. ун-та. 2016. № 5 (53). С. 8—15.
10. Елисеева И.И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики // Финансы и статистика, 2005. 657 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТВЕРДОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КОМПОЗИТОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Суханова Т.Г., ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Современное развитие металлургии, технологии производства и техники высоких температур во многом определяется разработкой и применением высокотемпературных материалов, которые должны обладать комплексом тепло- и электрофизических характеристик при наличии определенных антикоррозионных свойств. Подбор материалов, удовлетворяющих этим условиям, предполагает в первую очередь, перспективность применения тугоплавких материалов, представляющих собой композиты, состоящие из основной (твердой и тугоплавкой, но хрупкой составляющей) и упрочняющей (более вязкая, но менее тугоплавкая цементирующая компонента) фаз, работоспособных в температурном интервале 1000—2000 °С. К их числу можно отнести тугоплавкие металлы (W, Mo, Nb, Ta) и сплавы на их основе, а также некоторые твердые соединения, жаропрочные материалы (карбиды, бориды, и нитриды переходных металлов IV и V групп периодической системы таблицы Д. И. Менделеева).

Свойства бинарных соединений сильно зависят от природы образующих его двух элементов. Важнейшим фактором является расположение этих элементов в периодической системе: относится ли каждый из них к металлам, неметаллам или находится на границе между металлами и неметаллами. При этом важное значение имеет степень различия элементов по электроотрицательности, размерам и другим факторам, влияющим на природу, возникающей между химической связи (ионная или солеобразная, ковалентная, металлоподобная, смешанная).

В периодической таблице химических элементов бор располагается на границе, разделяющей металлы и неметаллы, поэтому в соединениях с переходными металлами он может образовывать только металлоподобные бориды, составы которых не подчиняются правилу формальной валентности элементов: LiB_6 , CaB_6 , MgB_2 , AlB_2 и др. Бориды обла-

дают высокими модулями упругости, являются хрупкими твердыми телами и более устойчивы в термодинамическом отношении, чем карбиды и нитриды, и имеют разнообразные и сложные структуры, что связано со способностью атомов бора образовывать ковалентные связи между собой.

Наиболее важной характеристикой боридов, определяющей их практическое использование, является высокая твердость, связанная с направленным характером и энергетической прочностью межатомных связей.

Бориды – основа новых композиционных и керамических материалов.

Для получения высококачественных композиций необходимы технологические условия, которые обеспечивают возможность контролируемого протекания процессов на фазовой границе раздела между составляющими композита.

Диффузия играет ведущую роль во многих процессах, определяющих структуру и свойства материалов. Среди них можно назвать фазовые превращения, кристаллизацию, процессы выделения из твердого раствора и коагуляции. Особенно следует выделить роль диффузии в пластической деформации при высоких температурах и разрушении металлов в связи с ростом требований к жаропрочности материалов.

Важность анализа диффузионных процессов обусловлена зависимостью многих прочностных и эксплуатационных свойств тугоплавких соединений и материалов на их основе от скорости протекания диффузионно-контролируемых процессов. Параметры диффузии необходимы также для оценки многих технологических процессов формирования композитов.

Исследование диффузии связано, прежде всего, с количественным измерением коэффициента диффузии.

Знание закономерностей диффузионных процессов позволяет существенно повысить эффективность поиска новых материалов и оптимальных методов их обработки.

В настоящей работе рассматриваются композиционные материалы, работающие в условиях абразивного износа при высоких температурах.

Практика показала, что наиболее интенсивными являются высокотемпературные абразивный и газоабразивный износы деталей металлургического оборудования. С повышением температуры эксплуатации износ деталей прогрессирует и становится практически одинаковым для всех применяемых упрочняемых наплавочных материалов на основе легированных сплавов [5].

Применение композиционных материалов для наплавки быстроизнашивающихся деталей металлургического оборудования позволяет многократно увеличить срок их службы в условиях интенсивных высокотемпературных абразивного и газоабразивного износов. Износостойкость композиционных материалов определяется свойствами твердых карбидных частиц и прочностью их сцепления с матрицей, обеспечивающая высокую износостойкость композиционного материала (твердые частицы не вырываются и не выкрашиваются из тела матрицы при абразивном воздействии), достигается регулированием процессов взаимодействия на поверхности раздела твердая частица-матрица. В случае небольшого растворения твердых частиц в матрице на поверхности раздела не должно образовываться новых фаз, склонных к охрупчиванию, причем толщина переходной зоны должна быть минимальной. Полностью избежать взаимодействия практически не удастся, однако регулировать этот процесс предлагается двумя путями: подбором компонентов композиционного материала, не растворимых или допустимо растворимых друг в друге, и нанесением защитного (барьерного) покрытия на твердые частицы [6]. Первый способ имеет ряд серьезных недостатков, особенно в части получения достаточно износостойкой и жаропрочной матрицы; второй представляется более приемлемым, поскольку наносимое барьерное покрытие предохраняет твердую частицу от перегрева и окисления и служит преградой для взаимодействия с перегретым жидким металлом, способствует легированию матрицы и улучшает смачиваемость твердых частиц сплавом-связкой. Износостойкость зависит от степени растворения карбидных частиц в сплаве-связке, от наличия и со-

става продуктов их химического взаимодействия и от остаточных термических микронапряжений на границе раздела твердая частица-матрица.

В химическом отношении спеченные твердые сплавы весьма устойчивы против воздействия кислот и щелочей некоторые сплавы заметно не окисляются на воздухе даже при температуре 800—900 °С. Спеченный твердый сплав TiC—Mo₂C—Ni, или, как его обозначают, (Ti, Mo)C—Ni—Mo, после спекания приобретает „кольцевую структуру“, т. е. содержит сердцевину из карбида титана TiC, среднюю зону из твердого раствора (Ti, Mo)C с небольшим количеством никеля и внешнюю зону никельмолибденового твердого раствора. Такая структура благодаря внешней никелевой оболочке способствует резкому снижению реакционной способности сплава, повышению смачиваемости твердой частицы металлами группы железа. Это создало предпосылки для повышения жаропрочности композиционного материала при высокотемпературном газообразном и абразивном износах, однако полностью не исключило износа и разрушения такого материала при высокотемпературной эксплуатации.

Благодаря упрочняющему действию твердых частиц прочность композиционного материала оказалась выше прочности отдельного сплава-связки (без твердых частиц), что показано в таблице 1.3.

Таблица 1 – Прочностная характеристика композиционного материала

| Составляющие материалы | | σ_s , МПа, при температуре, °С | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|
| сплав-связка | твердая частица | 0 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 55X15H75C3P3 (колмоной) | ТН 20 | 76 | 63 | 05 | 17 | 19 | 87 |
| | ТН 30 | 75 | 82 | 72 | 18 | 77 | 31 |
| | КНТ 16 | 87 | 93 | 71 | 02 | 64 | 28 |
| | — | | | | | | |
| У30Х28Н4С4 (сормайт-1) | ТН 20 | 66 | 50 | 78 | 72 | 62 | 57 |
| | ТН 30 | 24 | 17 | 82 | 63 | 25 | 07 |
| | КНТ 16 | 38 | 23 | 94 | 72 | 95 | 06 |
| | — | | | | | | |
| МНМц20-20 (мельхиор) | ТН 20 | 91 | 05 | 23 | 87 | 68 | 6 |
| | ТН 30 | 05 | 89 | 23 | 30 | 41 | 54 |
| | КНТ 16 | 92 | 86 | 17 | 21 | 40 | 48 |
| | — | | | | | | |

При комнатной температуре композиционные материалы имеют пониженный предел прочности по сравнению с его значениями при 400 °С вследствие остаточных термических напряжений на границе раздела твердая частица-матрица. После непродолжительной выдержки при 400 °С временное сопротивление разрыву повышается. Особенно сильно этот эффект проявляется для композиционного материала ТН 20 + 55X15H3P3, что, по-видимому, обусловлено выделением избыточных дисперсных фаз Ni₃B из пересыщенного

твердого раствора матрицы. Наличие фазы Ni_3B после отжига было подтверждено данными микрорентгеноспектрального анализа. С повышением температуры от 400 до 800 °С временное сопротивление разрыву уменьшается в результате процессов «возврата», вследствие чего понижается плотность дислокаций, наблюдается коагуляция включений и более равномерное распределение элементов по объему сплава за счет сложных диффузионных процессов.

Методом электронной фрактографии, выполненной на электронном микроскопе УЭМВ-100К, установили структурные составляющие, ответственные за разрушение композиционного материала, определили характер разрушения, очаги его зарождения и степень развитости рельефа. Центрами разрушения в основном являются частицы с микротрещинами в сложнолегированных карбидах, имеющих иглообразную форму. Установлена зависимость степени охрупчиваемости композиционного материала от протяженности области взаимодействия и значения остаточных термических напряжений на границе раздела твердая частица–матрица. Происходит релаксация усредненных по температурам эксплуатации остаточных термических напряжений (σ_{cp}) при нагреве образца до 400 °С.

Таким образом, все результаты проведенных исследований показали, что композиционные материалы на основе спеченных твердых сплавов, содержащих карбид титана, имеют высокую износостойкость при высокотемпературном абразивном и газоабразивном износе.

Литература

1. Сверхтвердые материалы: монография / И. Н. Францевич и др.; АН УССР, Ин-т проблем материаловедения; под ред. И. Н. Францевича. — Киев: Наукова думка; 1980. — 295 с.
2. Серебрякова, Т. И. Высокотемпературные бориды / Т. И. Серебрякова, В. А. Неронов, П. Д. Пешев; под ред. В. И. Трефилова. — М.: Металлургия, 1991. — 368 с.
3. Композиционные материалы: Справочник / Под ред. Д. М. Карпиноса. — Киев: Наукова думка, 1985. — 570 с.
4. Букатов, В. Г. К вопросу о совместимости тугоплавких металлоподобных соединений и некоторых переходных металлов / В. Г. Букатов // Твердые сплавы и тугоплавкие металлы: Сборник трудов 14. — М.: Металлургия, 1973. — С. 62—64.
5. Быстров, В. А. Теоретическое обоснование выбора твердой составляющей композиционных материалов / В. А. Быстров // Известия высших учебных заведений. — Т. „Черная металлургия“. — 2001.
6. Быстров, В. А. Композиционные наплавочные материалы с барьерным покрытием, применяемые при высокотемпературных видах износа / В. А. Быстров // Известия высших учебных заведений. — Т. „Черная металлургия“. — 2001.
7. Серебрякова, Т. И. О взаимодействии диборида хрома с дисилицидом хрома при высоких температурах / Т. И. Серебрякова, И. В. Паули // Порошковая металлургия. — 1994. — №5. — С. 62—66.

АДАПТИВНЫЙ РЕГУЛЯТОР В ПРИБОРНОМ ИСПОЛНЕНИИ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д.Б. Варламов, студент группы ВАЭ-2-1

А.В. Савчиц, к.т.н., доцент кафедры ВАЭ

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, Волжский

Адаптивные системы регулирования – это системы, способные автоматически подстраиваться под изменение внешних условий объекта управления, при этом обеспечивая требуемое качество регулирования с помощью изменения параметров или структуры регулятора.

Примером изменяющихся внешних условий, требующих применения адаптивной САУ, являются нестационарные случайные внешние воздействия на систему, характеристики которых изменяются в широких пределах. В этих условиях точность работы САУ будет изменяться с изменением характеристик внешних воздействий. Для повышения точности системы необходимо изменять настройку корректирующих звеньев по мере изменения характеристик внешних воздействий.

Адаптивное регулирование позволяет:

- Достичь наилучшего качества регулирования;
- Реагировать на изменение параметров объекта управления без вмешательства человека;
- Сократить затраты энергоресурсов и сырья;
- Сократить сроки пуско-наладочных работ.

Большая часть промышленных регуляторов, представленных в настоящее время на рынке, не имеют функций адаптации. Исходя из этого, они не могут самостоятельно подстраиваться под новые условия работы при поступлении в систему управления неконтролируемых возмущений. Это сказывается на точности поддержания технологических параметров, и как следствие, вызывает повышение материальных или энергетических затрат.

Адаптивный регулятор позволит избежать таких ситуаций. При поступлении в систему управления каких-либо возмущений он самостоятельно осуществит перенастройки своих параметров, что бы добиться наилучших показателей регулируемого параметра в технологическом процессе.

Целью данной разработки является повышение качества регулирования технологических параметров, и как следствие снижение затрат материальных и энергетических ресурсов, за счет использования цифрового адаптивного регулятора в приборном исполнении.

С учетом информации, полученной из источников [1, 2] была составлена структурная схема для данного адаптивного регулятора. Её вид представлен на рисунке 1.

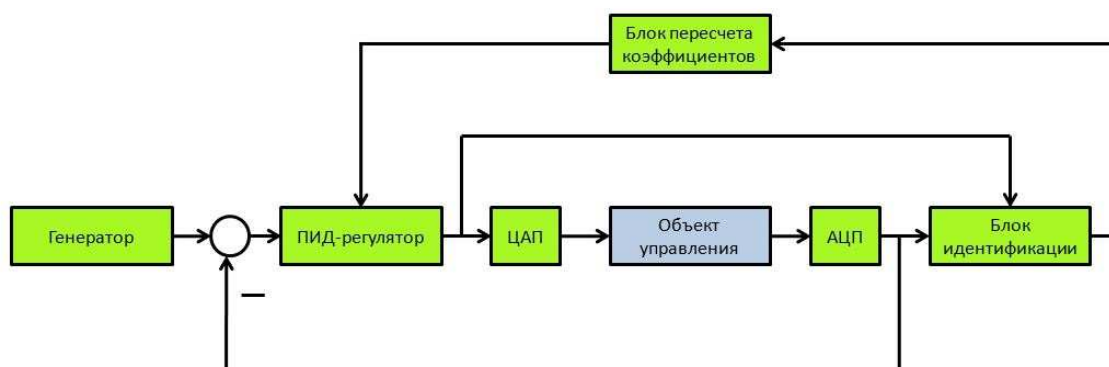


Рисунок 1 – Структурная схема адаптивного регулятора.

Во время процесса регулирования генератор посылает идентифицирующий сигнал, с интервалом, превышающим время адаптации. Во время действия этого сигнала в блоке идентификации происходит вычисление параметров объекта управления. Затем, с учетом найденных параметров, в блоке пересчета коэффициентов находятся параметры для ПИД-регулятора, которые смогут обеспечить оптимальный режим управления для объекта в данный интервал времени.

Модель разрабатываемого адаптивного регулятора была создана в системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Результаты проектирования представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид регулятора в КОМПАС-3D.

Смоделированный прибор имеет дисплей, на котором может отображаться значение регулируемого параметра и кнопки управления для установки задания. Данный регулятор сможет легко монтироваться в различные щиты и шкафы управления, что значительно упрощает процесс проектирования и ввода системы управления в работу.

Применение данного прибора позволит использовать преимущества алгоритмов адаптации без дополнительных финансовых затрат на разработку программы для промышленного контроллера, а так же сократит время ввода адаптивной системы в управление технологическим процессом.

Список литературы

1. Жмудь В. А. Адаптивные системы автоматического управления с единственным основным контуром / Жмудь В. А. // Автоматика и программная инженерия. – 2014. – №2(8). – С. 106-122.
2. М.В. Скороспешкин, Г.П. Цапко, В.Н. Скороспешкин. Адаптивная система регулирования температуры кожухотрубного теплообменника / М.В. Скороспешкин, Г.П. Цапко, В.Н. Скороспешкин // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – №5. – С. 151-156.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЛОАГРЕГАТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПАРА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Васютинский Р.В. (Руководитель гр. АСУТП участка средств измерений и автоматизации технической службы Волжская ТЭЦ-2 ООО «Тепловая генерация г. Волжского»),
Еремина Е.Л. (ассистент кафедры ВАЭ и ВТ ВПИ (филиал) ВолгГТУ).

Глубокое изучение процессов тепловых электростанций, разнообразие технических средств автоматизации, предлагаемых отечественной приборостроительной промышленностью, а также достаточно хорошо разработанная теория автоматического управления позволяют интенсивно внедрять автоматизированные системы в энергетическую промышленность.

В настоящее время большое значение приобретают проблемы повышения экономической эффективности энергетических установок, применяемых для выработки электрической и тепловой энергии.

Паровые барабанные котельные агрегаты находят широкое применение в энергетике. На данный момент они являются наиболее часто используемыми, и повышение их эффективности может давать значительный прирост прибыли.

В то же время повышение степени автоматизации управления современным производством, усложнение технологических процессов, увеличение объемов информации, подлежащей обработке, привело к необходимости контролировать все более и более сложные параметры технологических и производственных процессов так называемые технико-экономические показатели. Особенностью этих показателей является то, что зачастую не существует датчиков или приборов, позволяющих непосредственно получить их значения, в связи с чем, оценка значения технико-экономического параметра осуществляется посредством косвенных измерений.

Существующие алгоритмы управления в большинстве своем базируются на поддержании определенного технологического параметра и не стремятся управлять по обобщенным критериям, характеризующим эффективность работы всего объекта в целом или его технологической части. Поэтому в разработку алгоритма управления процессом требуется положить не только требуемые технологией критерии качества, но и принцип максимальной экономичности процесса.

Требуется построение принципиально новых алгоритмов управления, основанных на управлении с помощью обобщенного показателя эффективности работы котлоагрегата.

Применяя обобщенные показатели эффективности, возможно более эффективно управлять не только котлоагрегатом или его частью, а так же оптимизировать работу группы паровых котлов, работающих на общую магистраль. Возможно повысить экономичность технологического процесса паропроизводства на ТЭЦ путем запуска в работу и регулирования нагрузки отдельных котлоагрегатов, используя их обобщенные коэффициенты эффективности (КПД). Так же возможно оптимизировать расходы на ППР котлоагрегатов, управляя графиком ремонтов, ориентируясь на обобщенные показатели эффективности.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ИНЭЛ» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

А. А. Пискунова, студентка магистратуры по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», Волжского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волжский

Г. А. Тиханкин, к.х.н., доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, г. Волжский

В современном мире любое предприятие стремится к тому, чтобы продукция, поставляемая им, была востребованной и отвечала всем требованиям, предъявляемым к ней. Поэтому так важно для производителя учесть нужды потребителей и в то же время шагать в ногу со временем, наравне с технологическим прогрессом. Буквально каждый месяц разрабатываются все более эффективные методы управления производством и его циклами с целью достижения минимизации собственных затрат предприятия, а так же максимального удовлетворения требований потребителей. Постоянные изменения состояния технологических процессов, недостаточная синхронизация и сбои материальных потоков в производственно-логистической системе приводят к значительным потерям не только денежных средств, но и времени, т.е. увеличиваются простои на каждом этапе производства.

Предприятие ООО «ИНЭЛ» - это поставщик изделий, изготовленных из различных пластиков и термоэластопластов, а также резинотехнических изделий на инжекционно-литьевых машинах (термопластавтоматах) (см. рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Инжекционно-литьевая машина (термопластавтомат) в общем виде

На текущий момент времени ассортимент продукции, выпускаемой данной организацией, весьма обширен, и с каждым годом в связи с растущими потребностями потребителей номенклатура только увеличивается. Проблема же сбоев в производственно-логистической системе ООО «ИНЭЛ» актуальна, т.к. там, где изготавливается продукция многономенклатурными партиями, необходимы учет и контроль как превентивные действия, чтобы не произошло десинхронизации процессов.

Одним из перспективных путей решения данной проблемы в многономенклатурном производстве ООО «ИНЭЛ» является сокращение временных затрат на операции в технологической системе путем обеспечения равномерного распределения переходов от одного этапа производства к другому в соответствии с текущими потребностями заказчиков. Выделение из множества направлений более приоритетных, распределение заявок по

очередности согласно текущим возможностям, направление всех ресурсов на улучшение и планирование определяет предприятие как грамотного поставщика качественной продукции и услуг.

В настоящее время решение задач, связанных с распределением доступных производственных ресурсов между «конкурирующими» операциями технологических процессов, а также выбор при изготовлении конкретной детали из установленного перечня альтернативных в соответствии с заданными критериями оптимизации, осуществляется на основе использования систем оперативного управления производством.

Система управления производственными процессами – это специализированное прикладное программное обеспечение, которое предназначено для решения задач анализа, координации, синхронизации и оптимизации выпуска продукции в рамках какой-либо производственной деятельности. MES-системы относятся к классу систем управления уровня цеха.

Системы оперативного управления производством имеют развитый математический аппарат с множеством функций, основанный на использовании теорий: графов, множеств, расписаний и сетей Петри.

В многономенклатурном производстве технологическая система участка является вероятностной, т.е. спрогнозировать ее состояние на стадии подготовки производства при разработке процессов не предоставляется возможным. Поэтому технологические процессы разрабатываются без учета возможного состояния самой системы тех участков, на которых и будут осуществляться операции на момент их выполнения.

Выполнить наладку системы участков в соответствии с требованиями технологических процессов, а также обеспечить равномерную нагрузку в конкретный момент времени часто не удается. Существующие информационные модели технологических процессов не предназначены для оперативного изменения структуры операций. Эффективным направлением снижения производственного цикла является обеспечение возможности оперативного изменения технологических процессов на стадии оперативно-календарного планирования в соответствии с текущим состоянием системы производственных участков при неизменном обеспечении требуемого качества деталей.

В связи с вышесказанным актуальной проблемой является разработка метода адаптации технологического процесса к текущему состоянию технологической системы производственного участка.

Адаптация технологического процесса к текущему состоянию технологической системы производственного участка рассматривается как комплексное взаимодействие процесса разработки технологического процесса и процесса оперативно-календарного планирования. Практическая ценность метода адаптации процессов к текущему состоянию технологической системы участка определяется наличием алгоритмов, выполнение которых возможно реализовать в автоматизированном режиме.

Очень часто в момент получения и обработки заказа, особенно в условиях массового обслуживания, у работника есть всего лишь несколько секунд на то, чтобы понять, могут или нет при оказании услуги возникнуть проблемы, которые впоследствии приведут, например, к жалобе потребителя. По-нашему мнению, следует изменить стиль работы менеджера по продажам на предприятии ООО «ИНЭЛ», который должен обладать статистическими данными о предыдущих жалобах клиентов или их отсутствии, связанных с качеством изготавливаемой продукции и её доставкой до потребителей. При этом данные могут иметь текстовый, количественный, альтернативный и другой характер и содержать довольно больше количество категорий данных. Кроме того, необходимо определить закономерности в этих данных и построить математическую модель, которая эти закономерности с достаточной долей достоверности описывает. Далее данные, предназначенные для прогнозирования, подаются на вход математической модели, и в результате ее применения мы получаем прогноз о жалобе потребителя в подобных условиях (см. таблицу 1).

Для решения этой задачи вначале необходимо преобразовать массив данных, оцифровав его. Так, например, отсутствие жалобы потребителя может быть закодировано цифрой 0, а наличие – 1 (преобразование данных является отдельной областью знаний, подробно описанной в соответствующей литературе). Полученный результат можно считать массивом данных о входных и выходных характеристиках процесса, где входные характеристики обозначены X, а выходные – Y (см. таблицу 2).

Пример преобразованных данных упрощен, поскольку полностью преобразованные данные трудно воспринимать. Задачей по-прежнему является определение математической модели, объясняющей закономерности в этих данных и способной, получив на входе ряд входных данных для прогнозирования, осуществить достоверный прогноз: 0 – жалоба не прогнозируется, 1 – жалоба прогнозируется.

Таблица 1 – Пример массива данных для решения задачи предсказания возникновения жалобы потребителя

| Дата | Заявка | Приём заявки | Изготовление заказа | Контроль качества | Отгрузка продукции | Жалоба |
|-------|---------|---------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------|
| 10.04 | 1004222 | Новиков А. В. | Цех № 1 | Служба ОТК | Замков С. В. | Нет |
| 11.04 | 1104223 | Новиков А. В. | Цех № 3 | Служба ОТК | Замков С. В. | Да |
| 12.04 | 1204224 | Новиков А. В. | Цех № 2 | Служба ОТК | Замков С. В. | Да |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 20.04 | 2004232 | Новиков А. В. | Цех № 4 | Служба ОТК | Замков С. В. | Нет |

Таблица 2 – Пример массива данных о входных и выходных значениях характеристик процесса

| X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | Y |
|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10.04 | 1004222 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 11.04 | 1104223 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 12.04 | 1204224 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 20.04 | 2004232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Можно попытаться представить эту модель как систему уравнений и решить её, однако категорий входных данных и, соответственно, переменных может быть сколько угодно много, сотни, и решение этой задачи станет крайне трудоемким и не всегда эффективным процессом. В такой ситуации помогут так называемые методы машинного обучения. «Машинное обучение позволяет когнитивным системам обучаться, делать выводы и взаимодействовать с людьми более естественным образом, применяя персонализированный подход. Такие системы дают возможность взглянуть на те проблемы, которые раньше казались неразрешимыми, используя всю полноту имеющейся информации и получив нужные результаты анализа и рекомендации в тот момент, когда они больше всего нужны.

В наши дни машинное обучение использует аналитические модели и алгоритмы, которые непрерывно совершенствуются на основе данных, благодаря чему компьютеры могут улавливать скрытый смысл, не будучи запрограммированными на то, где его следует искать. Это значит, что ученые и специалисты по анализу данных могут научить компьютеры решать проблемы, не задавая правила для каждого нового набора данных. Применяя алгоритмы, которые совершенствуются путем изучения сотен и тысяч образцов

данных, компьютеры могут решать аналогичную проблему в новой ситуации, составляя прогноз, исходя из накопленного опыта. И они делают это с точностью, которая уже сравнима с интеллектом человека» [2].

В настоящее время выбор программных сред, позволяющих создавать подобные алгоритмы, довольно широк. Один из самых удачных примеров такой программной среды – Python, представляющий собой удобный, мощный язык программирования. Он обладает эффективной структурой данных высокого уровня и простым, но результативным подходом к объектно-ориентированному программированию. Python характеризуется интуитивно понятным синтаксисом, что делает его идеальным языком программирования для написания и применения приложений во многих областях человеческой деятельности на большинстве платформ. На схеме показан весьма простой, но вполне работоспособный алгоритм, позволяющий решать задачу приведенного примера предупреждения жалоб клиентов при регистрации заявок на предприятии.

Пример алгоритма машинного обучения по предсказанию жалоб потребителей представлен на рисунке 2.

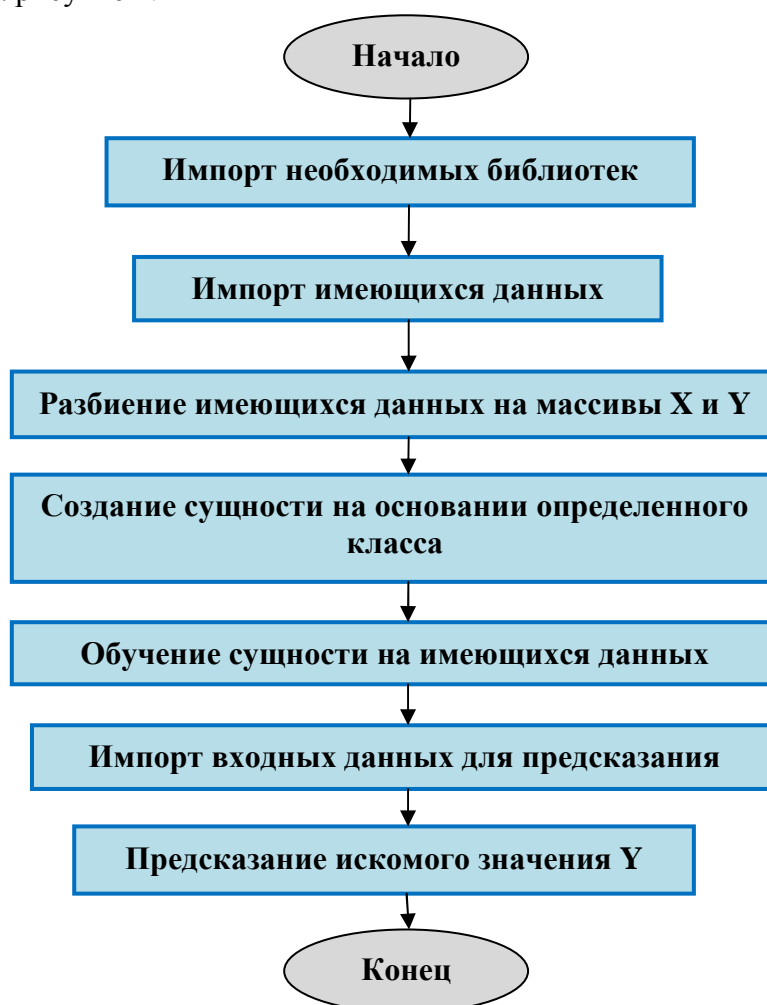


Рисунок 2 – Пример алгоритма машинного обучения по предсказанию жалоб потребителей

Реализация данного алгоритма в программной среде Python занимает совсем немного рабочего времени. Встраивание подобного кода в программное обеспечение при регистрации заявки клиента на предприятии позволит на основании уже имеющейся статистики, а также используя известные на момент регистрации текущие данные о потребностях в автоматическом режиме за доли секунды передать менеджеру предупреждение о высоком риске возникновения жалобы у регистрируемого клиента. Это даст возможность

менеджеру в оперативном режиме предпринять необходимые меры по смягчению риска посредством, например, предоставления дополнительных бесплатных услуг (доставка) и избежать жалобы, а впоследствии другим специалистам более внимательно изучить факторы, повлиявшие на прогноз, и внедрить системное улучшение в управление данной организацией.

Безусловно, приведенная в качестве рекомендации программа работоспособна, если качество входных данных является идеальным и класс, на основании которого была создана сущность, оказался эффективным именно в этих условиях. В реальной жизни все не так просто, однако современные языки программирования обладают богатым арсеналом средств преобразования и улучшения качества данных, автоматического подбора оптимальных классов и их параметров, валидации качества получаемых прогнозов и т.д. Необходимо не просто встроить данную программную среду в систему предприятия ООО «ИНЭЛ», но и опытным путем осуществить определенные надстройки для более эффективного использования данной рекомендации.

Список использованной литературы

1. ИНЭЛ. Импортзамещение. Разработка. Инновации: [Электронный ресурс]. – Волжский, 2016. – URL: <http://inelgroup.com>
2. Машинное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/analytics/ru/ru/technology/machine-learning/>

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

3. А. Беликова, инженер-конструктор 3 категории,
АО ФНПЦ «Титан-Баррикады», г. Волгоград

Тренд цифровой трансформации давно и прочно закрепился на стратегических сессиях и в дискуссиях. Цифровую экономику называют национальной целью Российской Федерации и ставят на цифровизацию задачу увеличения ВВП в три раза. На программу цифровизации на 2018-2024 гг. выделено 2 трлн. руб. федерального бюджета (ПАСПОРТ национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»). Перед Государственной думой РФ стоит задача принятия 9 законов по развитию цифровой экономики до конца 2018 г. Говорить о цифровой трансформации актуально и модно.

Но что же такое цифровая трансформация, и какие проблемы нам предстоит решить? Полпред президента Николай Цуканов признался: «что такое цифровая экономика и как она работает, пока не очень понятно» (<https://www.kommersant.ru/doc/3763878>).

Для того чтобы понять, как должна происходить цифровая трансформация экономики Волгоградской области, и какие барьеры предстоит преодолеть, 27-29 сентября в Волгоградском государственном техническом университете была проведена форсайт-сессия по 9 направлениям: здравоохранение, промышленность, «умный город», сельское хозяйство, туризм, государственное муниципальное управление, экосистема инноваций, социальные сервисы и образование.

В ходе форсайт-сессии были выделены следующие риски цифровой трансформации Волгоградской области:

- отсутствие высококонкурентных отечественных технологий и программного обеспечения в рамках импортзамещения и условий внешних санкций;
- отсутствие новых и отток существующих высококвалифицированных кадров;
- отсутствие информационной поддержки предприятий и организаций, мотивирующей к цифровизации;

- отсутствие системы нормативного регулирования и наличие высоких административных барьеров;
- отсутствие единой цифровой платформы, координирующей цифровизацию и определяющей новые направления и функции;
- недостаток финансирования (бюджетные и внебюджетные средства).

Для снижения рисков могут быть использованы следующие меры:

- снижение административных барьеров в области сертификации;
- создание стимулирующих факторов развития отечественных технологий и ПО;
- поддержка НИОКР;
- создание социальных институтов подготовки кадров для цифровой экономики;
- поддержка внутренней здоровой конкуренции;
- проведение государственной информационной кампании;
- проведение систематической адресной разъяснительной работы;
- постоянное совершенствование нормативного регулирования цифровизации;
- создание и развитие органов управления цифровой экономикой, мониторинга и прогнозирования цифровизации;
- замена бюджетного финансирования фондом развития промышленности (региональный фонд ФРП);
- совершенствование системы налоговых льгот.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что одной из основных задач в цифровизации промышленности и управлении регионом является создание и внедрение цифровых платформ по коммуникации науки, предприятий и администрации, мониторингу за ходом цифровизации и каталогизации продукции и услуг.

ИНДУСТРИЯ 4.0 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Гредников С.Б. директор по корпоративному управлению и развитию бизнеса
ООО «Волгопромавтоматика» (<http://vpa.ru>), г. Волжский

Еще совсем недавно все использовали для фотографирования «мыльницы». Фото оставались на пленке 12,24 или 36 кадров. Мы проявляли пленку и печатали фотографии на бумаге. Но прогресс не стоит на месте. Сейчас мы делаем фотографии на смартфоны и выкладываем их сразу в социальные сети. Мы делаем тысячи фото. При этом мы делимся фото и видео между собой в разных мессенджерах и соц. сетях. Все это пример взаимодействия: человек-человек (интернет людей).

Но уже сейчас мы встречаем множество примеров взаимодействия машина-машина, где нет человека, где исполнительные механизмы, датчики, промышленные линии обмениваются между собой информацией.

Цифровое производство – это такая организация производственного процесса, когда все операции автоматизированы, используются станки с числовым программным управлением и роботизированное оборудование. Необходимым условием создания «цифрового производства» является создание на промышленном предприятии единого информационного пространства, с помощью которого все автоматизированные системы управления предприятием, а также промышленное оборудование могут оперативно и своевременно обмениваться информацией друг с другом. Все эти устройства будут подключены к интернету. Мы пришли к термину – Интернет вещей.

Любое предприятие преследует цель получения максимальной эффективности от своей деятельности. На входе сырье, далее какой-то процесс переработки, далее упаковка, хранение и продажа.

Полученные деньги идут на выплату зарплаты, налоги, поддержание работоспособности оборудования, развитие производства и снова все по кругу.

В условиях развития цифровых технологий изменения в современной промышленности будут происходить по следующим ключевым направлениям:

– Цифровое моделирование – развитие получает концепция цифрового двойника, то есть изготовление изделия в виртуальной модели, включающей в себя оборудование, производственный процесс и персонал предприятия.

– «Большие данные» (bigdata) и бизнес-аналитика, которые возникают в процессе производства.

– Автономные роботы, которые получают большую промышленную функциональность, независимость, гибкость и исполнительность по сравнению с предыдущим поколением.

– Горизонтальная и вертикальная интеграция систем – большая часть из огромного количества используемых в настоящее время информационных систем интегрировано, но необходимо наладить более тесное взаимодействие на различных уровнях внутри предприятия, а также между различными предприятиями.

– Промышленный интернет вещей, когда поступающая с производства информация с большого количества датчиков и оборудования объединяется в единую сеть.

Внедрение цифрового производства приводит к следующим изменениям:

– возрастает производительность труда;

– повышается качество выпускаемой продукции;

– усложняется выпускаемый продукт;

– возрастают требования к персоналу;

– автоматизация производства вызывает изменения на всех этапах изготовления продукта, включая его разработку.

Машины сами будут понимать что и когда необходимо заказать и как нужно себя обслужить, чтобы выпустить именно то количество готовой продукции, что запланировано изначально.

Цифровое производство – это виртуальная тень фактически существующего. И все ошибки и недоработки можно исправить в виртуальной среде с помощью машин. А это приведет к сокращению ошибок в реальном производственном процессе. Другими словами: меньше брака и больше денег для предприятия.

Таким образом, организация цифрового производства помогает сэкономить время и деньги, затрачиваемые на подготовку и организацию реального производства.

А теперь посмотрим на «цифровое производства» глазами персонала, который работает на нем. Кто они? Какую квалификацию должны иметь?

Учитывая все вышесказанное, можно сделать следующий вывод: специалист «цифрового производства» это:

1. конструктор-проектировщик;
2. программист;
3. наладчик станков с ЧПУ;
4. аналитик «больших данных»;
5. аналитик бизнес процессов;
6. инженер наладчик;
7. инженер электрик;
8. инженер КИПиА.

Таким образом, можно отметить, что цифровое производство делает производство более конкурентоспособным. Следовательно, на рынке останутся только те компании, которые раньше поймут и начнут применять передовые цифровые технологии в своем производстве.

Список литературы

1. Цифровое производство глазами производителей// Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности 2017. №2. С. 24-37.
2. Липкин Е. ИНДУСТРИЯ 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. М.: ООО «Остек-СМТ», 2017. – 224 с.

СОТРУДНИЧЕСТВО ВУЗОВ С ПРЕДПРИЯТИЕМ, КАК ОСНОВА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

Подставко А.И. директор, Гредников С.Б. директор по корпоративному управлению и развитию бизнеса ООО «Волгопромавтоматика» (<http://vpa.ru>), г. Волжский;

Силаев А.А. заведующий кафедрой «ВАЭ»

Волжский политехнический институт, г. Волжский

Известно, что «кадры решают всё». Ведь для успешного развития любого предприятия необходим грамотный и компетентный коллектив сотрудников. Поэтому проблема подбора кадров для предприятия является важной задачей.

В последние годы в Волгоградской области назрела проблема нехватки грамотных молодых специалистов (кадровый голод). Это вызвано, с одной стороны, тем, что молодежь стремится покинуть наш регион и переехать жить в более «хлебные» регионы, такие как Москва и Санкт-Петербург. С другой стороны, молодые специалисты не имеют достаточного практического опыта, чтобы сразу влиться в рабочий процесс.

С этой проблемой сталкиваются многие предприятия нашего региона, особенно в области IT-технологий и автоматизации.

Одним из способов решения данной проблемы это привлечение специалистов предприятий к организации учебного процесса в институте.

Рассмотрим варианты взаимодействия предприятий с ВУЗом на примере кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника» и компании ООО «ВОЛГОПРОМАВТОМАТИКА».

1) Организация дополнительного курса повышения квалификации для студентов и преподавателей кафедры в 2018 году.

Для проведения данного курса была проведена обзорная открытая лекция сотрудниками Компании, в ходе которой студентов познакомили с новыми тенденциями развития науки и техники в области автоматизации производства. Слушателям была представлена Компания ООО «ВПА» с точки зрения перспектив работы в ней. А в конце лекции был проанонсирован курс повышения квалификации по основам программирования промышленных контроллеров SIEMENS.

Следующим шагом организации курса стала задача координации заинтересованных в курсе студентов и согласование времени проведения занятий.

Инженеры компании, проанализировав заявки на курс, адаптировали базовый курс обучения под студентов и преподавателей кафедры института.

В итоге курс был разделен на две логические части: лекционные и практические занятия. Для проведения лекционных занятий использовалась площадка института, а практические занятия были проведены на территории ООО «ВПА» с применением учебных стендов Компании. Все практические задания для слушателей курса являлись по сути небольшим производственными задачами, с которыми приходится часто сталкиваться на реальном производстве.

В результате обучения слушатели курса получили реальный практический опыт работы с современными промышленными контроллерами производства компании SIEMENS, что подтверждено соответствующими сертификатами, узнали о перспективах трудоу-

ройства в нашем регионе. А некоторые студенты получили приглашение на прохождение производственной практики и собеседования в Компанию.

Руководство компании получила для себя группу потенциальных работников, имеющих небольшой, но всё же практический опыт решения производственных задач компании.

Предлагается продолжить опыт подобных курсов.

2) Прохождение практики студентами.

Одним из самых распространённых способов привлечения молодых специалистов на предприятие является приглашение их на практику, но в последнее время предприятия неохотно берут студентов на практику. Почему? В условиях рыночной экономики и оптимизации штата сотрудников, студентами просто некогда и некому заниматься на предприятии. Вариантом решения данной проблемы является адаптация программы практики к потребностям предприятия. Таким образом, студенты становятся не «обузой», а помощниками сотрудникам предприятия. В итоге студенты проходят полноценную практику, а предприятие получает потенциальных заинтересованных работников.

3) Привлечение ведущих специалистов к проведению занятий в вузе.

Следует заметить, привлечение ведущих специалистов к проведению учебного процесса является обязательным требованием федеральных государственных образовательных стандартов. Поэтому уделять внимание этой составляющей взаимодействия с предприятиями ВУЗ просто обязан.

Во многих случаях это носит формальный характер. Но если посмотреть на эту задачу с точки зрения подбора новых кадров, то руководство предприятия тоже оказывается в выигрыше. Выгода для всех сторон заключается в следующем:

- студенты получают новые уникальные знания от ведущих специалистов, изучаемой ими предметной области;

- ВУЗ соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта, и кроме того повышает свою привлекательность перед абитуриентами;

- сотрудник предприятия получает возможность общения с большой аудиторией, отрабатывает навыки спикера и получает практический опыт донесения своих знаний до ещё необученного «персонала»;

- руководство компании получает список потенциальных работников, с которым уже «отработал» их ведущий сотрудник.

Если выгоды от взаимодействия понимает каждая из сторон, то и результат не заставит себя ждать.

Подводя итоги, необходимо отметить, что, используя в совокупности все выше представленные варианты взаимодействия и сотрудничества предприятий с ВУЗом:

- студенты получают практический опыт и дополнительные профессиональные знания об изучаемой ими предметной области;

- ВУЗ повышает свою престижность в регионе, за счёт повышения качества обучения;

- после окончания ВУЗа студенты, прошедшие подобную подготовку, знают больше о предприятиях региона (более подготовлены для работы на них), что повышает вероятность их трудоустройства в родном регионе;

- предприятия получают молодых подготовленных специалистов, готовых решать требуемые производственные задачи и влиться в рабочий процесс с наименьшими затратами.

Поэтому подобные мероприятия взаимодействия компании ООО «ВОЛГОПРО-МАВТОМАТИКА» с вузом нужно продолжать и по возможности масштабировать и на другие предприятия региона.

Список литературы

3. Быкова, О. Н. Россия на пути «Кадрового голода» // ЭТАП. 2013. №2. С. 45-54.
4. Исаева О. В., Анализ проблем кадровой обеспеченности в ИТ-сфере Алтайского края / О. В. Исаева, О. С., Безугляк, С. В. Шаповалова// УЭКС. 2016. №8 (90).

УДК 330.354

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПОЛУЧИВШИХ ГОСПОДДЕРЖКУ, И УНИВЕРСИТЕТОВ, А ТАКЖЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМ ГОСПОДДЕРЖКИ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

В.А. Пономарев, заместитель директора ООО «Аэрофон», г. Волгоград

Введение

На примере Волгоградской области рассматривается актуальная проблема, касающаяся современных тенденций и перспектив развития региональной экономики и, конкретно, проблема взаимодействия малых инновационных предприятий (МИП), получивших господдержку, с вузами, а также вопросы совершенствования форм господдержки.

Изучение современного состояния этой проблемы на конкретном примере представляет определённый интерес при оценке экономического развития региона. В этом состоит новизна исследования указанной проблемы.

Корректировка территориальной политики в области содействия инновационной деятельности, установление взаимодействия МИП и университетов, новых форм господдержки является задачей, требующей решения, которое будет способствовать ускоренному социально-экономическому развитию региона и страны.

Целевой рынок для региональной экономики.

Предприятием ООО «Аэрофон», как малым инновационным предприятием (МИП) в сфере электроники получившим господдержку от Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно технической сфере (далее Фонд) [1], [2], разработаны **новые** мощные звуковые и ультразвуковые пьезокерамические преобразователи с характеристиками выше мировых аналогов[3].

Акустические и ультразвуковые приборы и аппаратура, которые могут выпускаться на основе преобразователей, будут иметь конкурентные преимущества перед мировыми аналогами по дальности действия в 2 и более раза. **Это позволит иметь целевой рынок в России более 500 млн.руб. и значительно больший рынок освоить за рубежом.**

Это направление может иметь потенциальный интерес для развития региональной экономики.

Примером служит ООО «РОТЕК-Элпом» г. Москва, который за «акустические пушки» по контрактным поставкам в МВД в 2016г. получило 208 млн. руб., всего 340 млн. руб. (информация из интернета). Изделия созданы на основе преобразователей электроакустических пьезокерамических ПЭП-1 ООО «Аэрофон».

В регионе можно иметь добавочную стоимость не только от реализации звуковых и ультразвуковых устройств и приборов, а также от производства систем с их участием.

В мире рынок изделий с использованием пьезокерамики имеет постоянный рост.

Взаимодействие малых инновационных предприятий, получивших господдержку, и университетов.

Ранее ООО «Аврора» [4], затем ООО «Аэрофон», уделяли внимание взаимодействию с университетами.

В ООО «Аэрофон» для разделения функций текущего производства и перспективного развития предприятия, а также построения долгосрочных отношений в инновационной среде было образовано **структурное подразделение – инновационный центр** (далее ИЦ). ИЦ при ООО «Аэрофон» - самостоятельное подразделение, призванное формировать партнёрство для построения «Системы инновационного бизнеса» – инновационного кластера в области электронных устройств в г. Волгограде. ИЦ ООО «Аэрофон» является корпоративным акселератором. Это бизнес-акселератор, открытый «под крылом» ООО «Аэрофон».

В настоящее время ИЦ поддерживает пять проектов по которым ведутся предварительные исследования и разработки, осуществляющиеся командами проектов.

К их числу относятся:

- Исследования и разработка электроакустических пьезокерамических преобразователей и акустических устройств активного противодействия несанкционированным вторжениям для систем контроля и управления доступом и систем физической защиты объектов.
- Исследования и разработка высокоинтенсивных акустических пьезокерамических установок подачи звуковых сигналов о чрезвычайных ситуациях.
- Исследование и разработка мощных пьезокерамических электроакустических преобразователей для систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях.
- Исследование и разработка высокоэффективных воздушных пьезокерамических ультразвуковых преобразователей и акустических устройств, и приборов на их основе.
- Разработка ряда пьезокерамических сирен (оповещателей), акустических устройств и сирен специального применения.

Проекты подготовлены для инвестирования, предварительные исследования оплачивает ООО «Аэрофон» и в настоящее время идёт поиск вариантов инвестирования.

Для поддержания темпов инновационного развития малым инновационным предприятиям, прошедшим СТАРТ1, СТАРТ2, СТАРТ 3 Фонда, нужна дальнейшая государственная поддержка за счёт средств Фонда, пока продажа инновационной продукции не достигнет уровня самофинансирования новых разработок за счёт прибыли. Выручка предприятия в этом случае должна составлять около 40,0 млн. руб., что позволит сформировать малое инновационное конструкторско-технологическое бюро из пяти человек. Для ускорения достижения этого показателя в ООО «Аэрофон» потребуется государственная поддержка (около 30 млн р.).

Прирост планируемой выручки позволяет определить потребность в выпускниках университетов. Если принять, что для создания новой продукции на 2млн.руб. требуется 1 специалист, то **потребность ООО «Аэрофон» в выпускниках университета необходимой квалификации будет 15 чел.** [5].

К приборам и устройствам с использованием ультразвуковых преобразователей, которые могут стать **основой инновационных проектов университетов**, в т.ч. студентов, аспирантов, преподавателей, относятся:

- извещатели охранные объёмные ультразвуковые для систем безопасности;
- течеискатели с использованием ультразвукового контроля и ультразвуковые генераторы;
- приборы измерения уровня жидкости (включая слабые кислоты, щелочи, водоснабжения, канализации и др.), сыпучих материалов (строительные смеси, сельскохозяйственные хранилища и др.);
- приборы для бесконтактного измерения расстояний: прибор измерения расстояния - земля-электропровод, приборы для измерения габаритов мостов, путепроводов 3,5-15м;

- ультразвуковые эхолоты автомобилей для предупреждения столкновений с впереди идущим автомобилем в условиях плохой видимости (туман) и включения автоматического торможения;
- ультразвуковой эхо-локатор для: ориентирования слепых; беспилотных объектов в т.ч. летательных объектов (дронов, квадрокоптеров); систем позиционирования;
- ультразвуковой подавитель микрофонов и диктофонов;
- ультразвуковые датчики движения и контроля за «слепыми» зонами, въезда в ворота и определения свободных мест парковки;
- устройства воздействия на биологические объекты (отпугиватели диких животных, собак, грызунов и т.п.);
- ультразвуковой излучатель в т.ч. для интенсификации химических процессов и других технологий в газах;
- ультразвуковой дальномер в т.ч. для робототехники;
- ультразвуковые устройства и приборы специального назначения
- и другие.

К приборам и устройствам с использованием звуковых преобразователей, которые могут стать основой инновационных проектов относятся:

- звуковые пушки (акустические устройства дальнего действия на 500м, 800м, более 1000м, акустические системы предупреждения и реагирования);
- взрывобезопасные сирены;
- звуковой барьер (акустические устройства противодействия) при охране объектов (помещений, офисов, квартир, автомобилей), охране периметров;
- акустические устройства борьбы с птицами на аэродромах;
- акустические устройства оповещения на военной технике и объектах, специальных объектах;
- индивидуальные сирены (звуковой пистолета, звуковой шокёр);
- сирены для промышленных предприятий и локальных систем оповещения;
- сирен для охраны объектов;
- беспроводные сирены;
- автономные сирены (с аккумулятором);
- носимые сирены;
- специальные сирены;
- а также другие акустические устройства большой мощности.

Возникает **новый уровень взаимодействия** между университетами и малым инновационным предприятием. Инновационный центр ООО «Аэрофон», как корпоративный акселератор, **стал предлагать направления инновационных проектов.**

Предложения направлены Волгоградскому государственному техническому университету и Волгоградскому государственному университету, которые могут стать инициаторами инновационных проектов по созданию на основе преобразователей соответствующих ультразвуковых устройств и приборов с характеристиками выше мировых аналогов с образованием соответствующих малых инновационных предприятий.

Если принять, что для создания новой продукции на 2 млн. руб. требуется 1 специалист, то **потребность в выпускниках университета в регионе при производстве продукции на основе пьезокерамики в объеме 500 млн.руб. будет прогнозироваться в количестве 250 чел.**

Научно-технические результаты МИП, а также **инновационные проекты могут стать элементами образовательного процесса.**

Инновационный центр начал взаимодействие с соответствующими кафедрами указанных университетов по поиску взаимовыгодного сотрудничества, выбору инновационных проектов и формированию команд.

Следующим шагом будет поиск источников финансирования указанных проектов.

Для начальных действий возможно участие в программах Фонда УМНИК, СТАРТ1, СТАРТ2, СТАРТ 3 Фонда.

Программа «Старт-1» размер гранта – 2 млн.руб. Софинансирования нет.

Программа «Старт-2» размер гранта – 3 млн.руб. Софинансирование 3млн.руб.

Программа «Старт-3» размер гранта – 4 млн.руб. Софинансирование 4 млн.руб.

По аналогии может быть рассмотрено взаимодействие малых инновационных предприятий, созданных с участием университетов, и установлена потребность в выпускниках университета, а также предложены направления инновационных проектов.

Проблемы (барьеры) финансирования развития МИП на федеральном уровне.

ООО «Аэрофон» не смог использовать все возможности господдержки на федеральном уровне по СТАРТ2, СТАРТ 3 Фонда, т.к. к софинансированию смогли привлечь только 1,5 млн.руб и 3 млн.руб., соответственно. Таким образом, нереализованная сумма грантов составила 2,5 млн.руб.

Согласно публичному списку заявок Фонда с 01.09.2014 по 28.05.2018 из автоматизированной системы Фонда [9] следует, что по СТАРТ 1 поддержаны 1860 предприятий, по СТАРТ 2 – 525 предприятий, по СТАРТ 3 – 188 предприятий. По количеству поддержанных предприятий по СТАРТ 1 можно сделать вывод о том, что дополнительно потенциальную потребность в продолжении НИОКР могли бы иметь 1335 предприятий для продолжения работ по СТАРТ 2 и 1672 предприятия для продолжения работ по СТАРТ 3. Однако существующие барьеры не позволили им это сделать. Один из них – размер внебюджетного финансирования проектов.

После СТАРТ 3 ООО «Аэрофон» мог бы принять участие в Программе Фонда РАЗВИТИЕ. Рассмотрим основные параметры этой Программы:

-размер гранта – не более 20 млн. рублей (сумма варьируется от 15 до 20 млн. рублей в зависимости от конкурса);

-срок гранта – не более 24 месяцев (срок варьируется от 12 до 24 месяцев в зависимости от конкурса);

-внебюджетное софинансирование (из собственных средств или средств инвестора) – не менее 30% от суммы гранта (сумма варьируется от 30 до 100% в зависимости от конкурса);

-направление расходов – проведение НИОКР.

Для участия в данной программе необходимо решить два типа проблем для малых инновационных предприятий в сфере радиоэлектроники. Первый тип – необходимо формировать собственный коллектив исследователей и разработчиков, а в случае перехода с 4 млн.руб. (Старт 3) к программе Развитие в 15,0 млн.руб. надо пользоваться услугами привлеченных работников или сократить их часть после выполнения программы с потерей подготовленных специалистов. Второй тип – это проблемы привлечения инвесторов на внебюджетное финансирование с 4,0 млн.руб. (Старт 3) до 15,0 млн.руб. по программе РАЗВИТИЕ.

Такой резкий скачок суммы внебюджетного финансирования и формирование постоянного коллектива исследователей и конструкторов является барьером для участия в программе РАЗВИТИЕ. Для успешного развития малых инновационных предприятий необходимы следующие формы господдержки.

К программе Фонда «РАЗВИТИЕ» необходимо осуществлять более плавный переход через ряд программ. Для этого необходимы следующие действия:

1.Изменить требования к программе «Бизнес-СТАРТ», допустить финансирование НИОКР в которой могли бы участвовать предприятия прошедшие СТАРТ 3.

2.Ввести программу НИОКР - СТАРТ-4 с бюджетным финансированием 8,0 млн. руб.

3.Ввести программу НИОКР - СТАРТ 5 с бюджетным финансированием 11,0 млн. руб.

4.Предприятия, перешедшие на Программу СТАРТ 3 и далее, необходимо рассматривать как прорывные, а софинансирование из внебюджетных источников ограничить размером не более 30%. Это будет способствовать финансовой стабильности, своевременному возврату заёмных средств и переходу на самофинансирование новых проектов.

Проблемы (барьеры) финансирования развития МИП на региональном уровне.

На уровне региона, на наш взгляд, также нужен поиск возможных решений для финансирования развития МИП.

Необходимо и далее развивать региональную инновационную инфраструктуру. Одной из первоочередных задач является создание регионального **Фонда поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности (или Фонда поддержки инновационной деятельности).**

Создание Фонда поддержки инновационной деятельности должно быть нацелено на:

-развитие региональной инновационной инфраструктуры;
-внебюджетное софинансирование на долговременной и возвратной основе проектов финансируемых Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (для проектов СТАРТ2 – 3 млн.руб, СТАРТ3-4млн.руб, Бизнес-СТАРТ-5 млн.руб, Развитие - 15-20 млн.руб, Кооперация - 25 млн.руб, Коммерциализация – 15 млн.руб.).

В порядке создания Фонда поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности нужно определить, что уставной капитал Фонда составляет на 1 этапе не менее 50 млн. руб. и инициировать процедуру организации Фонда.

Основными условиями программы софинансирования НИОКР могут быть:

1. Сумма займа 3-30 млн.руб;
2. Выплата долга – гибкий график в зависимости от объёма продаж;
3. Процентная ставка - 0% или чисто символическая – 0.1% с выплатой после погашения основного долга;
4. Общий бюджет проекта начинается с 6 млн. руб.;
5. Объем продаж - достижение -50-100% к сроку 5 лет после проекта;
6. Софинансирование со стороны заявителя – нет (или не более 1 %).
7. Перекредитование МИП, использовавших иные источники финансирования при вхождении в проект, на займы Фонда.

В создании этого Фонда заинтересованы многие малые инновационные предприятия.

Заключение

Малое инновационное предприятие и университеты могут создать систему тесного взаимодействия на территориальном уровне, а корректировка форм господдержки малых инновационных предприятий на федеральном и региональных уровнях будет способствовать экономическому развитию в соответствии с национальными целями и стратегическими задачами развития региона и России[6].

Список литературы:

- 1.Фонд содействия малым формам в научно технической сфере. [Электронный ресурс]. Адрес доступа: www.fasie.ru
2. Пономарев В. А., Петров М. В. Особенности развития инновационного предприятия при поддержке Фонда содействия инновациям /В. А. Пономарев, М. В. Петров // Радиопромышленность. 2018. Т. 28, № 3. С. 86–91.
- 3.ООО «Аэрофон». [Электронный ресурс]. Адрес доступа: www.aerofon34.ru
4. Пономарев В.А. , Взаимодействие ООО «Аврора» и университетов г. Волгограда в образовательном и инновационном процессе// IX межрегиональная научно-практическая

конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, инновации», г. Волжский, 18-19 апреля 2013.

5. Л. С. Шаховская*, В. А. Пономарев**, Е. Г. Гущина*, И. В. Аракелова*, Е. М. Витальева* *Актуальные проблемы подготовки инженерных кадров в вузах: региональный аспект. *Волгоградский государственный технический университет ** ООО «Аврора», Журнал. Известия Волгоградского государственного технического университета. Выпуск № 4 (131) / том 18 / 2014*

6. Указ Президента РФ от 07.05.2018 N 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // СПС «Консультант плюс».

РОЛЬ ИНВЕСТИЦИЙ В КАЧЕСТВО ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.В. Горбунова

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и менеджмент»
ВПИ (филиал) ВолГТУ
г. Волжский

Растущие потребности потребителей вынуждают предприятия рассматривать распределение ресурсов для целей обеспечения и улучшения качества как эволюционный процесс, основанный на применении новых методов производства (продуктов, технологий, оборудования), задействующих достижения научно-технического прогресса, новые формы организации и управления производством. Данный процесс неизбежно сопровождается капиталовложениями, носящими единовременный характер и, с позиций теории инвестиционного анализа, являющимися, по сути, инвестициями в качество.

Несмотря на признание роли инвестиций в качество в решении проблемы качества и конкурентоспособности продукции, характеристика их сущности и содержания в рамках общепринятой типологии инвестиций и как составной части инвестиционного процесса, осуществляемого субъектами хозяйствования в целях собственного развития, в экономической литературе отсутствует.

Инвестиции в целом – сложное и неоднозначно трактуемое понятие. В самом общем случае под инвестициями понимается целенаправленное вложение на неопределенный срок капитала во всех его формах в различные объекты (инструменты) для достижения целей инвесторов [3, С.22].

Наиболее существенными признаками инвестиций являются: потенциальная способность инвестиций приносить доход; преобразование части накопленного капитала в альтернативные виды активов хозяйствующего субъекта; использование разнообразных инвестиционных ресурсов, которые характеризуются спросом, предложением и ценой; целенаправленный характер вложения капитала в какие-либо материальные и нематериальные объекты; наличие риска вложения капитала, означающее, что достижение целей инвестирования носит вероятностный характер.

Ограниченность инвестиционных ресурсов обуславливает особое значение направлений их эффективного использования [2, С.6].

В соответствии с законодательством РФ инвестиции определяются как денежные средства, целевые банковские вклады, паи, акции и другие ценные бумаги, технологии, машины, оборудование, лицензии, кредиты, любое другое имущество или имущественные права, интеллектуальные ценности, вкладываемые в объекты предпринимательской и других видов деятельности в целях получения прибыли (дохода) и достижения положительного социального эффекта [1].

Типология инвестиций разнообразна и может быть осуществлена по различным классификационным признакам, а именно: характер активов, в приобретение которых вкладываются средства (реальные и финансовые); характер участия в управлении инвестиционным портфелем (прямые и косвенные); форма собственности инвестированного капитала (частные, государственные и муниципальные); степень риска (относительно надежные, рискованные); отраслевая направленность (в разрезе отдельных отраслей и сфер деятельности) и т.д.

Наиболее важным представляется классификация инвестиций по характеристике объекта вложения капитала. В зависимости от объектов вложения капитала выделяют реальные и финансовые инвестиции. Под реальными инвестициями понимается вложение средств (капитала) в создание реальных активов (как материальных, так и нематериальных), связанных с осуществлением деятельности экономических субъектов, решением их социально-экономических проблем. Под финансовыми инвестициями понимается вложение капитала в различные финансовые инструменты, прежде всего в ценные бумаги. Деление инвестиций на реальные и финансовые достаточно условно, поскольку процесс реального инвестирования в некоторых случаях невозможен без финансовых инвестиций, а финансовые инвестиции получают свое завершение в осуществлении реальных инвестиций.

Реальные инвестиции, и свою очередь, подразделяют на материальные (вещественные) и нематериальные (потенциальные). Потенциальные инвестиции используются для получения нематериальных благ. В частности, они направляются на повышение квалификации персонала, проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, создание товарного знака (марки) и т. д. Материальные инвестиции предполагают вложения, прежде всего, в средства производства. Основной формой материальных инвестиций являются капитальные вложения, реализуемые, прежде всего, в форме нового строительства, реконструкции, модернизации, технического переоснащения.

Конкретное протекание инвестиционного процесса на предприятии зависит от целей инвестирования, которые, в свою очередь, определяют критерии отбора объектов реального инвестирования. Например, инвестиции в решение экологических проблем, сохранение или увеличение рабочих мест, создание объектов социально-культурной сферы и т. п. имеют целью получение, преимущественно, социального эффекта. Однако основной целью инвестирования в различные объекты и активы является рост прибыли и возможность получения долговременной прибыли, реализуемые, как правило, через прирост и обновление основного капитала, увеличение масштабов производства, ресурсосбережение и т. д. Однако цель, связанная с получением прибыли, не может быть достигнута автоматически как результат произведенных затрат. Любая форма инвестирования должна сопровождаться усилением конкурентных позиций – товара, хозяйствующего субъекта, государства в целом. Вместе с тем мировые тенденции свидетельствуют о том, что на первый план в обеспечении конкурентных позиций все в большей степени выходит такой фактор как качество. Является общепризнанным тот факт, что жизнеспособность и процветание любой экономической системы в значительной степени зависит от рациональной инвестиционной политики – затратной и рискованной по определению, но какие бы формы не принимали инвестиционные вложения, они должны, в первую очередь, обеспечивать качество, которое стало диктатором рынка [4].

Инвестиции в качество – это единовременные затраты на качество, представляющие собой целенаправленное вложение капитала в производство продукции в форме любых реальных (материальных и нематериальных) инвестиций, позволяющих повышать качество продукции и обеспечивать рост прибыли за счет увеличения спроса на производимую продукцию. При этом под повышением качества понимается удовлетворение уже известных потребностей в качестве товара на более высоком уровне, а также расширение круга удовлетворяемых потребностей. Несомненно, инвестиции в качество – также обязательное условие обеспечения качества продукции, т.е. создания уверенности в том, что

установленные требования к качеству будут выполнены, однако непрерывный рост запросов потребителей вынуждает рассматривать инвестиции в качество, в первую очередь, с позиций его непрерывного улучшения.

Формами материальных инвестиций в качество являются реконструкция и модернизация оборудования, внедрение новых производств, технологий, видов продукции, сырья и т. д. Нематериальными формами инвестиций в качество являются инвестиции в обучение персонала, в разработку и создание систем качества, в приобретение патентов и лицензий на производство новых видов продукции и новых технологий, в проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и т.д.

Все указанные инвестиции могут преследовать и другие, помимо обеспечения качества, цели (например, рост производительности труда, увеличение масштабов производства и т. д.), однако, если они предназначены для совершенствования качества уже производимой продукции и получение новой продукции более высокого качества, то такие инвестиции являются инвестициями в качество.

Использование инвестиционного процесса как источника экономического роста – единственный шанс страны построить развитую экономику, завоевать позиции в ряду экономически и индустриально развитых стран. Учитывая возрастающее влияние качества как интенсивного фактора экономического роста, особое значение приобретают именно инвестиции в качество, позволяющие переломить кризисные тенденции в социально-экономическом развитии страны за счет повышения конкурентоспособности производимой отечественными субъектами хозяйствования продукции на пути интеграции России в мировой рынок.

Список литературы

1. Федеральный закон от 25 февраля 1999 № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» (ред. от 26.07.2017 г.) [Эл. ресурс].
2. Аньшин, В.М. Инвестиционный анализ [Текст]: Учеб.-практ. пособие / В. М. Аньшин. – М.: Дело, 2014. – 280 с.
3. Инвестиции [Текст]: Учебник / Под ред. В.В. Ковалева, В.В. Иванова, В.А. Лялина. – М.: ООО «ТК Велби», 2015. – 440 с.
4. Горбунова А.В. Совершенствование управления затратами на качество на предприятиях трубно-металлургической отрасли: дис. ...канд. экон. наук. – Саратов, 2010. – 187 с.

УДК 332.025: 911.37

ПЕРСОНАЛ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС И ИННОВАЦИОННЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Долгалева Екатерина Викторовна
Людмила Николаевна Медведева, д.э.н., профессор
Волжский политехнический институт (филиал ВолгГТУ), г.Волжский

Актуальность исследования объясняется тем, что *труд* как экономическая категория обозначает целесообразную деятельность человека по производству товаров и услуг, связанная с физическими и психологическими нагрузками. Труд, являясь источником производимых продуктов, сам является товаром, который продается на рынке на условиях взвешенной оценки. Следовательно, на рынке присутствует процесс соединения возможностей человека (его способностей, умений) и оценки его возможностей, а цена труда в этом случае – заработная плата. Организация труда – это совместная деятельность людей

в процессе производства, она способствует рациональному соединению техники и персонала, оптимизирует эффективное использование живого труда, обеспечивает сохранение здоровья работников и повышения удовлетворенности трудом. Оплата труда человека – это часть фонда индивидуального потребления населения. Она распределяется между работниками, участвующими в общественно полезном труде и управлении, по количеству и качеству их труда. Управление как особая сфера человеческой деятельности, где главное – поставить нужного человека на нужное место и добиться выполнения поставленных перед ним задач.

В современном мире мотивация труда играет немаловажную роль, так как правильное проведение политики мотивации труда среди персонала обеспечивает как минимум улучшение качества труда работников и возможное повышение производительности труда [1,2]. Выделяют два основных типа мотивирования. Первый тип состоит в том, что путем внешних воздействий на человека вызываются к действию определенные мотивы, которые побуждают человека осуществлять определенные действия, приводящие к желательному для мотивирующего субъекта результату. Второй тип мотивирования своей основной задачей имеет формирование определенной мотивационной структуры человека. В условиях рыночной экономики, в соответствии с изменениями в экономическом и социальном развитии страны, существенно меняется и политика в области оплаты труда, социальной поддержки и защиты работников. Предприятия самостоятельно устанавливают формы, системы и размеры оплаты труда, материальное стимулирование работников. В результате исследования был проведен анализ состояния оплаты труда в здравоохранении в ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера» и подготовлены мероприятия по совершенствованию оплаты труда.





Рисунок 1– Здание ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера» г.Волжский

В современных условиях в любой организации остро стоит вопрос о повышении квалификации работников и уровня заработной платы всех категорий работающих, о значительных затратах на подготовку кадров, об оптимальной организации труда, результатом которой будет высокая производительность труда и высокое качество выполняемых работ, о внедрении такой системы оплаты труда, которая будет эффективно стимулировать его производительность. Именно при помощи анализа можно выявить существующие в учреждении проблемы в сфере организации труда и его оплаты, чтобы впоследствии предложить способы решения этих проблем. Теоретической и информационной базой послужили положения общей экономической теории, экономики труда, законодательные акты и нормативные документы, а так же практические данные, предоставленные бухгалтерией ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера» за 2016-2017 гг. ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера» основана в 1964 году, когда была открыта первая медсанчасть Волжского химкомбината для обслуживания тридцати шести тысяч человек, работавших в то время на заводах города [3,4,5]. В дальнейшем возникла острая необходимость в открытии стационара, и 1 января 1968 года в восьмом микрорайоне открывается стационар на 300 коек. Первой очередью открытия больничного комплекса в 13 микрорайоне была поликлиника №2, ее открыли 16 июня 1973 года, а в августе 1978 года введен в действие стационар на 1000 коек. В 1993 году медсанчасть Волжского химкомбината переименовали в МУЗ «Горбольница №1»С 29 декабря 2012 г. больница переименована в государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница №1 им.С.З.Фишера» (ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера»). 20.04.2015 года в состав больнично-поликлинического комплекса влилась поликлиника, расположенная по адресу: г. Волжский, поселок Краснооктябрьский, ул.Луганская, д.3 и два фельдшерских здравпункта поселка Краснооктябрьский. В настоящее время больница рассчитана на 628 круглосуточных коек (в т.ч. 18 – анестезиолого-реанимационного отделения) и 117 коек дневного стационара. Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница № 1 им.С.З.Фишера» (ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера») является крупной многопрофильной медицинской организацией, целью которой является охрана здоровья населения и обеспечение конституционного права граждан на медицинскую помощь, оказание населению квалифицированной медицинской помощи. Учреждение является некоммерческой орга-

низацией. Его финансирование осуществляется за счет средств обязательного медицинского страхования и средств от приносящей доход деятельности. Учреждение оказывает: специализированную медицинскую помощь, за исключением высокотехнологичной медицинской помощи в амбулаторных условиях, в условиях дневных стационаров, в стационарных условиях; первичную медико-санитарную помощь в амбулаторных условиях, в условиях дневного стационара и в стационарных условиях; доврачебную медицинскую помощь. Структура учреждения включает в себя: стационар на 628 коек круглосуточного пребывания с 15 профильными отделениями: терапевтическое; ревматологическое; гастроэнтерологическое; эндокринологическое; нефрологическое; хирургическое; отделение гнойной хирургии; отделение пластической хирургии; нейрохирургическое; травматологическое; урологическое; челюстно-лицевой хирургии; гинекологическое; неврологическое №1, №2; оториноларингологическое, анестезиолого-реанимационное отделение на 18 коек, операционный блок, отделение гипербарической оксигенации, приемное отделение. Поликлиника – это лечебно-профилактическое учреждение предназначенное для проведения профилактической работы среди населения, оказания медицинской помощи больным в амбулаторных условиях. Поликлиника с прикрепленным населением в 61560 человек, в состав которой входят следующие отделения и кабинеты: женская консультация; кардиологический кабинет; неврологическое отделение; оториноларингологический кабинет; отделение восстановительного лечения; офтальмологическое отделение; отделение профилактики; процедурный кабинет; ревматологический кабинет; терапевтическое отделение № 1 и № 2; хирургическое отделение; эндокринологический кабинет. Поликлиника в п. Краснооктябрьский с прикрепленным населением 9824 человека. Дневной стационар – это форма оказания стационарной медицинской помощи больным с острыми или хроническими заболеваниями, состояние которых не требует круглосуточного наблюдения и лечения. В ЛПУ имеется дневной стационар при круглосуточном стационаре на 100 мест и дневной стационар при поликлинике. В этих дневных стационарах оказывается медицинская помощь хирургического и терапевтического профиля. В учреждении функционирует 628 коек, в 2016 году работало 651 койка. Наблюдается тенденция к снижению коечного фонда. С 2016 по 2017 годы было сокращено 23 койки круглосуточного пребывания. Это говорит о дефиците бюджета здравоохранения. Делается акцент на стационарозамещающую помощь. В 2014 году было развернуто 70 коек дневного пребывания при круглосуточном стационаре, а уже с 2015 года в больнице функционирует 100 коек дневного пребывания. В дальнейшем планируется придерживаться курса на снижение объемов стационарной помощи и увеличение объемов стационарозамещающей помощи. Это и понятно, случай госпитализации в круглосуточном стационаре стоит в 4-5 раз дороже, чем в дневном стационаре. Дефицит программы государственных гарантий вынуждает изыскивать пути оптимального и максимально экономичного расходования бюджетных средств. «Дорожная карта» в здравоохранении на 2018 год – это утвержденный распоряжением Правительства РФ план мероприятий, который призван оптимизировать процесс оказания бесплатных государственных медицинских услуг и увеличить благосостояние врачей и медицинских работников. Реализация этого плана в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 28.12.2012г. №2599-р «О плане мероприятий («дорожной карте») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности здравоохранения» началась еще в 2013 году. В отношении здравоохранения «дорожная карта» конкретизировала основные положения так называемых «майских» указов Президента РФ Владимира Путина. Правительству РФ было поручено обеспечить повышение к 2018 году размера заработной платы врачей до 200% от средней заработной платы по соответствующему региону, среднему и младшему медперсоналу — до 100% [6]. Дорожная карта для медицинских работников в 2018 году – это план мероприятий по системному изменению отрасли, повышению эффективности труда работников. Декларируемые задачи «дорожной карты»: установление уровня заработной платы работников в зависимости от качества и объема оказанных медуслуг; обеспечение конкурентного уровня заработной пла-

ты персонала; перевод медперсонала на эффективные контракты, в котором конкретизированы критерии оценки деятельности сотрудника, показатели и критерии для получения стимулирующих выплат; внесение изменений в существующий порядок оказания медпомощи, разработка и утверждение, создание региональных программ развития здравоохранения, разработку и внедрение показателей эффективности деятельности [6,7]. Показатели структурных преобразований в системе оказания медпомощи подразделяются на следующие виды:

-системные показатели, такие как доля расходов на оказание медпомощи вне медицинских учреждений от всех расходов на финансирование государственной программы здравоохранения или доля работников, трудоустроившихся после обучения в рамках целевой программы подготовки;

-кадровые – доля аккредитованных специалистов;

-нормативные – количество разработанных стандартов;

- показатели соотношения рабочей платы медперсонала к средней заработной плате в регионе;

-количественные – число дней работы койки в году, средняя длительность лечения больного в стационаре;

-основные показатели здоровья населения: смертность, в том числе, детская и материнская и от различных групп заболеваний.

Стимулирующие выплаты медработникам и врачам от государства в 2018 году. В организации принимается Положение о стимулирующих выплатах медицинским работникам в 2018 году. Для проведения необходимых расчетов учитывается количество обнаруженных болезней; случаи несвоевременной госпитализации; число осложнений; неправильные постановки диагнозов; жалобы пациентов; нарушение санитарных норм; оформление документов. В Трудовом Кодексе установлены следующие виды выплат работникам бюджетной сферы: базовые (основные, фиксированные, выплачиваемые всем сотрудникам без исключения); компенсационные (меняющиеся в зависимости от региона и зависящие от условий осуществления трудовой деятельности); социальные; стимулирующие (зависящие от заслуг работника и оценки эффективности его деятельности). Из всех видов начислений только стимулирующие выплаты медработникам регулируются администрацией самого лечебного учреждения, правила назначения остальных выплат устанавливаются федеральными и региональными нормативными актами. В России с недавнего времени введены стимулирующие выплаты медработникам, необходимость которых уже давно ощущалась ввиду тяжести труда специалистов данной сферы и невозможности профессионального роста в связи с небольшими зарплатами. Одна из первостепенных функций стимулирующих выплат – поощрительная, нацеливающая на результат. Стоит отметить, что если все прочие начисления, кроме стимулирующих, строго контролируются посредством федеральных или региональных нормативных актов, то стимулирующие могут регулироваться непосредственно руководством медицинского учреждения.

Список использованной литературы

1. Komarova O.P Environment Quality Management in Green Cities / Medvedeva L. N, Kozenko K.,Komarova O.P.// European Research Studies Journal, 2016 - vol. XIX, issue 2, pp. 34 - 45.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 294 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения»» // Электронный ресурс. – Режим доступа: КонсультантПлюсБаланс исполнения бюджета главного распорядителя (распорядителя), получателя средств бюджета ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера» за период 2016-2017 гг.

3. Отчет о финансовых результатах деятельности ГБУЗ «ГКБ №1 им.С.З.Фишера» за период 2016-2017 гг.

4. Отчет по штатной численности сотрудников за период 2016-2017 гг.
5. Ветлужских, Е. Мотивация и оплата труда: Инструменты. Методики. Практика. 7-е изд / Е. Ветлужских. - М.: Альпина Паблишер, 2016. - 149 с.
6. Габуева, Л.А. Оплата труда персонала медицинских организаций: эффективный контракт: Учебно-методич.пособие / Л.А. Габуева, Э.В. Зиминова. - М.: Проспект, 2015. - 296 с.
7. .Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2012г. №2599-р «О плане мероприятий («дорожной карте») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности здравоохранения» // Электронный ресурс. – Режим доступа: КонсультантПлюс.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА РЕГИОНА

Т.А. Рябикова, к.э.н., ведущий инженер НИС
Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета
г. Волжский Волгоградской области, Россия

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» сплошное федеральное статистическое наблюдение за деятельностью субъектов малого и среднего предпринимательства проводится один раз в пять лет.

По итогам сплошного наблюдения малого и среднего предпринимательства за 2015 год по Волгоградской области количество осуществляющих и приостановивших деятельность юридических лиц составило 31,7 тыс., а индивидуальных предпринимателей – 51,9 тыс. На 1000 чел. населения области приходится 12 юридических лиц и 20 индивидуальных предпринимателей.

Совокупность юридических лиц на 89% составляют микропредприятия. Индивидуальное предпринимательство также преимущественно представлено микропредприятиями. Они составляют почти 99% общего количества индивидуальных предпринимателей, относящихся к малым предприятиям.

В малом и среднем предпринимательстве доминирующим является вид экономической деятельности «Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования», которым занимаются 36% юридических лиц. На втором месте – «Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг» (22%).

Также одной из крупных отраслей сферы услуг является гостиничное хозяйство, предприятия его реализующие, относятся к среднему и малому бизнесу. «Гостиничный сервис имеет ряд своих специфических признаков. Анализ гостиничного хозяйства позволяет отслеживать перемены, происходящие в сфере услуг. К гостиничному хозяйству обычно относят гостиницы, общежития для приезжих, мотели, кемпинги» [3, с. 98].

Среди индивидуальных предпринимателей около половины (49%) занимаются торговлей. Удельный вес предпринимателей, работающих в сфере транспорта и связи, а также, осуществляющих операции с недвижимым имуществом, аренду и предоставление услуг, составляет по 13%. В сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве работает 8% индивидуальных предпринимателей.

Осуществляли деятельность в 2015 году 60% юридических лиц и 72% индивидуальных предпринимателей. Из принявших участие в обследовании индивидуальных предпринимателей 28% (14,3 тыс.) не занимались предпринимательской деятельностью в 2015 году.

Удельный вес Волгоградской области в общероссийском числе субъектов малого и

среднего предпринимательства – юридических лиц составил 1,4% (19 место в рейтинге регионов), а по индивидуальным предпринимателям – 1,9% (15 место).

Наибольшее количество всех субъектов малого и среднего предпринимательства сосредоточено в городских округах – Волгограде (65% юридических лиц и 41% индивидуальных предпринимателей), Волжском (соответственно 15% и 12%), Камышине (2% и 6%). Среди муниципальных районов лидирует Городищенский район (2% юридических лиц и 3% индивидуальных предпринимателей) [2].

У юридических лиц число замещенных рабочих мест составило 181,1 тыс., в том числе работниками списочного состава – 164,9 тыс. (91%). Оплата труда в расчете на 1 замещенное рабочее место (в среднем за месяц) юридических лиц составила 16,2 тыс. рублей.

Выше среднеобластного значения сложилась средняя оплата труда юридических лиц в Еланском районе, г. Михайловке и Нехаевском районе, а также еще в 8 муниципальных образованиях. На последних 3-х местах – Камышинский, Даниловский и Котовский муниципальные районы, в которых средняя оплата труда составила около 10 тыс. рублей.

Удельный вес Волгоградской области в общероссийском числе замещенных рабочих мест юридических лиц составил 1,3% (22 место среди субъектов РФ), соответственно по индивидуальным предпринимателям – 1,7% (19 место).

В расчете на одно работающее юридическое лицо приходится 10 замещенных рабочих мест, на одного индивидуального предпринимателя – 2. Среднероссийские значения соответствуют 9 и 2 рабочим местам.

В сфере индивидуального предпринимательства замещено 83,2 тыс. рабочих мест, из них почти половину составляют наемные работники (41,5 тыс.), 5% — партнеры и помогающие члены семьи (4,1 тыс.).

В целом за 2015 год юридическими лицами было получено выручки от реализации товаров (работ, услуг) на 550,4 млрд. рублей (без НДС и акцизов), индивидуальными предпринимателями – 105,4 млрд. рублей (с учетом НДС и акцизов). В расчете на одно юридическое лицо, осуществлявшее деятельность в 2015 г., размер выручки составил 29,0 млн. рублей, на одного индивидуального предпринимателя, осуществлявшего деятельность в 2015 г., – 2,8 млн. рублей. Три первых места среди муниципальных образований по объему выручки в расчете на 1 юридическое лицо занимают Нехаевский район (1 место), Клетский (2 место), Урюпинский район (3 место). На трех последних позициях находятся муниципальные районы: Даниловский (38 место), Камышинский (37 место), Котовский (36 место) [2].

Наибольший объем выручки в расчете на 1 индивидуального предпринимателя сложился в Киквидзенском районе (в 1,7 раза больше, чем в среднем по области), наименьший – в Алексеевском районе (31% от среднеобластного значения).

Инвестиции в основной капитал юридических лиц составили за 2015 год 16,2 млрд. рублей. Юридические лица использовали основные фонды стоимостью 109,4 млрд. рублей (по полной учетной стоимости на конец 2015 года), индивидуальные предприниматели – стоимостью 30,0 млрд. рублей соответственно.

Развитие промышленности

За январь-сентябрь 2017 года объем отгруженной продукции крупных и средних промышленных предприятий города снизился на 5,5 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил 111,3 млрд. рублей, в том числе по обрабатывающим производствам, на долю которых приходится 84,6 % общего объема отгруженной промышленной продукции, снижение составило 4,8 %. По оценке 2017 года объем отгруженной продукции в стоимостном выражении составит 153,6 млрд. рублей и составит 97,5 % к уровню 2016 года.

По состоянию на 01.01.2017 в городе Волжском осуществляют свою деятельность

11635 субъектов малого и среднего предпринимательства, из них 22 средних предприятия, 4644 малых предприятий (с учетом микропредприятий), 6969 индивидуальных предпринимателей. В малом и среднем бизнесе занято около 47 тыс. чел.

Малый и средний бизнес в г. Волжский

По итогам 9 месяцев 2017 года количество индивидуальных предпринимателей, прошедших государственную регистрацию в налоговых органах увеличилось на 2,9 % по сравнению с соответствующим периодом прошлого года и составило 7 224 единицы.

С целью поддержки малого и среднего предпринимательства на территории городского округа реализуется муниципальная программа «Развитие малого и среднего предпринимательства городского округа – город Волжский» на 2014-2017 гг., предусматривающая меры в области финансовой, информационной, имущественной поддержки. Мероприятия проводятся совместно с общественными организациями предпринимателей, Союзом «Волжская ТПП», Ассоциацией (НП) «Гарантийный фонд Волгоградской области», ГАУ ВО «Волгоградский областной бизнес – инкубатор» [1].

В рамках программы имущественная поддержка, оказывается в форме предоставления в аренду муниципальных нежилых помещений, находящихся в перечне муниципального имущества, предназначенного для оказания имущественной поддержки субъектам малого и среднего предпринимательства и организациям, образующим инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, без проведения торгов с применением коэффициента функционального назначения помещения – 0,5, применяемого к арендной плате [1].

По состоянию на 01.10.2017 в перечень включены 115 объектов недвижимости общей площадью 18 105,4 кв. м. В результате применения выше указанного коэффициента по состоянию на 01.10.2017 51 субъекту малого и среднего предпринимательства, арендующим нежилые помещения общей площадью 14 757,12 кв. м, арендная плата уменьшена вдвое и составила в целом за месяц 634,247 тыс. рублей, за 9 месяцев 2017 года - 4 681,9 тыс. рублей (на 01.10.2016 – 47 субъектов, арендующих нежилые помещения общей площадью 8 405,61 кв. м). В рамках реализации областной программы «Снижение напряженности на рынке труда» 10 безработных граждан получили единовременную финансовую помощь для организации предпринимательской деятельности.

Таким образом, за 9 месяцев 2017 года 5 субъектам малого и среднего предпринимательства была оказана поддержка Ассоциацией (НП) «Гарантийный фонд Волгоградской области» в виде предоставления поручительства. Субъекты малого и среднего предпринимательства имеют возможность пользоваться спектром услуг, предоставляемых бизнес – инкубатором. По состоянию на 01.10.2017 на его территории размещено 24 резидента (на 01.10.2016 – 15 резидентов). Активная информационная поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства осуществлялась через СМИ и официальный сайт городской администрации, информационную сеть Волжской ТПП.

Библиографический список

1. Итоги социально-экономического развития городского округа – город Волжский Волгоградской области за 9 месяцев 2017 года и ожидаемые итоги социально-экономического развития городского округа – город Волжский Волгоградской области за 2017 год [Электронный ресурс]. – URL://www.admvol.ru/Soc-Econom_Razvitie/docs/Итоги%20СЭР_2017.pdf (дата доступа 16.03.2017.)

2. Опубликованы окончательные итоги сплошного федерального статистического наблюдения за деятельностью субъектов малого и среднего предпринимательства по Волгоградской области за 2015 год [Электронный ресурс]. – URL://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/volgastat/resources/ef42188041ea16dbb757ff27f9898572/final_itogi_2015.pdf (дата доступа 18.03.2017.)

3. Филиппова, Т.А. Пути повышения прибыли предприятия гостиничного бизнеса /Т.А.Филиппова, А.В. Сычева, Е.В. Гончарова, Е.В. Филончик //Инновационная экономи-

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ ДО И ПОСЛЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Пискун Е.И.,
д.э.н., доцент, профессор кафедры «Финансы и кредит»,
Смола М.А., магистрант,
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
г. Севастополь, Россия

Аннотация: Любое событие мирового уровня, а тем более, которое приводит к экономическим переменам, ведет за собой ряд отрицательных и положительных последствий. В данной статье рассмотрены основные проблемы такого решения, как присоединение города Севастополя к Российской Федерации, а так же пути решения некоторых из них.

Ключевые слова: экономическое развитие, регион, город Севастополь, инвестиции, сферы экономики, инструменты регулирования, свободная экономическая зона.

ECONOMIC DEVELOPMENT OF SEVASTOPOL CITY BEFORE AND AFTER JOINING THE RUSSIAN FEDERATION

Piskun E.I., Doctor of Economic Sciences, Professor,
Smola M.A., graduate student,
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Abstract: Any world-class event, especially when it brings economic changes, leads to a number of negative and positive consequences. This article describes the main problems of such decision as accession of the Sevastopol to the Russian Federation, and also solutions of some of the problems.

Keywords: economic development, region, the city of Sevastopol, investment, economic spheres, regulatory instruments, free economic zone.

Благодаря удачному географическому положению Республики Крым и г. Севастополя, данный регион является экономически привлекательным субъектом Российской Федерации, который сравнительно недавно вошел в состав данной страны, а именно с 2014 года. Основными отраслями экономики, присутствующими на территории города Севастополя являются: перерабатывающая промышленность, строительство, туризм, торговля, а так же ВПК (военно-промышленный комплекс). За период нахождения региона в составе Украины город имел статус курортного и международного центра туризма. Однако это не дало существенных экономических результатов. На территории города действовало 75 предприятий, из них 10 государственных, однако их число значительно сократилось. Ранее ведущие промышленные предприятия города – Морской завод им. С. Орджоникидзе, завод «Парус», радиозавод им. Калмыкова, завод «Маяк» и др. утратили свою былую славу, распались на десятки дочерних предприятий.

Город имеет научный, рекреационный, промышленный потенциал и при грамотном подходе к их использованию регион может выйти на новый уровень экономического и социального развития, однако есть и ряд проблем.

Благоприятный климат позволяет использовать территорию для сельскохозяйственного назначения, в частности, развития виноградарства, садоводства, выращивания

овощей. Дело в том, что близлежащие населенный пункты (29 единиц) с их землями различного назначения имеют административное подчинение Севастопольскому городскому совету. Протяженная береговая линия с удобным размещением бухт позволит в будущем производить морские перевозки и вести торговлю с другими странами и городами.

После присоединения Республики Крым и г. Севастополя к Российской Федерации экономика города претерпела ряд трансформаций, причем как положительных, так и отрицательных.

Если рассматривать отрицательные моменты, то, прежде всего, стоит отметить практически полное прекращение транспортного сообщения с Украиной, а также со странами Европейского Союза, Республикой Беларусь, которое осуществлялось через территорию Украины. Грузооборот автомобильного транспорта в городе Севастополе в период 2013-2017 годы снизился в 15 раз, рисунок 1. Железнодорожные и морские грузо- и пассажироперевозки практически отсутствуют. Электрички по пути следования Симферополь-Севастополь вряд ли могут обеспечить серьезный пассажиропоток. Порт города с 2014 года функционирует с отрицательными экономическими показателями. В украинский период жизни города услугами автобусов воспользовались 25,7 миллионов пассажиров, а в 2017 году – 17,4 миллионов.

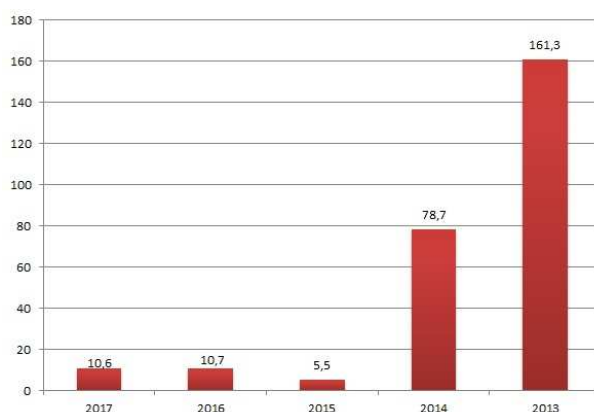


Рисунок 1. Грузооборот автомобильного транспорта в севастополе 2013-2017 гг., в млн. ткм [1]

По мнению поставщиков товаров различного назначения, рост их стоимости в разы обусловлено дороговизной перевозок посредством паромов. С одной стороны, это не привело к опустошению прилавков, с другой стороны, привело к тому, что товары стали намного дороже и не все категории граждан могут позволить себе те группы товаров, которые они могли купить, когда Севастополь находился в составе Украины. Данную проблему предполагалось разрешить введением в эксплуатацию моста через Керченский пролив. В 2018 году открыто транспортное сообщение по мосту, что не привело к снижению потребительских цен. Это, с нашей точки зрения, свидетельствует о том, что цены завышены искусственно и это прямое проявление спекулятивных процессов в экономике города. Планируется запуск железнодорожного пути, что приведет к значительной разгрузке на паромной переправе, позволит доставлять продукцию не только машинами, но и поездами, что возможно положительно отразится на ценовой политике. Но данная перспектива (снижение цен) нам кажется призрачной. В этой связи считаем целесообразным активизировать деятельность Роспотребнадзора в регионе.

Рассматривая внешнеторговый оборот города Севастополя, за период 2013-2017 годы, следует отметить снижение в 10 раз. Экспорт сократился в 18,5 раз по двум причинам: приостановка деятельности многих предприятий и нарушение промышленных и тор-

говых связей. Проведя исследование некоторых предприятий г. Севастополя можно сказать, что их производительность существенно снизилась, т.к. ранее предприятия сотрудничали с другими крупными компаниями Украины и стран Европы. Однако при переходе Крыма в состав России связь с партнерами была утеряна, что привело к снижению экспорта и импорта в регионе.

Основными направлениями экспорта в 2015 году были Вьетнам (50%), Турция, Украина и Китай (39% экспорта совокупно). В структуре экспорта преобладали транспортные средства и электротехническое оборудование (64%), минеральные продукты и металлы. Основными направлениями импорта были Китай (26%), Турция, Украина, Германия и Нидерланды (49% совокупно). В структуре импорта преобладали продукты питания и потребительские товары (одежда), полимерные продукты, строительные материалы, металлы.

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что в регионе будут востребованы предприятия пищевой и легкой промышленности, производство строительных материалов.

В городе до сих пор наблюдается недостаток собственных ресурсных запасов, таких, как вода, тепло- и электроэнергия; недостаточно развита телекоммуникационная связь; присутствует низкий уровень электронных услуг; слабо развивается мелкое и среднее предпринимательство. Ввиду того, что Севастополь является санкционной территорией, это препятствует открытию филиалов банков, юридических и страховых компаний; нет возможности открывать крупные, а точнее, нетжелания у инвесторов открывать филиалы крупных фирм.

Севастополь в состав Российской Федерации вошел относительно недавно, поэтому до сих пор отсутствует полный учет деятельности юридических и физических лиц, а также присутствует достаточно большой процент незарегистрированной жилой и коммерческой недвижимости (земельные участки, дома, квартиры, объекты незавершенного строительства). Вследствие несовершенства законодательной базы на региональном уровне значительное количество совершенных сделок признается незаконными.

Если говорить об инвестиционной составляющей, то для привлечения капитала с целью реализации проектов по улучшению экономического и социального климата на территории региона введены стимулы и преференции. Так, например, для индивидуальных предпринимателей были введены налоговые каникулы, а также объявлена свободная экономическая зона на территории не только г. Севастополя, но и на всей территории Республики Крым. Установленные льготы позволяют начинающим предпринимателям не только:

- уплачивать налог на прибыль в размере 2% в первое трехлетие деятельности; 6% - 4-8 годы; 13,5% - далее;

- в течение первого десятилетия оплачивать страховые взносы с зарплаты в размере 7,6 %;

- налоговая ставка на имущество организаций составляет 0%;

- но и направлять сэкономленные средства на развитие собственных предприятий и города.

Такие меры имеют цель стимулирования хозяйственной и предпринимательской деятельности.

При разработке, корректировке Стратегии и среднесрочных планов развития г. Севастополя необходимо учитывать работы по возобновлению закрытых крупных предприятий по судоремонту и судостроению, радиоэлектронике, научно-технических разработках. Властями города стимулируется открытие нового бизнеса, ориентированного на курортную сферу, открытие новых промышленных предприятий различных сфер экономики. Собственно, на это и направлено введение свободной экономической зоны. Вместе с тем, за предоставленные преференции предприятия обяжут вложить в развитие бизнеса примерно 150 млн. рублей за три года их финансово-экономической деятельности.

Существует набор инструментов регулирования социально-экономического состояния. Они разработаны с целью выведения региона на новый уровень и избегания негативных последствий. Этих инструментов достаточно множество, поэтому опишем некоторые из них, применимые именно к исследуемому региону, а именно к городу Севастополю. Если рассматривать административные инструменты, то среди них можно выделить методики отбора депрессивных сфер деятельности города и финансирование именно тех из них, которым необходима финансовая поддержка, благодаря которой они смогут экономически развиваться и выйти из депрессивного состояния. Также к административным мерам можно отнести создание особых экономических зон, которая уже введена на территории региона.

Среди инструментов организационно-экономического характера основную роль играет определение долгосрочных правил взаимоотношений с инвесторами, вложения которых безусловно положительно повлияют на развитие региона.

К финансовым инструментам можно отнести системные трансферты депрессивным сферам деятельности. Очень похожий инструмент уже упоминался выше среди административных инструментов.

Введение инновационных решений позволит городу выйти на новый уровень, повысит его потенциал и экономическую привлекательность. Органам государственной власти Севастополя необходимо активно поддерживать не только малые предприятия, но и не игнорировать развитие и поддержку крупных участников рынка, которые функционируют не один год или деятельность которых временно приостановлена. Необходимо возобновить отрасли, которые вообще перестали функционировать, продумать оптимальную финансовую стратегию развития предприятий, а также привлечь новых инвесторов, которые будут поддерживать экономический потенциал.

Список используемых источников

1. Евгения Горюнова. Экономические провалы г. Севастополя. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meridian.in.ua/35323.html>, свободный
Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-410-920001

УДК 620(075.8)

ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГИИ В ОБОСНОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

Медведева Людмила Николаевна, доктор экономических наук, доцент ВАК РФ, член-корр.РАЕ, профессор Волжского политехнического института (филиал ВолгГТУ)

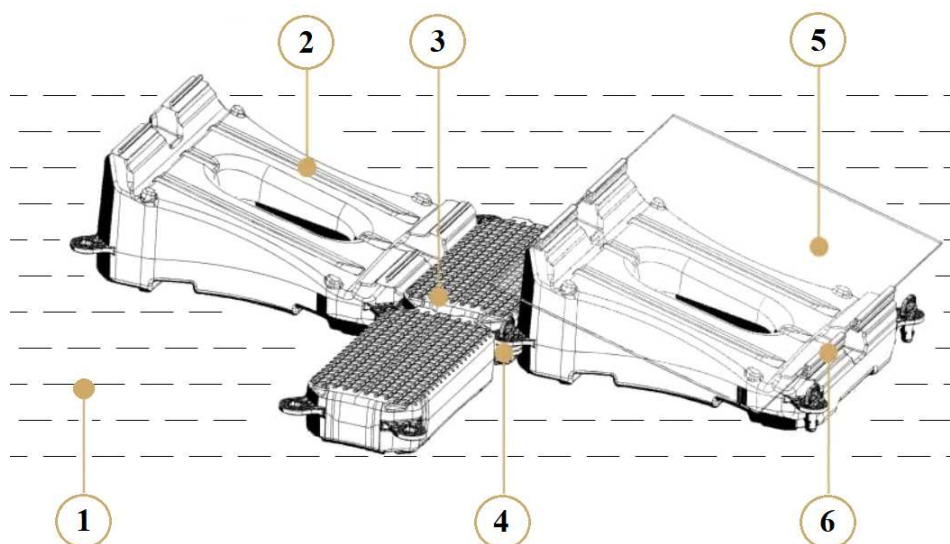
Аннотация: В статье рассматриваются вопросы применения методологии форсайт-исследований для развития отраслевой экономики. Представлены примеры формирования на конвергентной платформе новых направлений исследования, в частности, применение на водных объектах солнечной генерации.

Ключевые слова: форсайт-технологии, конвергентная платформа, водные объекты, солнечная генерация

В рамках научных Форсайтов могут проводиться изучения новых направлений развития экономики, в числе которых цифровизация промышленного и сельскохозяйственного производства [1,2]. Использование Форсайт-технологий подчиняется определенному алгоритму действий. На начальной стадии внимание концентрируется вокруг решений,

принимаемых в области национальных технологий; на следующей стадии начинают задействоваться альтернативные институты, которые позволяют разработать основной и дополнительные сценарии развития. На заключительной стадии рассматривается возможность применения национальных технологий в мировой практике. Большинство известных форсайт-технологий применяется при формировании научно-технической политики государства [3]. Используя Форсайт, как инструмент разработки представлений о будущем (visions); как технологию, предугадывающую вероятные «разрушающиеся» (disruptive) события; как меры для «эффективных» способов борьбы с изменениями, происходящими в природе, политики разрабатывают дорожные карты, методики и рекомендации. В свою очередь – технология сценарного планирования обогащается новыми приемами, такими как: «технологии слабых информационных сигналов», «джокер-прогнозирование» (wild cards). Форсайт-технологии могут выполнять роль инструмента «стратегической разведки» и обосновывать появление новых трендов на «исследовательских фронтах» (research fronts) в смежных областях знаний, в том числе, на конвергентной платформе [4]. Под конвергентными технологиями понимают «сочетание двух или более» из списка «био-, нано-, инфо-, когно- и социо-гуманитарных» технологий. Конвергентные технологии – термин, который был введен в научный оборот американскими учеными: М. Роко и У. Байнбриджем в 2002 году и стал отражением трансфера знаний между различными научными направлениями. За последние годы произошло интенсивное развитие новых областей науки и технологий, которые изменили жизнь человека и мировое экономическое пространство. Ученые разных научных школ научились сотрудничать, делать открытия на площадке «лабораторий без границ» [5]. Аграрные науки подарили нам новые формы борьбы (специальные биофермы, на которых выращивают биоопылителей и биоинсектиков) с вредителями сельскохозяйственных растений. Геоинформационные технологии позволили провести изучение земной поверхности и создать электронные карты полей. Наличие электронных паспортов садов и сельхозполей значительно упростили производственные процессы в АПК. Возобновляемые источники энергии позволили снизить затраты на подачу воды на полив. Применение «плавающих солнечных панелей» в мелиорации позволили аграриям обеспечить экологичность (уменьшить испарение воды и размывание берегов у водоемов) и рентабельность (низкая цена за аренду и установку солнечных панелей) производства.





Условное обозначение: 1 – водоем; 2 – первичный поплавок для поддержки модуля солнечной панели; 3 – вторичный поплавок для обслуживания и плавучести; 4 – модуль соединения; 5 – модуль площадка для монтажа солнечной панели; 6 – крепление для фиксации солнечной панели и первичного поплавка.

Рисунок 1 – Солнечные панели, размещенные на понтонах на водных объектах мелиорации

ВИЭ позволяют откачивать воду из скважин для полива растений и водоснабжения пастбищ, что позволяет уменьшить расходы аграриев на топливо и транспорт. Сегодня можно говорить о создании конвергентной платформы «Smart Melioration», обеспечивающей применение цифровых технологий в мелиоративном секторе АПК[3,5]. Предполагается, что внедрение достижений индустрии 4.0, цифровой экономики позволят завоевать России 15% мирового продовольственного рынка к 2030 году. Цифровую экономику России можно представить тремя уровнями, которые влияют на жизнь граждан и общества в целом:

- рынки и отрасли экономики;
- платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики;
- информационная инфраструктура, кадры и информационная безопасность.

Факторы, обеспечивающие внедрение цифровых технологий в национальные экономики представлены в таблице 1.

Таблица 1
Оценки факторов, влияющих на освоение цифровых технологий в экономике

| Индикаторы развития ИКТ | Значимые факторы |
|---|--|
| Домохозяйства | |
| Использование населением сети Интернет, % | ВРП на душу населения (руб) |
| Население, использующее широкополосный доступ в Интернет, % | Доля занятых с высшим образованием, % |
| Предпринимательский сектор | |
| Население, использующее Интернет на рабочем месте, % | ВРП на душу населения (руб) Доля занятых с высшим образованием, % |
| Организации, имевшие веб-сайт, % | Затраты на ИКТ |
| Организации, использовавшие специ- | |

| | |
|--|--------------------------------|
| альные программные средства, % | |
| Государственные услуги | |
| Доля населения, взаимодействовавшего с органами государственной власти через Интернет, % | Государственные субсидии |
| Уровень удовлетворенности качеством предоставленных государственных и муниципальных услуг в электронной форме, % | Затраты населения на ИКТ (руб) |

Цифровизация влечет за собой кардинальное изменение продуктов, процессов, бизнес-моделей и способов коммуникации. Среднегодовой долларовой прирост цифровой экономики в России в 2010-2016 годах составил 4,8%, в странах-лидерах – Скандинавии (7%), США и Великобритании (9%), Китае (20%) [5,6]. В России есть потенциал для роста цифровой экономики. Например, Евразийская технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания» объединяет более 170 крупных ведущих агрохолдингов и предприятий, 21 профильный НИИ, 30 университетов. Разработки ведутся по ключевым направлениям развития сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности в среднесрочной и долгосрочной перспективе. В сложившихся условиях наиболее перспективным направлением является разработка наилучших доступных технологий (НДТ). Комплексом мер по переходу на принципы НДТ, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 19 марта 2014 г. № 398-р, помимо других мероприятий, предусмотрена разработка информационно-технических справочников наилучших доступных технологий. В 2017 году были разработаны информационно-технические справочники (ИТС) по наилучшим доступным технологиям (НДТ) АПК:

ИТС НДТ 41 «Интенсивное разведение свиней»; ИТС НДТ 42 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы»; ИТС НДТ 43 «Убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях, побочные продукты животноводства»; ИТС НДТ 44 «Производство продуктов питания»; ИТС НДТ 45 «Производство напитков, молока и молочной продукции». В настоящее время в стране формируется система прогнозирования и планирования научно-технологического развития национальной экономики, что позволит обеспечить продовольственную и экономическую безопасность страны, спрогнозировать предполагаемые глобальные вызовы, связанные с ними угрозы и возможности научно-технологического развития [7,8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/78/227/27573.php>.
2. Цифровая Россия: новая реальность. 2017. Digital McKinsey, июль 2017 г. URL: <http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/07/Digital-Russia-report.pdf>
3. Melikhov V. V. Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy // L. N. Medvedeva, Viktor V. Melikhov, Alexey A. Novikov, Olga P. Komarova // Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Издательство: Спрингер. – 2017. – pp. 365-382
4. Медведев, А.В. Программно-целевой подход в управлении АПК: показатели эффективности и реализуемости государственных программ / С.В. Куприянова, Л.Н. Медведева, А.В. Медведев // Материалы международной научно-практической конференции «Тенденции и закономерности развития АПК России: национальный и международный аспекты». Издательство: ООО "АзовПринт". – 2017. – С. 329–335.
5. Колбачев Е. Б. Научные и методологические основы проектирования организационных структур и производственных процессов на основе пбис-конвергенции//

Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2017. № 5. С. 16-21.

6. Billon M., Lera-Lopez F., Marco R. ICT use by households and firms in the EU: links and determinants from a multivariate perspective // Review of World Economics. 2016. Vol. 152. Iss. 4. P. 629–654.

7. Medvedeva L N. Meliorative institutional environment - area of state interests / L. N. Medvedeva, V. N. Shchedrin S. M. Vasilyev A. V. Kolganov L. N. Medvedeva A. A. Kupriyanov // Espacios. – 2018. – Vol. 39. – № 12. – P. 28.

8. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902195504>.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ДЛЯ ВОЛГОГРАДСКОГО РЕГИОНА С УЧАСТИЕМ ОПОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Благинин С.И., начальник НИС ВПИ (филиал) ВолгГТУ,
Кейбал Н.А., д.т.н., профессор ВПИ (филиал) ВолгГТУ,
Синьков А.В., к.т.н., доцент ВПИ (филиал) ВолгГТУ,
Бойцов Е.П., генеральный директор ООО ВОЛТЕХНО

В Послании Федеральному Собранию на 2015 год Президент РФ В.В. Путин предложил реализовать национальную технологическую инициативу, в рамках которой предусмотрено осуществление крупных перспективных государственных проектов, обеспечение и укрепление национальной безопасности Российской Федерации, повышение уровня благосостояния населения, развитие инновационных отраслей экономики и промышленности. Вместе с тем, для перехода к качественно новому технологическому укладу и эффективной рыночной стратегии необходимо обеспечение одного из главных условий – ликвидация критической зависимости России от зарубежных технологий и промышленной продукции стран ЕС, США, Японии, Китая.

С учетом основных направлений стратегии развития в области инновационной системы целесообразно назвать *следующие проекты*, роль которых является определяющей в процессе эффективной модернизации производства и внедрения инновационных технологий:

Аддитивное производство замкнутого цикла.

Создание и производство материалов нового поколения.

Цифровые технологии для конструирования, моделирования и производства деталей и изделий.

Робототехника, станкостроение.

Технологии организации и управления производствами нового технологического уклада.

Глубокая переработка сырья нефти и газа.

По мнению академика РАН, директора ФГУП ВИАМ Е.Н. Каблова *доминантой* национальной технологической инициативы должны стать *аддитивные технологии* [1], которые интегрируют остальные пять проектов и задают вектор развития и создания условий перехода промышленности к производственным технологиям нового поколения.

Страны, сделавшие ставку на развитие аддитивных технологий, сегодня занимают наиболее выгодные позиции в мировом разделении труда. Эти технологии являются важным фактором в совершенствовании технологического процесса изготовления деталей сложных технических систем. По сути, это комплекс принципиально новых производственных процессов, в которых построение объекта или изделия происходит путем добавле-

ния (англ. add. – добавлять) материала, в отличие от традиционных технологий, где объект или деталь создается методом удаления лишнего.

Ниже предлагаются несколько проектов, которые могли бы быть реализованы в Волгоградском регионе, учитывая все упомянутое выше.

1. Производство гипсовых порошков и связующих составов для аддитивных технологий.

Расходными материалами в данном случае являются высококачественный композитный порошок на основе гипса и связующий клеевой состав.



Рис. 1 – Печать гипсовым порошком по заданным цифровым моделям

Волгоградский регион имеет конкурентные преимущества в виде профильного промышленного предприятия «ВОЛМА» и наличия научных школ по материаловедению и клеевым составам в разработке рецептур композитных порошков и рецептур клеевых связующих составов.

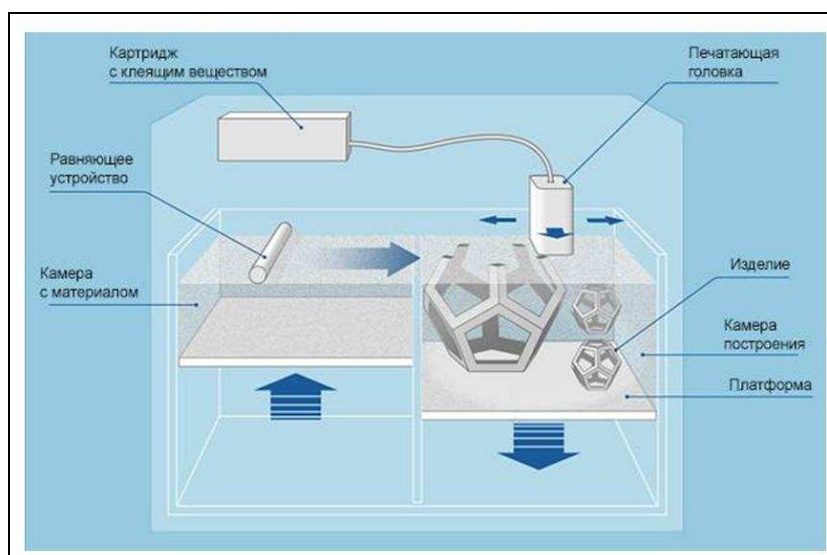


Рис. 2 – Принцип печати гипсовым порошком

Прогноз динамики рынка для материалов, используемых в аддитивных производствах различных направлений, представлен на рис. 3 [2].

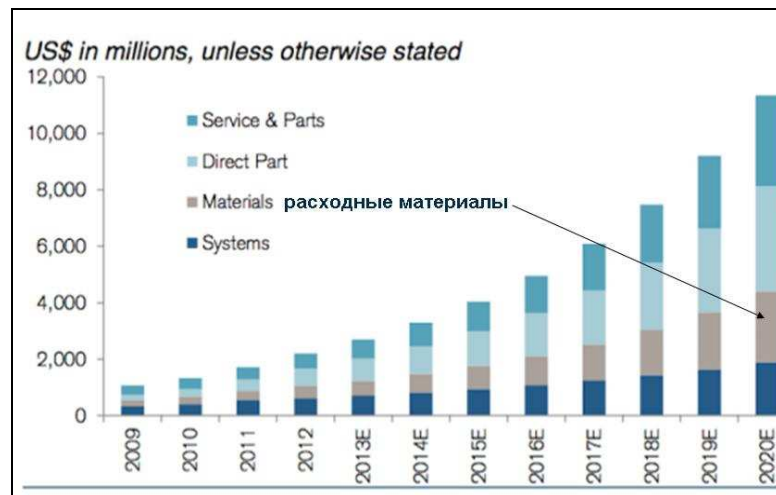


Рис. 3 – Прогноз динамики рынка для аддитивных технологий [2].

2. Производство филамента для FDM 3D-печати.

На рисунке 4 представлен процесс создания филамента и устройство для 3D-печати методом FDM.



Рис. 4 – Процесс создания филамента для FDM 3D-печати

В нашем случае резидентами проекта могут стать следующие организации: ВолгГТУ и ВПИ (филиал) ВолгГТУ как разработчики рецептур полимерных композиционных материалов, исполнители НИОКР и изготовители опытных партий филамента с заданными свойствами для FDM печати. ВНТК (филиал) ВолгГТУ и Инжиниринговый центр ПКМ (ВолгГТУ) могли бы заняться промышленным производством филамента для изготовления сложнопрофильных изделий и осуществлять связь с потенциальными потребителями. Поставщиком экспериментального оборудования по экструдированию пластика может стать ООО Хоум-Стайл (г.Томск). Получение опытных партий филамента можно осуществить на мощностях ООО НИТ (г.Волгоград). Площадкой для позиционирования, совместных НИОКР, конкурсов, грантов и профессиональной переподготовки мог бы стать ФГУП ВИАМ г.Москва.

Конкурентными преимуществами ВолгГТУ являются практически полное отсутствие собственного производства и производителей филамента в РФ, динамика рынка [2], собственные научные школы и технологии.

3. Плавающая строительная площадка для аддитивного домостроения.

В настоящее время инновационной формой строительства и опытным примером новой технологии является строительство домов аддитивным способом (рис. 5,6).

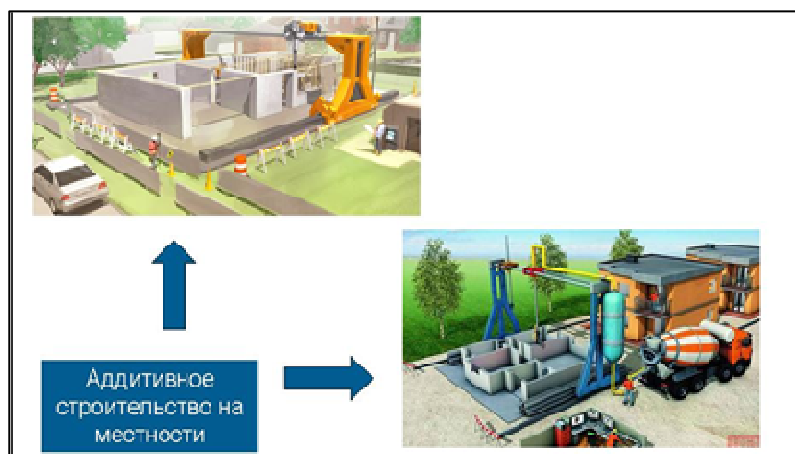


Рис. 5 – Аддитивное строительство на местности

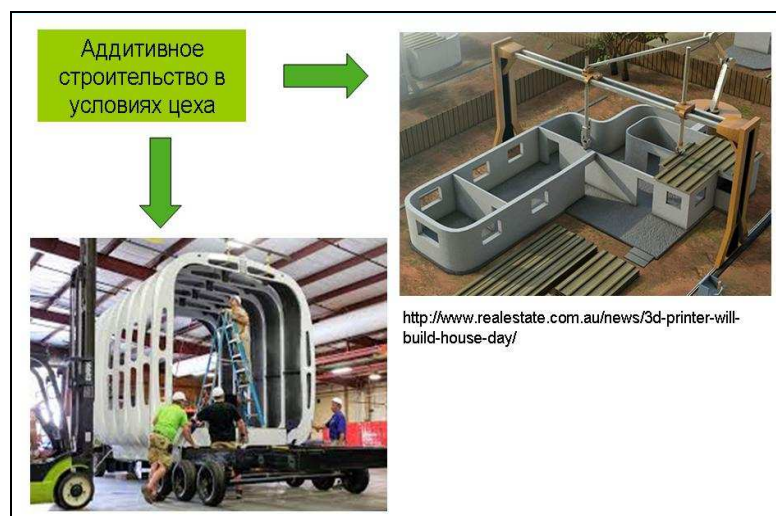


Рис. 6 – Аддитивное строительство в условиях цеха и строительного участка

В условиях географии региона возможно аддитивное строительство непосредственно на поверхности рек Волга, Ахтуба и др. Цех (участок) может быть плавучим (специализированная самоходная баржа и т.п.) (рис. 7).



Рис. 6 – Плавучий цех для аддитивного домостроения

Преимущества данного аддитивного строительства в первую очередь географические:

- абсолютная доступность основных расходных компонентов (вода, песок);
- возможность подхода плавучего цеха с готовым изделием непосредственно к берегу;
- близкая и удобная транспортировка готового изделия к месту установки в регионе;
- достаточная маневренность плавучего цеха по водным артериям и каналам;

- выполнение плавучим цехом функций земснаряда по углублению и расчистке фарватера реки при добыче песка для основного производства при производстве бетона.

Резидентами проекта могли быть стать ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, ИАиС как разработчики роботизированных бетононаливных устройств, рецептур ускорителей отвердевания бетонов и смесей, технологий строительства в условиях плавучего цеха. Основным резидентом по строительству судна может стать ЗАО «Волжский судостроительно-судоремонтный завод», который бы занялся непосредственным конструированием и строительством судна.

Построенные малоэтажные строения по заранее созданным цифровым моделям могли быть стать заменой ветхому жилью в регионе, также, это могут быть новые дачные домики, подсобные помещения для сельского хозяйства и т.п.

Библиография

1. Каблов Е.Н. Аддитивные технологии - доминанта национальной технологической инициативы // Интеллект и технологии. 2015. № 2 (11). С.52-55.

2.<http://www.3ders.org/articles/20130918-credit-suisse-3d-printing-market-will-be-much-bigger-than-what-industry-consultants-estimate.html>

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Н.А. Водопьянова, к.э.н., доцент кафедры «Экономика и менеджмент»
Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного
технического университета, г. Волжский

В условиях становления цифровой экономики условием конкурентоспособности да и самого выживания промышленных предприятий все чаще становится персонал. Казалось бы, промышленный персонал должен терять свою важность, сокращаясь количественно и вытесняясь машинами, но на практике происходит повышение его значимости, так как именно присоединение единицы промышленного труда ко все возрастающей по сложности и стоимости единице капитала создает уникальный продукт. Организации в условиях высокой волатильности внешней среды, усиливающейся глобальной конкуренции и все облегчающегося тиражирования результатов и продуктов их НИОКР стоят перед дилеммой: наращивать быстро устаревающий капитал или инвестировать в развитие персонала, повышая эффективность использования трудового потенциала, представляющего собой интегральную характеристику количества, качества и меры совокупной способности к труду различных групп людей [1, с. 120].

С другой стороны отдельный промышленный работник, понимая, что он находится под постоянной угрозой замещения капитальными ресурсами, должен постоянно расширять и совершенствовать свой личный трудовой потенциал. В этой связи работник осуществляет свое постоянное профессиональное развитие, представляющее собой процесс, в результате которого сохраняются качество и уровень профессиональных навыков и умений работника в течение всей профессиональной деятельности [3]. Следовательно, мы можем утверждать, что профессиональное развитие представляет собой систематическое подкрепление, усовершенствование и расширение спектра общих и профессиональных знаний, развитие личных качеств для освоения новых профессиональных знаний и навыков для эффективного выполнения профессиональных обязанностей на протяжении всей трудовой деятельности работника [4, с. 18].

Вместе с тем указанные обстоятельства, часто воспринимаются как противоречащие друг другу, что по нашему мнению не оправданно. Так как, с одной стороны, выжи-

вание организации не возможно без развития организационного трудового потенциала, с другой стороны, в полной мере профессиональное развитие промышленного работника возможно только при реализации эффективных мероприятий по управлению персоналом организации со стороны его руководства. Ведь в современных условиях отдельный промышленный работник не может не только самостоятельно определить стратегические направления развития своего трудового потенциала, не скоординировав их со стратегическими направлениями развития своего предприятия и отрасли, но и организовать доступ к обучающим технологиям и будущим производственным мощностям, не говоря уже об ограниченных возможностях финансирования своего обучения.

В таких условиях основными элементами управления профессиональным развитием промышленного персонала в организации являются:

- управление ротацией и карьерой работника;
- обучение персонала;
- мотивация и стимулирование;
- работа с кадровым резервом;
- мониторинг развития и аттестация;
- ресурсное обеспечение профессионального развития;
- управление саморазвитием работника [54, с. 153].

Можно выделить следующие этапы управления профессиональным развитием сотрудников (рис.1.).

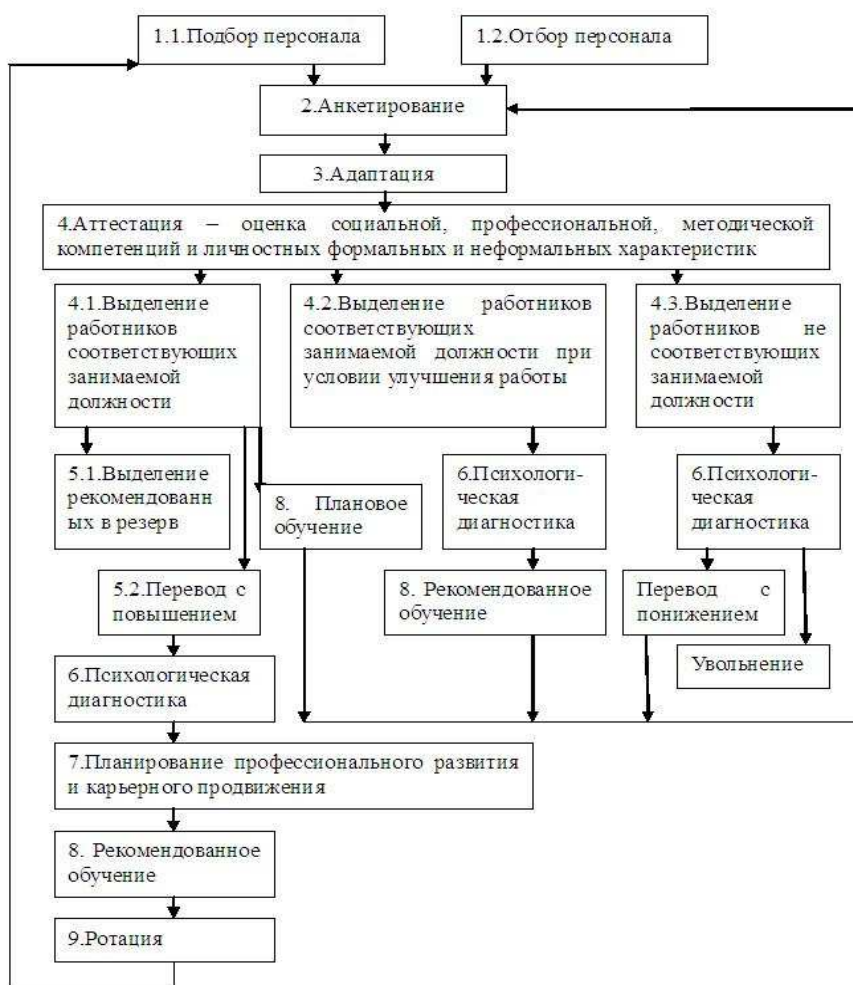


Рисунок 1. -. Этапы управления профессиональным развитием промышленного персонала в системе управления персоналом организации

Управление профессиональным развитием промышленного персонала в системе управления персоналом организации состоит в следующем:

- привлечение, подбор, отбор, оформление на работу. При реализации мероприятий по подбору и отбору претендентов на занимаемую должность руководство кадровой службы анализирует содержание предполагаемой работы и составляет должностную инструкцию, а также формулирует основные профессиональные требования к кандидату и определяют источники их привлечения;

- анкетирование принимающихся специалистов с целью оценки социально-психологического климата и оптимизации организационной культуры;

- адаптация работника в организации представляет собой многосторонний процесс его приспособления к содержанию и условиям трудовой деятельности, к социальной среде, совершенствования деловых и личностных качеств работника. Данный процесс предполагает взаимную активность и заинтересованность, как от работника, так и от коллектива.

- аттестация персонала должна проводиться каждые 3-5 лет с целью определения степени соответствия компетенций и личностных характеристик работников организации выполняемой ими работе и интенсивности рабочей нагрузки. Это позволит определить наиболее подходящие кандидатуры для продвижения и сформировать наиболее эффективный план обучения персонала;

- включение в кадровый резерв по разным видам деятельности и времени.

Отдельно необходимо отметить, что в условиях становления цифровой экономики профессиональное развитие работника не ограничивается развитием внутри одной, изначально выбранной профессии, т.к. по ряду причин человек может почувствовать ограничения в рамках данной профессии. Отсюда следует, что сознательный уход из профессии необходимо рассматривать, прежде всего, как невозможность самореализации в профессии, осознание кризиса и необходимость изменения личностной и профессиональной перспективы[4]. При этом невозможность самореализации затрагивает глубинные отношения личности и сознательный уход из профессии рассматривается как форма преодоления профессионального кризиса. В процессе профессиональной адаптации, человек выходит на осознанный выбор новой для него профессиональной деятельности. И тогда можно говорить о его дальнейшем профессиональном развитии.

Профессионализм можно определить как интегральную психологическую характеристику человеческого труда, отражающую уровень и характер овладения человеком профессией, означающую, что человек выполняет свою трудовую деятельность на уровне высоких образцов, сложившихся в профессии.

Выделяют пять уровней профессионализма, что отражено в таблице 1..

Таблица 1. - Уровни профессионализма

| Уровни профессионализма | Содержание |
|-------------------------|--|
| Допрофессионализм | <ul style="list-style-type: none"> - человек выполняет некоторые трудовые действия, не являясь профессионалом, т.е. не овладевший еще трудовыми навыками, не знающий норм и правил профессии; - обычно проходят все работники, а некоторые могут оставаться на нем и долгие годы; |
| Профессионализм | <ul style="list-style-type: none"> - работником приобретаются профессиональные качества; - по мере развития мотивации работник начинает более сознательно относиться к своему труду, самоутверждается как специалист и стремится повысить свою квалификацию; - данный период проходит в течение длительного |

| | |
|--|--|
| | времени и у всех людей по-разному |
| Суперпрофессионализм | <ul style="list-style-type: none"> – достигаются наиболее значительные профессиональные и творческие успехи; – человек «выходит за рамки профессии», обогащая ее своим личным вкладом |
| Непрофессионализм (псевдопрофессионализм) | <ul style="list-style-type: none"> – внешне создается впечатление довольно активной деятельности, которая не соответствует нормам и требованиям; – прикрывает своими действиями отсутствие профессионализма |
| Послепрофессионализм | <ul style="list-style-type: none"> – достигают все пенсионеры и переживают его по-разному: 1) остаться «профессионалом в прошлом», 2) стать консультантом, наставником и открывать новые грани профессионализма, помогая другим людям |

Источник: составлено автором

Профессионализм, с одной стороны, может рассматриваться как высокий уровень овладения профессией, а с другой, – как состояние, владение неким абстрактным систематизированным набором знаний и навыков в сочетании с основополагающей этической составляющей – служению обществу. Вершин профессионального мастерства можно достигать всю жизнь, постоянно совершенствуя свое мастерство, отыскивая в себе новые таланты и способности.

Библиографический список:

1. Водопьянова Н.А. Возможно ли эффективно управлять инновационным развитием социально-экономических систем // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2012. № 9 (73). С. 119-122.
2. Коваженков, М.А. Управление факторами производства в современных экономических условиях: социокультурный аспект / М.А. Коваженков // Экономика и управление: проблемы, решения. - 2016. - № 7. - С. 92-98.
3. Управление персоналом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.И. Михайлина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2014.— 280 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24834>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Федорова Н.В. Управление персоналом организации: учебник / Н.В. Федорова, О.Ю. Минченкова. – М.: КНОРУС, 2016. – 536 с.

СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ В ВЫСШЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Е.В. Якимович

Профессор кафедры ВСГ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Основным отличием постиндустриального общества от предыдущих ступеней его развития выступает изменение роли информации и отношения к ней в социуме. Информация становится одной из ведущих ценностей в сознании людей, появляются новые технологии ее обработки, которые активно используются в научных и производственных отраслях, а также в образовании [2]. Увеличенный объем информации, возможность обновления ее содержания и высокая скорость распространения выдвигают в качестве первоочередной задачи развитие новых компетенций у молодых специалистов, что вносит коррек-

тивы в образовательные стандарты. Важность приобретают способность быстрой ориентации в новом информационно-коммуникативном пространстве и умение адаптироваться к происходящим изменениям в киберсреде. Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией относятся к числу общепрофессиональных компетенций, а их формирование и совершенствование выступают задачами высшего профессионального образования.

Смарт-образование рассматривается в качестве новой формы организации педагогического взаимодействия и понимается как образовательный процесс, осуществляемый при опосредованной роли компьютерных технологий и перемещенный в цифровое пространство. Синонимами смарт-образования становятся интернет-обучение, электронное образование, онлайн-образование. Основное значение неологизма «смарт», заимствованного из английского языка, воспринимается как способность объекта быстро приспосабливаться к изменениям. В том случае, если речь идет об аббревиатуре SMART, то за ее составляющими стоят следующие смыслы: S – Self-directed (самоуправляемость, самоконтроль), M – Motivated (мотивированность), A – Adaptive (адаптивность, гибкость), R – Resource-enriched (богатство и вариативность ресурсов), T – Technological (технологичность) [3].

Смарт-образование обладает несомненными преимуществами по сравнению с традиционными формами образования. К наиболее значимым достоинствам цифровизации педагогического процесса относятся: 1) свободный доступ к знаниям, который не ограничен пространственно-временными рамками, что обеспечивает необходимую степень инклюзивности образования; 2) демократичность взаимодействия представителей образовательного учреждения (администрации, преподавательского состава) и обучаемых, в роли которых могут выступать все категории граждан и пользователей; 3) персонифицированный подход, учитывающий текущий уровень знаний, индивидуальный темп проработки учебного материала и психические особенности студентов, в частности, существует возможность визуализации теоретического материала для студентов с недостаточно развитыми аудиальными способностями; 4) эффективное управление, обеспечивающее оперативное информирование обучаемых, автоматизацию контролирующих мероприятий и, как результат, объективность оценки знаний, допустимость повторного прохождения контроля до момента достижения успешного усвоения материала; 5) созидательно-творческий характер обучения, выражающийся в самостоятельном создании знаний, базирующихся на сетевом обмене опытом и объединении потенциала виртуального и реального образовательных пространств. Кроме того, возможность самостоятельного выбора образовательных траекторий способствует формированию навыков самообразования и самоорганизации обучения, развитию самодисциплины.

В соответствии с сущностными характеристиками смарт-образования [1] могут быть определены области применения смарт-технологий в высшем профессиональном образовании. Прежде всего, это ситуации, в которых могут возникнуть проблемы с адаптацией, например: вхождение первокурсников в новые образовательные отношения, знакомство студентов заочного факультета с графиком учебного процесса, новыми формами обучения (лекция, семинарское занятие, учебная и производственная практика) и формами текущего, промежуточного и итогового контроля (в частности, написание эссе, конспекта, курсового проекта); адаптация к новым дисциплинам, которые появляются в курсе вузовского обучения и не были предметом изучения в школе (культурология, социология, психология, деловое общение, коммуникации в профессиональной деятельности, экология, основы научных исследований).

Одним из важных достоинств смарт-образования выступает его практико-профессиональная направленность. При этом организация взаимодействия с профессиональным сообществом может происходить как непосредственно при обучении, так и при дальнейшей поддержке выпускников, при необходимости дополнительного образования,

при востребованности их переквалификации, узкой специализации и профилизации. Смарт-технологии открывают возможности для визуализации сложных технологических процессов, а также для предварительной отработки навыков работы при опасном производстве. Расширенному участию работодателей на всех этапах образовательного процесса будут способствовать их привлечение к формированию профессиональных компетенций обучаемых, моделированию будущей профессиональной деятельности под контролем преподавателей-производственников, организации он-лайн консультаций со специалистами-практиками. Профессиональное сообщество должно выступить не только в роли заказчика, которому требуется определенное количество специалистов с конкретными навыками и компетенциями, но и активного участника процесса их подготовки.

Вместе с тем, смарт-технологии в высшем профессиональном образовании используются еще недостаточно широко, в том числе, по причине недостаточной готовности профессорско-преподавательского состава. Формирование образовательного киберпространства в качестве дополнительной среды для распространения знаний требует вложения дополнительных средств на приобретение оборудования, разработку программ и переобучение персонала.

Итак, смарт-технологии позволяют максимально приблизить образовательные услуги к потребителю, адаптировать их к инновациям современного общества, а также текущим потребностям работодателя. Перспективы использования смарт-технологий в высшем профессиональном образовании мы видим также в сфере формирования англоязычной образовательной среды как дополнительного средства интерактивного обучения, организации взаимодействия с зарубежными партнерами, при разработке и проведении виртуальных воспитательно-образовательных мероприятий, например, виртуальных дней открытых дверей. Эффективному внедрению смарт-технологий будет содействовать создание специализированных территориальных пунктов доступа для осуществления организационного и технического сопровождения обучаемых.

Список литературы

1. Днепроvская, Н. В., Янковская, Е. А., Шевцова, И. В. Понятийные основы концепции смарт-образования / Н. В. Днепроvская, Е. А. Янковская, И. В. Шевцова // Открытое образование. – 2015. – № 6. – С. 43-51.
2. Карманов, А. М. Смарт как качественно новая ступень развития постинформационного общества / А. М. Карманов // Экономика, Статистика и Информатика. – 2014. – № 5. – С. 38-41.
3. Якимович, Е. В. Вариативность лингвокультурного концепта «смарт» / Е. В. Якимович // Гуманитарный научный вестник. – 2018. – №4. – С. 23-29

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАФЕДРЫ БИОИНЖЕНЕРИИ И БИОИНФОРМАТИКИ ИНСТИТУТА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ВОЛГУ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ И НИИ РЕГИОНА

Зимиha Ю.А., кандидат химических наук, доцент кафедры биоинженерии и биоинформатики ВолГУ, Волгоград

Срослова Г.А., кандидат биологических наук, доцент кафедры биоинженерии и биоинформатики ВолГУ, Волгоград

Постнова М.В., доктор биологических наук, старший научный сотрудник, зав. кафедрой биоинженерии и биоинформатики ВолГУ, Волгоград

Востребованность выпускников – один из важнейших факторов, который формирует имидж университета. Данный показатель является одним из аккредитационных показателей и отражает степень конкурентоспособности вуза на рынке образовательных услуг, а

также характеризует степень взаимодействия учебного заведения с реальным сектором экономики.

Промышленные предприятия сегодня всерьез озабочены нехваткой квалифицированных кадров, соответствующих их профилю. Особенно чувствительны к этому предприятия среднего и малого бизнеса, поскольку, в отличие от крупных предприятий, не в состоянии при необходимости самостоятельно провести обучение молодого специалиста. Одновременно существенная доля выпускников вузов оказывается невостребованной и не имеет возможности трудоустройства по выбранному направлению подготовки. Одной из причин данного противоречия является недостаточный уровень сотрудничества между вузами и потенциальными работодателями.

Основные факторы, которые препятствуют налаживанию полноценных связей между предприятием и вузом:

- отсутствие заинтересованности лиц, которые отвечают за практику обучающихся со стороны предприятия;
- иногда предприятие и вуз взаимодействует, ограничиваясь только проведением производственных практик;
- организация практик часто носит формальный характер, обучающиеся не получают реальных навыков работы, которые необходимы им при трудоустройстве;
- вузы открывают новые образовательные программы без учета потенциального рынка труда;
- потенциальные работодатели не стремятся четко сформулировать свой «заказ», т.е. тот пакет компетенций, которыми должен обладать выпускник.

Рассмотрим опыт реализации взаимодействия между предприятиями и институтом естественных наук Волгоградского государственного университета на примере кафедры биоинженерии и биоинформатики. Кафедра обучает и выпускает специалистов по направлению 06.05.01. «Биоинженерия и биоинформатика». Это молодая, но весьма перспективная специальность, появление которой обусловлено все возрастающей потребностью действующих отраслей промышленности региона и страны в целом. Выпускники данной специальности способны решать широкий круг задач из сферы биологии с помощью математических, физических и инженерных методов, которые могут возникать при таких направлениях деятельности как медицина, фармакология, экология, сельское хозяйство, биотехнологии, переработка растительного и животного сырья и др.

За годы своей работы кафедра установила партнерские связи с предприятиями города, такими как ООО «Мегамикс», ОАО «Сады Придонья», ГНУ «Поволжский институт производства и переработки мясомолочной продукции», ФГУП НИИ «Гигиены, токсикологии и профпатологии» ФМБА России и др. Данные предприятия являются базами практик, где обучающиеся приобретают навыки и умения, необходимые для решения задач в области биоинженерии и биоинформатики.

Для повышения качества образования при взаимодействии с партнерами кафедра биоинженерии и биоинформатики внедряет в учебный процесс элементы концепции так называемого дуального образования, т.е. когда обучающийся практические знания получает на предприятии, а теоретические в образовательном учреждении. Так, часть аудиторных занятий проводится на базе ГНУ «Поволжский институт производства и переработки мясомолочной продукции», которые проводят ведущие специалисты института.

В Волгоградской области модернизируются старые или строятся новые предприятия, на которых внедряются современные технологии и способы организации производства. Такие предприятия являются ценными партнерами для вузов. В текущем году наиболее активно кафедра сотрудничала с ООО «Мегамикс» - ведущим российским производителем премиксов для всех видов сельскохозяйственных животных и птиц. Предприятие было запущено в г. Волгограде в 2009 году по уникальному концепту, разработанному совместно с BASF SE (Германия) и компанией Ottevanger Milling Engineers (Нидерланды) и является полностью автоматизированным производством.

Помимо организации практики и экскурсий на предприятие для обучающихся и преподавателей кафедры, был разработан план совместных мероприятий, куда входят и другие эффективные формы сотрудничества, а именно: оплачиваемая стажировка студентов, круглые столы, конкурсы для студентов, ярмарки вакансий, проводимые предприятием, организация лекций сотрудников предприятия для обучающихся кафедры.

В каждом вузе существуют свои традиции взаимодействия с промышленными предприятиями. Правильный выбор базы практики является основой для обеспечения качества образования, успешного прохождения практики обучающимися, формирования у них необходимых для будущей профессиональной деятельности навыков и компетенций. Важно расширять спектр предприятий, вовлеченных в этот процесс, а также необходимо внедрять новые эффективные формы взаимовыгодного сотрудничества.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕГИОНА

В.Е. Костин, канд. техн. наук, доцент, декан автомеханического факультета,
ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

С.А. Мальцев, канд. биол. наук, главный консультант по рыбоводному комплексу
ООО «Прибой»

А.А., Рыбанов, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика и техноло-
гия программирования», ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

А.А. Силаев, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Автоматика, электроника и
вычислительная техника», ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

А.В. Савчиц, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика, электроника и вычислитель-
ная техника», ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Н.А. Соколова, старший преподаватель кафедры «Химическая технология полимеров и
промышленная экология», ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Рыбоводное хозяйство «Прибой» расположено в 50 километрах к северу от города Волгограда на левом берегу Волгоградского водохранилища. Основным направлением деятельности хозяйства является выращивание товарной рыбы в прудах. Продукцией хозяйства являются: карп, толстолобик и белый амур.

Повышение эффективности работы рыбоводного комплекса ООО «Прибой» связано с расширением использования естественной кормовой базы прудов за счет привлечения летающих насекомых, снижением потерь при выращивании рыбы от воздействия рыбоядных птиц, а также применением энерго- и ресурсосберегающих технологий при кормлении рыбы, интегрированных в автоматизированную систему контроля и обработки информации.

Для решения поставленных задач совместно со специалистами ООО «Прибой» была создана рабочая группа из преподавателей и студентов старших курсов ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Задачи, связанные с расширением использования естественной кормовой базы прудов за счет привлечения летающих насекомых и снижения потерь при выращивании рыбы от воздействия рыбоядных птиц, решено было объединить с системой автоматизированного контроля и обработки информации и решать в ходе сквозной проектной деятельности в рамках выполнения выпускной квалификационной работы по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Для сбора первичной информации и составления технического задания для выпускной квалификационной работы студенты ВПИ прошли производственную практику на предприятии. Для достижения поставленных целей было принято решение разработать автономное multifunctional устройство, представляющее собой платформу, уста-

новленную непосредственно в акватории пруда, на которой смонтированы: устройство докорма рыбы летающими насекомыми в ночное время, датчики контроля состояние воды и акустический модуль отпугивания рыбоядных птиц.

Информация с датчиков температуры воды и содержания в ней растворенного кислорода передается на центральный компьютер и учитывается при реализации программы кормления.

Результатом является автоматическое формирование карт кормления, которое может быть реализовано путем разработки Web-ориентированной программно-информационной системы. Программные модули расчета, заложенные в программно-информационную систему, должны быть согласованы с конкретными условиями выращивания рыбы. Следовательно, в составе программно-информационной системы должны присутствовать модуль контроля и мониторинга за параметрами, характеризующими условия выращивания рыб (содержание растворенного кислорода, температура воды, pH среды, индивидуальная и общая массы рыбы и т.д.), который с заданным интервалом времени пополняет базу данных системы текущими значениями параметров.

Применение Web-ориентированной программно-информационной системы позволит накапливать в базе данных следующую информацию: количество рыб в каждом бассейне, их средний вес, общий вес рыбы за период выращивания, отход, суточные дозы корма, расход корма, кормовой коэффициент, использование корма, кроме того, расход воды в каждом бассейне и общий, скорость течения в бассейнах, содержание растворенного кислорода, температуру, pH среды, концентрацию аммиака, суммарное тепло используемой воды (градусодни), продолжительность светового периода. Все эти данные необходимы для рационального ведения процесса выращивания. Вся информация, относящаяся как к данному, так и к любому другому дню, может выводиться на экран мобильного приложения пользователя.

Количество растворенного в воде кислорода является фактором, ограничивающим кормление, поэтому норма раздачи корма должна соответствовать содержанию кислорода в бассейне. При автоматизации кормления должен учитываться ежесуточный прирост рыбы. Интенсивность кормления может быть либо постоянной в течение всего дня, либо переменной. Пользователь программно-информационной системы должен иметь возможность задать максимальную или минимальную интенсивности кормления на первую или вторую половину дня.

Автономные многофункциональные устройства можно располагать по площади пруда на стационарных опорах или плавающих понтонах по схеме, представленной на рис. 1. Показатели качества воды могут варьироваться в разных точках водоёма, поэтому необходимо производить измерения в нескольких контрольных точках.

Кружками отмечены платформы с необходимым оборудованием. Для работы системы требуются не только измерительные устройства, но и контроллер, управляющий работой датчиков, приводом кормушки, акустическим модулем и устройствами связи. Поскольку платформа находится в акватории пруда, то подводить электричество к каждому устройству нецелесообразно. Поэтому для электрификации каждой конкретной установки используются возобновляемые источники энергии – фотоэлектрические преобразователи и аккумуляторы. Система энергообеспечения работает следующим образом: в светлое время суток происходит подзарядка аккумулятора от фотоэлектрического преобразователя; в тёмное время суток система работает за счёт накопленной аккумулятором энергии. Расчеты и натурные испытания показали, что для нормальной работы устройства в автономном режиме в 5-й рыбоводной зоне вполне достаточно фотоэлектрического преобразователя мощностью 30 Вт и соответственно аккумуляторной батареи емкостью 9 Ач.

Каждое устройство снабжено радиопередатчиком, который передаёт информацию об измерениях на головное управляющее устройство (на рис. 1 оно отмечено звёздочкой). Оно принимает данные со всех измерительных станций, обрабатывает и архивирует их. Одновременно с этим оно отправляет обработанную информацию в интернет, для этого на

нём имеется специальный модуль. Информацию со всех измерительных приборов можно как усреднить, получив среднее значение измеряемой величины по водоёму, так и рассматривать отдельно показания с каждого из датчиков, в этом случае можно более детально судить о проблемах качества воды в конкретной зоне пруда.

В темное время суток устройство обеспечивает дополнительную подкормку рыбы за счет привлеченных к источнику света летающих насекомых. В настоящее время известны несколько способов дополнительной подкормки рыбы с помощью источников светового излучения. Большинство этих способов связано с привлечением насекомых к источнику света, их уничтожением тем или иным способом и последующим скармливанием [3].

Для проверки эффективности работы оптического светопреобразователя и определения видового состава привлеченных насекомых был проведен натурный эксперимент, в результате которого подтвердилась высокая эффективность работы устройства по привлечению насекомых, а также проанализирован их видовой состав. Анализ результатов эксперимента показал, что наибольшее количество привлеченных насекомых составляют комары-звонцы (30%) и мошки речные (31%) [4]. Именно эти виды насекомых и их личинки имеют наибольшее кормовое значение для рыб семейства карповых на стадиях развития личинки и малька [3].

Основные технические решения в рамках сквозной проектной деятельности прорабатывались при изучении дисциплин «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Программное обеспечение систем управления».

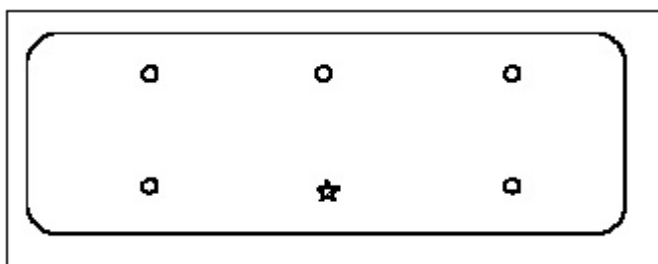


Рис.1. Схема расположения датчиков на водоёме

Кормление рыбы и внесение в воду извести и других веществ осуществляется с плавучего самодвижущегося плавсредства – понтона. В движение понтон приводит бензиновый ДВС. Применение ДВС имеет следующие недостатки:

- повышенный шум;
- опасность попадания в воду ГСМ;
- негативное воздействие выхлопа на окружающую среду;
- необходимость использования углеводородного топлива.

Для устранения этих недостатков понтон может быть оснащен электродвигателями, для питания которых используется тяговая аккумуляторная батарея, которая в свою очередь получает энергию от фотоэлектрических преобразователей. Такая схема практически бесшумна и не выделяет никаких вредных веществ в окружающую среду.

Кроме того, управление движением понтона и процесс раздачи корма могут быть автоматизированы. То есть понтон автоматически, без участия человека движется по площади пруда, а из бункера кормораздатчика разбрасывается корм. При этом данные о положении понтона, параметрах его движения, расходе и виде используемого корма передаются на центральный пост к дежурному оператору. При необходимости загрузки корма понтон подходит к загрузочной площадке, где его загружают кормом.

Таким образом, у оператора в любой момент времени есть полная объективная картина состояния любого пруда хозяйства с данными о расходе кормов и т.д.

Внедрение такой системы позволит значительно повысить эффективность процессов выращивания рыбы за счет уменьшения влияния «человеческого фактора» на технологические процессы.

Студентами ВПИ (филиал) ВолгГТУ в рамках сквозной проектной деятельности при изучении дисциплин «Компьютерная графика», «Техническая механика», «Электротехника и электроника», «Оборудование автоматизированных производств» разработана концепция и создан опытный образец катамарана с приводом от двух электродвигателей, для энергообеспечения которых используется тяговый аккумулятор глубокого разряда. С целью увеличения времени работы от аккумулятора на катамаране установлены фотоэлектрические преобразователи. В июне 2015 года образец успешно прошел первые ходовые испытания в акватории Волгоградского водохранилища, в сентябре 2016 года были проведены ходовые испытания гелиокатамарана с системой дистанционного управления, а в октябре 2018 года – испытания с усовершенствованной системой управления, в которой в качестве органа, задающего управление и скорость движения, использовался двухкоординатный джойстик, управляющий работой электродвигателей с помощью микроконтроллера, который считывает показания джойстика и выдает соответствующее управляющее воздействие.

В целом взаимодействие с индустриальным партнером, которым являлось ООО «Прибой», дало положительный эффект как для предприятия, так и для вуза. Студенты получили практический опыт в рамках сквозной проектной деятельности при решении конкретных технических задач предприятия, в рамках совместной работы были выполнены и успешно защищены две выпускные квалификационные работы бакалавра и ещё одна готовится к защите. По результатам совместной работы опубликовано с участием студентов 6 работ, студенты ВПИ приняли участие в промышленных выставках, студенческих фестивалях и конкурсах, на которых разработки, выполненные по заказу ООО «Прибой», получили призовые места. Результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ВПИ (филиал) ВолгГТУ при непосредственном участии студентов в рамках проектной деятельности, после завершения испытаний могут быть внедрены, как на ООО «Прибой», так и на других рыбоводных предприятиях.

Список, используемых источников

1. Антипова, Л. В. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко, М. М. Данылиев – Лань, 2013 г. – 420 с.
2. Гришин В.Н. Современные проблемы пресноводной аквакультуры: Учеб.пособие. – М.: РУДН, 2008. – 138 с.
3. Газалов В.С. Электрооптический преобразователь с газоразрядными источниками-аттрактантами для подкормки рыбы: монография / В.С. Газалов, Н.И. Шабанов, А.Д. Бабаев, В.Н. Беленов, Е.А. Шабаев. – Волгоград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 186 с.
4. Подкормка рыбы на выростных прудах. Костин В.Е., Мальцев С.А., Савчиц А.В., Саразов А.В., Соколова Н.А., Корнеев А.С.// Фермер. Поволжье. 2017. № 11 (65). – С. 68-69.

«ЗЕЛЕНАЯ ЛОГИСТИКА» КАК МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Г.И. Лукьянов,
профессор кафедры «экономика и менеджмент» ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Усиливающаяся конкуренция на развитых рынках и связанных с ней проблемы роста, сложная и быстроменяющаяся окружающая среда, ускорение и удорожание научно-технического прогресса заставляют подвергнуть ревизии сложившиеся на ранних этапах

формирования рыночной экономике в России принципы и методы управления предприятием, повышают важность изучения рыночной среды, сбора информации о потребителях, поставщиках и конкурентах в целях принятия эффективных решений, связанных с осуществлением производственно-коммерческой деятельности. Коммерческий успех хозяйствующего субъекта, его конкурентоспособность в течение определенного времени базируется на финансовом благополучии компании, связанной со стабильным получением прибыли, и заключается в умении добиваться того, чтобы покупатели в условиях конкурентной борьбы отдавали бы предпочтение продукции конкретного субъекта предпринимательской деятельности.

«Российская экономика проходит период глубокой трансформации в ближайшие годы в нашей стране предстоит осуществить коренное обновление своей экономической системы, соответствующее тем вызовам и изменениям, которые на наших глазах происходит в мировом и социальном и экономическом порядке» [1, с.5]. Одной из причин нежелания заниматься предпринимательской деятельностью выступают очень высокие риски, а система управления ими на сегодняшний день пока не разработана. Д. Медведев на одном из рабочих совещаний отмечал, что необходимо ускорить разработку и внедрение системы управления профессиональными рисками, в том числе, и управления рисками, направленными на повышение экологической безопасности продукции и уменьшение вредных выбросов в окружающую среду, а также на обеспечение информационной базы для получения новых знаний, позволяющих, в том числе, снижать экологические риски предпринимательской деятельности.

«Феномен риска – это форма правления человеческой субъективности в объективно обусловленных социальных ситуациях, фундаментальным признаком которых является ограниченность имеющихся ресурсов, что создает обстановку неопределенности и требует от социального субъекта выбора своего поведения в виде ответа на угрозы и вызовы» [2, с.64]. В последние годы все большее развитие получает сфера «зеленых» технологий, к которым принято относить инновационные решения в сфере переработки и вторичного использования материалов, очистки сточных вод, энергосбережения, контроля над загрязнением воздушной среды, возобновляемых источников энергии, защиты окружающей среды. «Зеленая» логистика связана с производством и распространением товаров на устойчивой основе с учетом экологических и социальных факторов. Логистическая политика должна формироваться не только исходя из последствий на экономической состояние компании, но и с учетом более широких последствий для общества. Уже сейчас многие предприятия начинают измерять свой уровень выброса углекислого газа, что позволяет отслеживать последствия их деятельности на окружающую среду, идет активная разработка правительством задач по сокращению выбросов и др. экологических мер. Это обуславливается возросшей за последние годы обеспокоенности в отношении влияния человеческой деятельности на окружающую среду, в результате чего текущие логистические практики будут неэффективны в долгосрочной перспективе.

Комплексность и географическая обширность хозяйствующих субъектов влекут постоянное появление новых экологических задач, проблем и непрерывный поиск их решений. Повышенное внимание предприятий к «зеленому» аспекту их логистических операций обусловлено такими тенденциями, как повышение информированности потребителей посредством экологической маркировки, повышение спроса на специалистов по вопросам защиты окружающей среды, а также растущее политическое воздействие и регулирование в этом направлении.

«Зеленая логистика», или логистика ресурсосбережения, изучает методы проектирования инновационной продукции с оптимальной материалоёмкостью, методы разработки ресурсосберегающих производственных технологий и производств для выпуска инновационной продукции; методы, способы и средства снижения материально-, ресурсо-, и энергоёмкости продукции в промышленности, т.е. во всех звеньях логистических цепей (или цепей поставок) – «материально-техническое обеспечение – промышленное произ-

водство – распределение промышленной продукции». Начало развитию «зеленой» логистики было положено немецким учёным Эрвином Мюллером в 1989 г. Совместно с коллегами он уделил большое внимание логистике, отметив сильную связь между логистикой, охранной окружающей среды и природными ресурсами. Позднее ученые университета г. Люблина (Словения) исследовали потенциальный положительный эффект от использования стандартов при инвестициях в работу транспорта, безвредную для окружающей среды. Они проанализировали зависимости между логистикой, эффективностью системы поставок и соответствием стандартов качества. «Зеленая логистика» делает акценты на предотвращение загрязнения на самых начальных стадия планирования и осуществления производственных процессов.

Логистика устойчивого, безопасного развития призвана сформировать следующие основные направления в организации производства: эффективное использование энергетических ресурсов; минимизация потерь, связанная с неэффективностью производственного процесса; минимизация экологического воздействия на окружающую среду; эффективное использование материальных и сырьевых ресурсов; разработка и внедрение инновационных методов управления и организации производственных процессов; эффективное использование существующих мощностей.

Нормативное регулирование является важным аспектом и будет оставаться основным двигателем для продвижения «зеленой логистики». Ни одна хозяйствующая единица не является самодостаточной, следовательно, каждому предприятию необходимы ресурсы извне, хотя логистические операции являются неотъемлемой частью внутреннего процесса любой организации. Устойчивое развитие имеет три составляющих компонента, это экологическая составляющая, экономическая и социальная. С появлением в середине 1980-х годов концепция «всеобщей ответственности», в отличие от общей теории организации, данная концепция рассматривает, также и социальную составляющую логистики. Этот факт говорит о достаточном потенциале использования логистики в решении социальных проблем, среди которых выделяются: рост потребления, экономические проблемы, низкий уровень экономической культуры персонала и др. Логистика имеет значительный потенциал для осуществления экономического контроля транспортных систем, процессов утилизации товаров, контроля и снижения загрязнения, реализации процессов энерго и ресурсосбережения.

В рамках «зеленой» логистики прогрессивным, с точки зрения экономии ресурсов и охраны окружающей среды, является внедрение новых видов топлива, безотходных «зеленых» технологий, обеспечивающих комплексное использование и переработку всех видов производства. Необходимо продолжить имеющиеся инструменты стимулирования предприятия к переходу на экологические технологии в сфере логистики и в сопутствующих областях, также искать новые, более действенные методы, которые строятся не на экономической выгоде, а на создании важности перехода к устойчивому развитию, невозможности перехода к данной модели без модернизации, столь важной сферы жизни общества, как логистика.

Литература

1 Медведев Д.А. Социально-экономическое развитие России: обретение новой динамики // Вопрос экономики.2016.№10.с.5-30.

2 Лукьянов Г.И. Концептуальное обоснование риска в контексте социальной реальности // Философия и культура.2011.№11(47)с.59-65.

ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛИ В МАЛОМ БИЗНЕСЕ

Петренко А.А., Опейкина Т.В.
«Волгоградский кооперативный институт (филиал)
Российского университета кооперации»
ВКИ (филиал) РУК, г. Волгоград

Аннотация: в статье дана характеристика динамики развития онлайн-рынка в России, рассмотрены основные этапы и вопросы, возникающие при организации интернет-магазина, эмпирическим путем выявлены основные проблемы организации интернет-торговли в сфере малого бизнеса, отмечены положительные и отрицательные моменты его функционирования в современной экономической системе

Ключевые слова: Интернет-торговля, интернет-магазин, электронная торговля, дистанционная торговля, малый бизнес, малое предприятие, СМП, развитие онлайн-рынка.

Интернет-торговля в настоящее время является одним из самых перспективных легкодоступных и востребованных видов торговли. Постановлением Правительства РФ от 7 сентября 2018 года №1065, в целях консолидации вопросов развития цифровой экономики, использования информационных технологий, формирования в России информационного общества и электронного правительства, ранее действовавшие в этой области государственные координационные органы преобразованы в Правительственную комиссию по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности [14].

Федеральный закон от 24.07.2007 N 209-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» определяет критерии малого предприятия как предприятия, имеющего среднесписочную численность за предшествующий календарный год не более 100 человек и доход не более 800 млн. руб. Минимум 51% уставного капитала ООО должно принадлежать физическим лицам или организациям – субъектам малого предпринимательства (СМП). Доля организаций, не относящихся к СМП, не должна превышать 49%, доля государства, регионов или НКО - 25% (пп. «а» п. 1 ч. 1.1 ст. 4 Закона N 209-ФЗ). Кроме того, обозначены критерии для микропредприятий: среднесписочная численность не более 15 человек и доход не более 120 млн. руб. [6].

Однако при осуществлении цифровизации общества в сфере экономического развития малого бизнеса возникает ряд вопросов.

Во-первых, законодательная база функционирования интернет-торговли в России: законы РФ, регулирующие предпринимательскую деятельность в сети интернет, действия и бездействие проверяющих и контролирующих органов власти.

Так, в законе «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации» отсутствует определение дистанционной торговли [5]. Дистанционная торговля – одна из форм розничной продажи товаров, отличаемой от традиционной магазинной торговли является наличие между продавцом и потребителем расстояния, регулируется Постановлением Правительства РФ от 27.09.2007 N 612 (ред. от 04.10.2012) «Об утверждении Правил продажи товаров дистанционным способом»: «Продажа товаров дистанционным способом – продажа товаров по договору розничной купли-продажи, заключаемому на основании ознакомления покупателя с предложенным продавцом описанием товара, содержащимся в каталогах, проспектах, буклетах либо представленным на фотоснимках или с использованием сетей почтовой связи, сетей электросвязи, в том числе информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также сетей связи для трансляции телеканалов и (или) радиоканалов, или иными способами, исключаящими

возможность непосредственного ознакомления покупателя с товаром либо образцом товара при заключении такого договора» [2]. Контролирующим органом является Роспотребнадзор [9].

Торговля через интернет – дистанционный способ продажи товара и «договор розничной купли-продажи может быть заключен на основании ознакомления покупателя с предложенным продавцом описанием товара посредством каталогов, проспектов, буклетов, фотоснимков, средств связи (телевизионной, почтовой, радиосвязи и других) или иными способами, исключающими возможность непосредственного ознакомления потребителя с товаром либо образцом товара при заключении такого договора» (ГК РФ ст. 497 п. 2) [1].

Закон о защите прав потребителя ст. 26.1 практически дублирует положения Гражданского Кодекса: «Договор розничной купли-продажи может быть заключен на основании ознакомления потребителя с предложенным продавцом описанием товара посредством каталогов, проспектов, буклетов, фотоснимков, средств связи (телевизионной, почтовой, радиосвязи и других) или иными исключающими возможность непосредственного ознакомления потребителя с товаром либо образцом товара при заключении такого договора (дистанционный способ продажи товара) способами» [4].

Согласно ст. 2 Модельного закона «Об электронной торговле», электронная торговля – торговля, осуществляемая с использованием информационных систем, информационно-коммуникационной сети и электронных процедур, а «электронная сделка» – любая сделка, совершенная сторонами сделки посредством проведения электронных операций по сделке [8].

Можно отметить, что существующая законодательная база в РФ хотя и достигла более-менее единого определения интернет-торговли как «дистанционной торговли», но ещё не отражает всех ее аспектов и требует доработки в области бухгалтерского и налогового законодательства, упрощения процесса регистрации интернет-магазина.

Во-вторых, экономические аспекты, включающие затраты на создание и содержание сайта, на регистрацию товарного знака фирмы (знака обслуживания); использование адекватных платежных систем согласно закону № 54-ФЗ [7] и др.

Сумма затрат является зачастую определяющей для малого бизнеса, представители которого и так в настоящее время находятся под давлением различного рода офлайн и онлайн супермаркетов. Что касается затрат на создание сайта под интернет-магазин, то суммы колеблются в среднем от 3400 руб. до 30000 руб. Регистрация домена (доменного имени) – от 149 до 1300 руб. Регистрация товарного знака фирмы необходима, чтобы избежать фирм-двойников, которые будут уводить у вас клиентов, а исключительные права на товарный знак возникают лишь после его регистрации в уполномоченном государственном органе (Роспатент) [3]. По времени процедура государственной экспертизы длится 12-14 месяцев и еще 2 месяца уходит на выдачу свидетельства. Стоимость от 16000 руб. и выше, включая две госпошлины.

Исследование пространства сети Интернет показало, что не все предприятия создают свой собственный сайт для осуществления продаж, многие пользуются бесплатными интернет-платформами, где размещают основные данные о деятельности своего предприятия, его место расположения и контактные данные. Так, например, по данным бесплатного рекламного интернет-пространства Cataloxy в Волгоградской области зарегистрированы и работают 50105 компаний, из которых наибольшую долю занимают компании, расположенные непосредственно в Волгограде 68,7% (34429 компаний) [12]. Причем, они не обязательно являются интернет-магазинами. В большинстве случаев компании используют подобные бесплатные площадки как информационный стенд и возможность мини-рекламы. И чем на большем количестве площадок будет размещена такая информация, тем больше шансов, что потребитель обратится в данную компанию по имеющимся контактным данным, а в случае открытого интернет-магазина или сайта – отправит заказ (лид) через специальную кнопку на сайте, позвонит оператору или поставит лайк на стра-

ничке в социальных сетях. На том же сайте Catalogu интернет-магазинами себя позиционируют всего 55 компаний, из которых большую долю занимают услуги по доставке цветов, подарков, продуктов питания. Площадка позволяет также участвовать в тендерах и размещать свои заявки.

По данным АКИТ (Ассоциации компаний интернет-торговли) 80% интернет-магазинов в России уже используют онлайн-кассы при осуществлении своей деятельности [13]. Стоимость услуг по регистрации онлайн кассы в налоговой инспекции и техническому подключению онлайн кассового аппарата к ОФД составляет 2900 рублей. Сейчас перед владельцами площадок онлайн-торговли стоит задача каким-то образом совместить обе эти схемы. Когда покупатель оплачивает заказ в интернет-магазине, онлайн-касса автоматически делает запись об этом в фискальных накопителях (ФН) и передает сведения оператору фискальных данных (ОФД). Так как оплата производится по интернету, то чек нужно не печатать, а сразу отправить в электронной форме на телефон или электронную почту клиента. Важно помнить, что платежная система не отправляет чеки – согласно п. 5 статьи 1.2 54-ФЗ, это обязанность продавца [7].

Отдельно хотелось бы отметить, что оплата в интернет-магазине тоже может производиться разными способами, для удобства клиента это могут быть банковские карты, Яндекс-кошелек, PayPal и др. Если же продавец использует и оффлайн магазин для продажи товаров, то ему до 01 июля 2019 года придется приобрести ещё для торговой точки онлайн-кассу стоимостью от 4200 руб. до 28500 руб. и внедрить её в процесс торговли. Чтобы онлайн-касса работала в связке с интернет-магазином, нужно подключить ее к программе, которая управляет сайтом – к CMS. Для простого подключения существуют специальные модули-интеграции. Здесь на выручку предпринимателю уже приходят компании, разрабатывающие прикладные программы по совмещению оффлайн и онлайн-торговли, например «Мой склад». Последняя, кстати, предоставляет множество бесплатных возможностей для клиента начать свой бизнес в интернете с нормальным складским учетом, адаптированным с другими прикладными бухгалтерскими программами, без которых сложно обойтись уже от номенклатуры численностью свыше 100 единиц.

И как результат предыдущих пунктов, многим предпринимателям придется преодолеть психологические барьеры, а именно консервативное мышление, как со стороны продавцов, так и со стороны покупателей. Надо отметить, что за последние годы количество людей, приобретающих что-либо через интернет-магазины в целом возросло. Но по данным РБК Россия пока еще в значительной мере отстает от ведущих стран мира по уровню компьютеризации и интернетизации. Так, если в Австралии доля пользователей интернета составляет 94% от общей численности экономически-активного населения, а в Великобритании, Германии, США, Японии и Франции она превышает 80% уровень, то в России данный показатель составляет лишь 65% (по данным на лето 2015 года) [15]. Ежемесячная аудитория интернета по состоянию на сентябрь 2017 - февраль 2018 года достигла 90 млн. человек и составила 73% населения страны старше 12-ти лет. Об этом рассказала на открытии крупнейшей конференции Рунета «РИФ 2018» директор по интернет-исследованиям Mediascope [10].

Одними из ключевых факторов роста интернет-аудитории в этом году стали доступные смартфоны и недорогие тарифы на мобильный интернет. В 2017 году более 200 миллионов человек впервые стали владельцами мобильных устройств, и теперь две трети из 7,6 млрд. мирового населения имеют мобильный телефон. Количество пользователей интернета в 2018 году достигло 4,021 млрд. человек, что на 7% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Аудитория социальных сетей в 2018 году насчитывает 3,196 млрд. человек – это плюс 13% к прошлогоднему показателю. Мобильными телефонами в 2018 году пользуются 5,135 млрд. человек – на 4% больше, чем год назад [17].

Влияние на решение открыть малому предпринимателю интернет-магазин оказывает общая динамика развития рынка товаров и услуг в Российской Федерации и мировые тенденции электронной коммерции. По данным АКИТ, общий объем рынка по итогам 2017

года составил 1 трл. 40 млрд. рублей. Это всего на 13% больше, чем в 2016 году, когда увеличение объемов по итогам года составило 21% [16]. Рост замедлился в два раза по сравнению с прошлым годом. По словам главы АКИТ, рост зарплат и пенсий в России не привёл к увеличению реальных доходов населения и не вызвал покупательского спроса [11].

Тем не менее, очевидно, что Россия постепенно сокращает свой отрыв от лидирующих стран. Растет также доверие к продавцам на интернет-рынке. Порой высокотехнологичные товары клиенты покупают не задумываясь, а вот к материалу, из которого изготовлена одежда, могут придаться и даже отправить товар обратно продавцу.

Существенно влияет на внедрение интернет-торговли в малом бизнесе нежелание делегировать полномочия по ведению операций в интернет-магазине наемным сотрудникам, и даже не из-за сомнения в их квалификации, а просто потому, что предприниматель, организовавший своё дело «с нуля», привык всё и всегда делать самостоятельно.

Отсутствие адекватной, приемлемой системы контроля в сфере малого бизнеса наряду с минимальным опытом осуществления функции контроля самим предпринимателем так же оказывает отрицательное воздействие на процесс организации интернет-торговли. Как правило, индивидуальный предприниматель, руководитель малого бизнеса не всегда обладает нужными знаниями и опытом управления персоналом или же просто не уделяет должного внимания таким важным управленческим функциям, как анализ деятельности и контроль. То же самое можно сказать и про систему планирования – многие предприниматели считают ее ненужным элементом, отнимающим много времени.

Рассмотренные вопросы пока остаются мало изученными и вызывают разногласия авторов в современной научной и публицистической литературе. А пока идут дебаты, интернет-рынок не стоит на месте, и те методы и схемы, которые могли принести сказочную прибыль в 2008 году, в 2018 уже может принести значительный убыток.

Можно сделать вывод, что в настоящее время пользователей в сети интернет достаточно для того, чтобы каждый продавец нашел своих клиентов. Что касается России, то здесь покупатели приобретают больше товаров на AliExpress.com, потому что это удобно, быстро и легко, правда товар не всегда оправдывает ожидания покупателей. На просторы интернет вышла торговая площадка Joom с хорошей рекламой, предложением цен, акциями и плохим воплощением в реальности. Оба интернет-магазина торгуют китайской продукцией. Конечно, малый бизнес в России не может позволить себе выставить цены на товар такие же, как на китайских сайтах. Это и плохо, и хорошо одновременно: вещи отличного качества не могут стоить дешево, и это понимают потенциальные потребители, но незначительное повышение доходов населения за последние годы наряду с повышением стоимости товаров первой необходимости и коммунальных услуг, не дают возможности покупать качественные вещи. Если встает вопрос о выборе между ценой и качеством, более 60% покупателей-россиян выберут низкие цены вследствие чрезмерной закредитованности населения и низкого уровня заработной платы.

И все же тенденции развития рынка интернет-торговли больше положительные. Остается пожелать малому бизнесу использовать лучший опыт отечественных и зарубежных фирм для привлечения клиентов и осуществления своей успешной деятельности на просторах Интернета.

Список использованной литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 N 14-ФЗ (ред. от 29.07.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2018) [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_9027/8c729ad1778be8c2adf185e6c30a667513e26d00/

2. Постановление Правительства РФ от 27.09.2007 N 612 (ред. от 04.10.2012) «Об утверждении Правил продажи товаров дистанционным способом» [Электронный ресурс] //

СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_71418/сес011b240d930e3ba04a9e26bc38d7c4c5f2def/

3. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О техническом регулировании» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/

4. Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 04.06.2018) «О защите прав потребителей» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/1525b1a2f037db240c8e6a749619f8be53857f13/

5. Федеральный закон от 28.12.2009 N 381-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95629/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/

6. Федеральный закон от 24.07.2007 N 209-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/law/podborki/kriterii_malogo_predpriyatiya/

7. Федеральный закон «О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении наличных денежных расчетов и (или) расчетов с использованием электронных средств платежа» от 22.05.2003 N 54-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс» / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42359/

8. Модельный закон «Об электронной торговле» (Принят на двадцать девятом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ постановление от 25 ноября 2008 года № 31-12, Санкт-Петербург). [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=29090

9. Письмо Роспотребнадзора «О контроле за соблюдением Правил продажи товаров дистанционным способом» № 0100/10281-07-32 от 12.10.2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/191976/>

10. Аудитория интернета в России выросла на 4%. [Электронный ресурс] // РИФ. – 2018. / Режим доступа: <https://2018.rif.ru/news/auditoriya-interneta-v-rossii-virosla-na-4>

11. Бахарев И. Российский рынок интернет-торговли в 2017 году: обзор исследования АКИТ. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://e-pepper.ru/news/rossiyskiy-rynok-internet-torgovli-v-2017-godu-obzor-issledovaniya-akit.html>

12. Бесплатное рекламное пространство Cataloxy [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://volgograd.cataloxy.ru/firms.htm>

13. Маилян А.А. Административные барьеры на рынке Интернет-торговли // NovaInfo.Ru (Электронный журнал) – 2016 г. – № 48-3; URL: <https://novainfo.ru/article/7124>

14. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/>

15. Российский рынок интернет-торговли: товары 2015. [Электронный ресурс] // Аналитический обзор, основанный на результатах онлайн-опроса 6-е издание. – 2015. – РБК, Москва. / Режим доступа: http://alfabank.rbc.ru/media/research/file/Интернет-торговля_товары_спецверсия.pdf

16. Седых И.А. Рынок интернет-торговли в России. 2016 год. [Электронный ресурс] // Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. / Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2017/03/10/1169536647/Рынок%20Интернет-торговли%20в%20РФ%202016.pdf>

17. Сергеева Ю. Интернет 2017–2018 в мире и в России: статистика и тренды. [Электронный ресурс] // <https://www.web-canape.ru/business/internet-2017-2018-v-mire-i-v-rossii-statistika-i-trendy/>

УДК 339

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИНТЕГРАЦИИ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Гасанова Залина Владиславовна,
студент ФЭУ, Волгоградский государственный технический университет,
г.Волгоград, Российская Федерация
Оноприенко Юлия Геннадиевна,
к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент и финансы производственных систем и технологического предпринимательства», Волгоградский государственный технический университет,
г.Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: В данной статье рассмотрена теоретическая концепция процесса международной экономической интеграции государств. Особое внимание уделено основным видам, причинам и значимости экономической интеграции в развитии стран.

Ключевые слова: международная экономическая интеграция, транснационализация, интеграционные блоки, интернационализация производства.

Abstract: this article discusses the theoretical concept of the process of international economic integration of States. Special attention is paid to the main types, causes and importance of economic integration in the development of countries.

Key words: international economic integration, transnationalization, integration blocks, internationalization of production.

В последние годы стали особенно актуальны вопросы экономической интеграции среди многих стран мира, которые объединяются в различные политические, экономические и другие союзы с целью взаимной поддержки и перспективного развития. Но прежде чем говорить об основной концепции международной экономической интеграции, необходимо определить основное понятие интеграции.

Под экономической интеграцией, как правило, подразумевают процесс экономического взаимодействия разных стран, приводящий к сближению хозяйственных механизмов и их постепенному экономическому слиянию.

Во многих литературных источниках представлено большое количество подходов к понятию международной экономической интеграции, в этой статье авторы постараются представить определение, наиболее точно описывающее данное понятие.

Международная экономическая интеграция – это процесс экономического и политического объединения стран на основе развития устойчивых взаимоотношений, разделения труда между национальными экономиками и взаимодействия их на разных уровнях и в различных формах с целью увеличения совокупной экономической производительности и торговой деятельности государств.

В современном мире национальная экономика претерпевает качественное изменение – транснационализацию, представляющую собой процесс взаимодействия и взаимопереплетения национальных экономик, появления многоотраслевых комплексов в международном масштабе. Это связано с тем, что процесс мирового производства все более интегрируется в рамках транснациональных корпораций (ТНК), влияющих на процессы ре-

структуризации и реорганизации национальных экономик [1]. Также к ключевым преимуществам экономической интеграции относятся: торговые выгоды, занятость и политическое сотрудничество. Несмотря на выгоды, экономическая интеграция имеет свои недостатки, к которым относятся, например, отвлечение торговли и «эрозия» национального суверенитета.

В российской экономике также наблюдается рост международной транснациональной осведомленности и активного влияния ведущих промышленных и финансовых корпораций. В свою очередь, ряд российских компаний также заинтересованы в приобретении акций иностранных компаний или торгово-экономическом сотрудничестве (как между национальными экономиками стран Содружества Независимых Государств, так и между промышленным и финансовым секторами Евразийских экономик стран).

В большинстве случаев экономическим обоснованием и ключевой причиной интеграции между государствами-членами экономических союзов является увеличение торговли, что приводит к повышению производительности. В результате созданы такие континентальные экономические блоки (АСЕАН, НАФТА, САКН, Европейский союз и Евразийское экономическое сообщество) и межконтинентальные экономические блоки для Восточной Азии и Трансатлантической зоны свободной торговли [2].

Исторически интеграция развивалась на нескольких основных стадиях (этапах), которые сформировали следующие типы интеграционных отношений, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Виды экономической интеграции

| Типы интеграционных отношений | Содержание |
|--|--|
| Таможенный союз | Функционирование зоны произвольной торговли, налаживание единого внешнеторгового тарифа и проведение единой внешнеторговой политики в отношении третьих стран |
| Общий рынок | Предоставляет своим участникам свободу передвижения капитала и рабочей силы, а также вольную взаимную торговлю и единый внешний тариф, координацию экономической политики. |
| Зона свободной торговли | В этой зоне торговые ограничения между странами-членами отменены, и, прежде всего таможенные пошлины. Акцент делается почти исключительно на увеличении обмена товаров. |
| Полный экономический и политический союз | Этап объединяет все вышеуказанные формы с реализацией общей экономической и денежно-кредитной политики |
| Преференциальная торговая зона | Объединение стран, которые предоставляют различные виды торговли для сокращения или устранения таможенных пошлин. |

Как показывает практика, развитие международного разделения труда и международного производственного сотрудничества среди разных стран приводит к международной социализации производства – интернационализация производства. Эти экономические факторы, а также политический диалог способствуют укреплению торговых отношений стран на мировом рынке, формированию нетрадиционных интеграционных схем.

Современный интеграционный тип взаимоотношений стран должен быть основан на поиске путей достижения баланса технологических, политических и социально-экономических интересов государств в мировом масштабе.

Список литературы:

1. Вафина, Н.Х. Транснационализация производства в свете теории самоорганизации экономических систем.– М.: Издательство КГФИ, 2002.-с. 316. [Электронный ресурс]. –[2018] – Режим доступа: http://www.mirkin.ru/docs/_dumnaya/bookVafina.pdf
 2. Экономическая интеграция. [Электронный ресурс]. – [2018] – Режим доступа URL: <http://www.ereport.ru/articles/mirecon/ecint.htm>
- © Гасанова З.В., Оноприенко Ю.Г., 2018.

УДК 657

БУХГАЛТЕРСКАЯ (ФИНАНСОВАЯ) ОТЧЕТНОСТЬ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Чурилина Елена Андреевна

Студент ФЭУ Волгоградского государственного технического университета,
г. Волгоград, РФ

Оноприенко Юлия Геннадиевна,

к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент и финансы производственных
систем и технологического предпринимательства»,

Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: в статье рассматриваются теоретические аспекты и источники анализа финансового состояния предприятия, а также состав годовой бухгалтерской отчетности. Особое внимание уделено необходимости анализа финансового положения организации на основе бухгалтерского учета и отчетности.

Ключевые слова: бухгалтерская отчетность, бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, отчет об изменениях капитала, отчет о движении денежных средств, анализ финансового состояния.

Abstract: the article discusses the theoretical aspects and sources of analysis of the financial condition of the enterprise, as well as the composition of the annual financial statements. Particular attention is paid to the need to analyze the financial position of the organization on the basis of accounting and reporting.

Keywords: financial statements, balance sheet, statement of financial results, statement of changes in capital, statement of cash flows, analysis of financial condition.

При разработке мероприятий, направленных на укрепление финансового положения предприятия и определение тенденций развития, целесообразно провести предварительный анализ и оценку различных форм отчетности.

На основе бухгалтерской (финансовой) отчетности рассчитываются показатели, необходимые для анализа финансового состояния экономического субъекта. Каждая форма бухгалтерской отчетности несет в себе данные, необходимые для выявления платежеспособности, обеспеченности финансовыми ресурсами, рациональности их размещения и эффективности использования. Указанные показатели служат обоснованием для принятия решений как внешних, так и внутренних пользователей. Отметим, что финансовое состояние организации трактуется, как способность предприятия финансировать свою деятельность, для которой характерны платежеспособность, обеспеченность финансовыми ресурсами, обязательными для нормального функционирования предприятия, рациональность их размещения и эффективность использования, финансовые взаимоотношения с контрагентами, финансовая устойчивость. [3]

Финансовая отчетность основывается на данных бухгалтерского учета по установленным формам, определяемых нормативными документами. [1, с.24] Состав годовой бухгалтерской отчетности представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Состав годовой бухгалтерской отчетности

Основным источником при анализе финансового состояния организаций является Бухгалтерский баланс. В нем содержится классификация хозяйственных средств предприятия в динамике за три года по двум направлениям: по составу и размещению средств и по источникам их формирования и целевому назначению. [4] На базе формы №1 проводят горизонтальный и вертикальный анализ, строят агрегированный баланс, оценивают имущественное положение, рассчитывают показатели финансовой устойчивости, ликвидности и платежеспособности, анализируют чистые активы. Также производится вычисление показателей деловой и инвестиционной активности, рентабельности организации и прочих. [6, с.4] Для полноты анализа используют Приложение к бухгалтерскому балансу, содержащее расшифровку основных статей Бухгалтерского баланса.

Отчет о финансовых результатах (форма №2) обозначается основным источником информации о доходах, расходах и финансовых результатах организации в динамике за два года. В данной форме отражены следующие показатели: выручка, себестоимость продаж, доходы и расходы, которые понесло предприятие, а также его прибыль. Дополнительно представлена информация об операциях, не подлежащих включению в чистую прибыль (убыток) указанного периода. Справочно выделен совокупный финансовый результат периода, приведены данные о базовой и разводненной прибыли (убытке) на акцию.

Как объект внешнего финансового анализа отчет по форме №2 служит основой для проведения оценки доходности бизнеса и целесообразности инвестирования в активы анализируемой компании; анализа возможности погашения основной суммы и обслуживания долга и т.д. Внутренний анализ отчета направлен на анализ доходов и расходов, показателей финансовых результатов и рентабельности с позиций целей стратегического управления, решения конкретных задач отчетного года. Он также важен в контексте сравнения со среднеотраслевыми значениями показателей оборота, чистой прибыли и рентабельности продаж с показателями конкурентов и наиболее успешных компаний. [2]

Отчет об изменениях капитала содержит сведения об увеличении и об уменьшении капитала за предыдущий и отчетный годы. Форма №3 содержит три раздела, посвящен-

ных учету движения капитала, перечислению корректировок в связи с изменением учетной политики и исправлением ошибок, а также отражению особо важной величины изменения чистых активов. [6, с.4] Данный отчет позволяет провести оценку управления структурой источников финансирования на базе анализа достаточности источников формирования запасов и определения типа финансовой ситуации, а также на базе анализа нормативных коэффициентов финансовой устойчивости (независимости).

Отчет о движении денежных средств (форма №4) раскрывает информацию о денежных потоках организации, отражающую источники поступления денежных средств и направления их расходования в разрезе текущей, инвестиционной и финансовой деятельности. Анализ на основе отчета по форме №4 позволяет изучить объем, состав, динамику и структуру денежных потоков организации, осуществить расчет результативного чистого денежного потока на основе прямого и косвенного методов расчета. Основными пользователями такой информации являются собственники и кредиторы. [5]

В форме №1, в форме №2, а также в форме №5 содержатся лишь общие данные, отражающие итоги деятельности предприятия. Для более полного анализа финансового состояния организации необходима дополнительная информация, которая может быть отражена в пояснениях к бухгалтерской (финансовой) отчетности. [6, с.5]

Отчет о целевом использовании средств характерен для общественных организаций, которые не осуществляют предпринимательскую деятельность, из чего следует, что в анализе финансового состояния использоваться не может.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что прошлое и текущее финансовое положение, как и результаты деятельности, анализируются на основе бухгалтерской отчетности. Результатом такого анализа является получение ключевых (наиболее информативных) параметров, дающих объективную и наиболее точную картину финансового состояния.

Список использованных источников:

1. Абдукаримов, И.Т. Факторный анализ и методика цепных подстановок [Электронный ресурс] / И.Т. Абдукаримов// Социально-экономические явления и процессы, 2015. – №2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktornyy-analiz-i-metodika-tsepnyh-podstanovok>, свободный.
2. Анализ финансовой отчетности : учеб. пособие / О.В. Ефимова [и др.] – М. : Издательство «Омега-Л», 2013. – 388 с. : ил., табл. – (Высшее финансовое образование).
3. Грищенко, О.В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: учебное пособие /О.В. Грищенко. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 112 с.
4. Калимуллина, А.М. Бухгалтерский баланс: назначение, принципы построения, техника составления и использование в анализе [Электронный ресурс] / А.М.Калимуллина, С.С. Галияхметова// Путь науки, 2014. – № 1 (1). – С. 121-123. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21520147>
5. Пожидаева, Т.А. Анализ финансовой отчетности: учебное пособие / Т.А. Пожидаева. – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2010. – 320 с.
6. Селезнева Н.Н. Анализ финансовой отчетности организации [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов по специальности «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» (080109), слушателей курсов по подготовке и переподготовке бухгалтеров и аудиторов/ Селезнева Н.Н., Ионова А.Ф. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА,2017. – 583 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71187>
7. Торхова, А.Н. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия : учебное пособие / А.Н. Торхова. – Изд. 3-е, стер. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 103 с. © Оноприенко Ю.Г., Чурилина Е.А., 2018

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ РОССИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ

Курцадзе Нано Имедаевна,
студент ФЭУ Волгоградского государственного технического университета,
г. Волгоград, Российская Федерация
Оноприенко Юлия Геннадиевна,
к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент и финансы производственных
систем и технологического предпринимательства»,
Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация: в статье рассматривается экономическое содержание понятия «интеллектуальный капитал», исследуется его структура, основные источники финансирования и актуальность теории интеллектуального капитала. Особое внимание уделено проблемам инвестирования в интеллектуальный капитал в России.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, инвестиции, финансирование, образование.

Abstract: the article deals with the economic content of the concept of "intellectual capital", explores its structure, the main sources of financing and the relevance of the theory of intellectual capital. Special attention is paid to the problems of investment in intellectual capital in Russia.

Key words: intellectual capital, investments, financing, education.

В настоящее время в условиях инновационного развития интеллектуальный капитал в России становится важным конкурентным преимуществом как для отдельной компании, так и для государства в целом. Существуют различные подходы к анализу понятия интеллектуальный капитал, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Подходы к анализу определения «интеллектуальный капитал»

| | |
|--------------------------------|--|
| Б. З. Мильнер | Знания, навыки, принадлежащие как компании, так и отдельным лицам, а также структурные и культурные элементы [4]. |
| Л.А. Водопьянова | База, в которой собраны все знания работников организации, накопленный опыт, общение, организационная структура, система управления, информация, имидж и т.д. [1]. |
| Т. Стюарт | Интеллектуальный материал, который включает в себя знания, опыт, информацию, интеллектуальную собственность и участвует в создании ценностей. Это коллективная умственная энергия [4]. |
| Й. Руус, С. Пайк, Л. Фернстрём | Обозначение творческих возможностей фирмы по созданию и реализации интеллектуальной и инновационной продукции [3]. |
| С. Алберт, К. Бредли | Процесс преобразования знаний и неосязаемых активов в полезные ресурсы, дающие конкурентные преимущества индивидуумам, фирмам и нациям [4]. |
| Дж. К. Гэлбрейт | Интеллектуальная деятельность [4]. |

| | |
|---|---|
| <p>В. В. Багов, Е. Н. Селезнев, В.С. Ступаков</p> | <p>Интеллектуальный инструментарий компании, который определяет ее творческие возможности по созданию и реализации интеллектуальной и инновационной продукции, услуги, состоящие из трех компонентов: кадровый капитал; интеллектуальная собственность; маркетинговые активы [4].</p> |
|---|---|

Источник: составлено авторами

Проанализировав мнения ученых, можно утверждать, что данное понятие весьма многогранно, и поэтому каждый автор по-своему видит сущность данного понятия. В целом, «интеллектуальный капитал» - это информация и знания, которыми обладает компания и которые в дальнейшем приведут компанию к богатству и конкурентному преимуществу. К рассматриваемому капиталу можно отнести: информационные достижения, научно-технические достижения, достижения культуры и образования.

В научной литературе, посвященной теории интеллектуального капитала, к составляющим структуру интеллектуального капитала относят, как правило, следующие виды капитала:

- человеческий капитал (знания, умения, практические навыки и способности людей, их моральные ценности);
- организационный капитал (организационные возможности фирмы создавать патенты, бренды, культуру поведения организации с клиентами и т.д.)
- потребительский (клиентский) капитал (структура, позволяющая потребителю продуктивно общаться с персоналом компании, устанавливать устойчивые связи и отношения с клиентами и потребителями).

Особенностью социально-экономического развития общества в конце XX и начале XXI веков является довольно крепкое возрастание роли человеческого фактора. В современной глобальной экономике, человеческие ресурсы обладают одним из самых весомых позиций, так как они необходимы для достижения конкурентного превосходства и обеспечения эффективного развития экономического роста предприятий и отраслей экономики. Данное развитие в основном зависит от человеческих ресурсов, которые являются носителями знаний и опыта. На сегодняшний момент человек выступает не столько носителем новых знаний, сколько его создателем, это говорит о перемене подходов к созданию моделей функционирования макроэкономических систем. В связи с этим, можно смело утверждать, что лишь только с вложениями в интеллектуальный капитал Российская Федерация имеет возможность превратиться из страны, которая торгует, в основном собственными ресурсами, в государство, чей экономический рост будет достигаться за счёт инновационных научно-технических достижений [1].

На сегодняшний момент, интеллектуальный капитал выступает как объект для инвестиций. Инвестиции – это долгосрочные вложения с целью увеличения производства. Как говорил Д.Гэлбрейт, «доллар, вложенный в интеллект человека, часто приносит больший прирост национального дохода, чем доллар, вложенный в железные дороги, плотины, машины и другие капитальные блага» [3]. При этом следует учитывать ключевые особенности вложений в интеллектуальный капитал. Во-первых, срок окупаемости таких вложений более долгий (примерно от 5 до 10 лет), чем у вещественных активов (от 1 года до 5 лет). И, во-вторых, даже при непрерывных и целенаправленных вложениях в людской капитал, издержки данных вложений довольно велики. Если национальная экономика способна абсорбировать знания и эффективно их использовать, то это будет в большей мере предопределять финансовый потенциал и благосостояние нации. В современном мире успешность социально-экономического развития страны напрямую зависит от открытости общества для импорта новых знаний и информации. В России инвестиции в научно-технические разработки составляют менее 7 млрд. долларов, когда за рубежом одна транснациональная компания тратит на это намного больше денежных средств. Крупные российские компании, имеющие возможность финансировать научные исследования, не

спешат вкладывать инвестиции в развитие научной деятельности. Перечень основных стран по уровню инвестиций на научно-исследовательскую работу представлен в таблице 2.

Таблица 2. Уровень инвестиций в НИОКР в 2018г., млрд.долл.[5].

| Страны | Расходы на НИОКР, млрд. долл. |
|----------------|-------------------------------|
| США | 476,5 |
| Китай | 370,6 |
| Япония | 170,5 |
| Германия | 109,8 |
| Южная Корея | 73,2 |
| Франция | 60,8 |
| Индия | 48,1 |
| Великобритания | 44,2 |
| Бразилия | 42,1 |
| Россия | 39,8 |

В России инвестирование в НИОКР осуществляется в основном из государственного бюджета, причиной тому может служить то, что сложившиеся права собственности на интеллектуальный капитал практически не дают стимула для финансирования и инвестирования в них частных фирм. В общей массе всего лишь 15-20% средств составляют частные вложения в развитие науки, в то же самое время в развитых странах наука развивается за счёт финансирования в неё частных научно-исследовательских центров. Кроме того, причиной низких затрат на НИОКР может служить тот факт, что в России не сложился надлежащий уровень защиты прав на интеллектуальную собственность [4].

Основная масса российских компаний не собирается рисковать, вкладывать в нематериальные активы, и продолжают инвестировать преимущественно в материальные составляющие, такие как недвижимость, оборудование, сооружения и другое. И пока российская экономика будет бояться инвестировать в интеллектуальный капитал, это будет считаться важной предпосылкой сдерживания интеллектуальных ресурсов государства[3].

В России производительность труда персонала в 3-4 раза меньше, чем в развитых странах. Уровень затрат российских производителей на повышение квалификации своих подчинённых находится в пределах 0,5-0,7% от фондов оплаты труда, а по статистике специалистов должны быть выше (до 2%). Данные расходы в развитых странах доходят до 10% от фонда оплаты труда [4].

По данным Всемирного банка инвестиций, доходы от вложений в интеллектуальный капитал в 5-6 раз больше, чем от вложений в материальное производство. Кроме того, 65% финансового подъема связано как раз с человеческим и социальным капиталом [2]. Есть некоторое количество источников для финансирования интеллектуальных вложений:

- 1) Личные средства организаций.
- 2) Завлечённые средства, к которым относится: федеральный бюджет; местный бюджет; бюджет субъектов РФ [4].

Уровень знаний сотрудников повышается за счёт их образования и повышения квалификации, а это способствует увеличению качества человеческого капитала. Прибыль, полученная от инвестиций в человеческий капитал больше, чем от инвестиций в технику почти в три раза[3].

Однако в России финансирование в образование происходит только из государственного бюджета. В нашей стране ведущими источниками вложений в умственный капитал остаются средства из федерального бюджета и бюджета субъектов Российской Федерации. Основной причиной такой низкой инвестиционной политики организаций может являться нежелание руководителей поднимать заработную плату своим сотрудникам, так

как они станут более квалифицированными и возрастёт риск, что они смогут перейти к конкурентам [2].

Следовательно, для получения конкурентного преимущества на рынке, увеличения эффективности производства российских компаний, необходимо развивать свой интеллектуальный капитал. Финансировать различные эффективные научные разработки, которые в дальнейшем принесут компании богатство и повысят её конкурентоспособность [4].

По мнению авторов, главными источниками поддержания высокого статуса России в мире всегда был и будет человеческий и интеллектуальный капитал, оказывающий возрастающее влияние на деятельность российских компаний в сложившихся экономических условиях.

Список литературы:

1. Водопьянова, Л.А. Структура, основные формы и функции интеллектуального капитала // Вестник СГЭУ, 2014. - № 6. - С. 6-10.

2. [Воронина Д.А.](#), [Стрелова М.О.](#) Инвестиции России в интеллектуальный капитал // Журнал «ЭГО», 2017. - С.1-3.

3. А. Зувев, Л. Мясникова. Интеллектуальный капитал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://lektsii.org> (дата обращения 12.10.2018)

4. Ермоленко В.В., Попова Е.Д. Интеллектуальный капитал корпорации: сущность, структура, стратегия развития и модель управления // Человек. Сообщество. Управление, 2012. - № 2. - С. 110-125.

5. Устинова Л.Н., Устинов А.Э., Вирцев М.Ю. Роль инвестиций в развитии интеллектуального капитала // Экономический анализ: теория и практика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения 20.10.2018) © Н. И. Курцадзе, Ю.Г. Оноприенко, 2018

УДК 378:621

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СТЫКЕ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ КАК НОВАЯ ФОРМА ОБРАЗОВАНИЯ

Санинский В.А., профессор, ВПИ (филиал) ВолгГТУ,
Кононович М. А., студентка ВолгГМУ, Волгоград

В связи с требованиями к вузам увеличить количество выпускаемых бакалавров, магистров и аспирантов возникает проблема обоснования необходимости и возможности обеспечения процесса современного интерактивного обучения и создания условий для получения результатов исследований, в том числе, на принципах аналогии.

Предпринята попытка создания такого метода на примере двух направлений исследований, не являющихся родственными и смежными. Теоретические основы интерактивного взаимодействия на учебных занятиях, основанные на использовании электронных библиотек, заочных конференция и других составляющих метода интерактивного обучения студентов, указывают на необходимость создания соответствующих для методики активизации интерактивных методов исследований по их направлениям. Краткий обзор некоторых интерактивных методов обучения со студентами медицинского, педагогического, технического университетов и других вузов [1-4] указывает на полезность и необходимость этой педагогической инновации в интерактивных исследованиях на стыке наук. В статье [1] представлен обзор новых методов дистанционного обучения основам производства лекарственных веществ с привлечением информации отечественных и зарубежных электронных библиотек. Научная новизна статьи состоит в том, что на основе использования современных информационно-поисковых систем при поиске нужного лекционного материала по основам производства лекарственных веществ осуществлен обзор и представлен краткий анализ некоторых интерактивных методов обучения в медицинском уни-

верситете. Обзор результатов исследований, изложенных в публикациях [1-3], отражающих процессы обучения техническим дисциплинам, иностранному языку, позволяет сделать выводы о возможности и необходимости применения интерактивных методов обучения при научных исследованиях, обсуждении новых знаний и проблемных задач дистанционным способом. А сам факт нарастающего использования интерактивных методов обучения в курсе информатики [10] указывает на то, что интерактивные методы исследования возможны на стыке различных дисциплин [4] с отражением достижений зарубежного опыта. Интерактивные методы исследования, как часть процесса обучения в вузах, становятся особенно актуальными для современных студентов, самостоятельно обучающихся в магистратуре, а также для аспирантов и докторантов. Активное использование интернет-ресурсов является частью проводимых исследований, например, в технических и медицинских областях. Для осуществления таких исследований могут применяться принципы аналогии и неологии. Примером такого применения могут быть исследования процессов смазки в зазорах суставов и опорах механических систем [5-7], которые проводятся на стыке различных дисциплин исследователями, часто не имеющих научных связей и разрозненно занимающихся отражением достижений зарубежного опыта и приобретением учебной информации. Показать необходимость внедрения современных интерактивных методов исследований на стыке наук, например механики, где исследование, направленные на повышение работоспособности сопряжения в шаровых опорах передних колес автомобилей остаются актуальными и в медицине, в частности, в ортопедии, где проводятся аналогичные исследования, направленные на повышение работоспособности имплантов после замены изношенных суставов.

На рис. 1 и 2 показаны виды импланта для тазобедренного сустава (зазор между охватываемой поверхностью 1 и охватывающей поверхностью 2 из-за его незначительных размеров не показан).

Как следует из анализа конструктивных элементов импланта, они во многом совпадают с элементами шаровых опор, например, подвески автомобиля. Такое сходство предполагает идентичность технологий их изготовления и способов повышения их работоспособности в процессе эксплуатации, а значит, можно установить и идентичность процессов обучения и исследований в учебных программах.

Можно рассматривать такие исследования, как продолжение обучения по конкретной рабочей программе, например, магистров и аспирантов, а результаты таких исследований применять одновременно в значительно различающихся областях исследований, например, технических факультетов машиностроительных вузов и медицинских университетах. И это несмотря на то, что в их рабочих программах имеются различающиеся по содержанию компетенции, обозначенные в соответствующих рабочих программах различных паспортов специальностей.

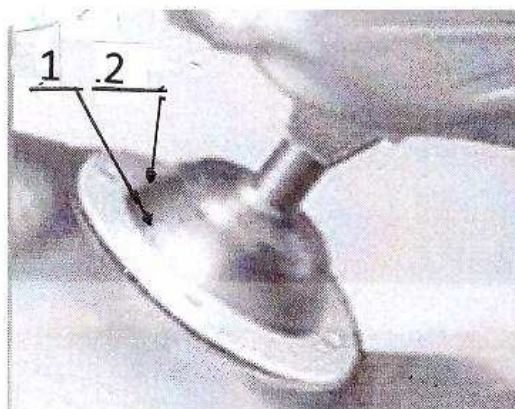


Рис. 1-Вид импланта для тазобедренного сустава: 1- охватываемая поверхность; 2- охватывающая поверхность

Интерактивное обучение – способ познания, основанный на диалоговых формах взаимодействия участников образовательного процесса; обучение, погруженное в общение, в ходе которого у обучающихся формируются навыки совместной деятельности. В образовании сложились и получили широкое распространение три формы взаимодействия преподавателя и студентов: пассивные методы; активные методы; интерактивные методы [1]. Каждый из них имеет свои особенности. Они являются одним из важнейших средств совершенствования профессиональной подготовки студентов в высшем учебном заведении. Интерактивные методы исследования предъявляют те же требования: преподавателю недостаточно быть компетентным, преподаются теоретический материал. Ему, как и студенту и аспиранту, необходимо принимать непосредственное и активное участие в процессе современного интерактивного исследования и в организации доступного заимствования общей для разных специальностей информации из иностранных источников [1, 2]. Такое участие возможно через создание соответствующих методик об общих проблемах исследований, несмотря на особенности исследований. Представляется, что для использования аналогичных форм в процессе совершенствования интерактивных методов исследований необходимы соответствующие инновации в сегодняшней системе подготовки магистров, аспирантов, докторантов, позволяющие им взаимодействовать в значительно различающихся технических областях, например, в технических и медицинских вузах.

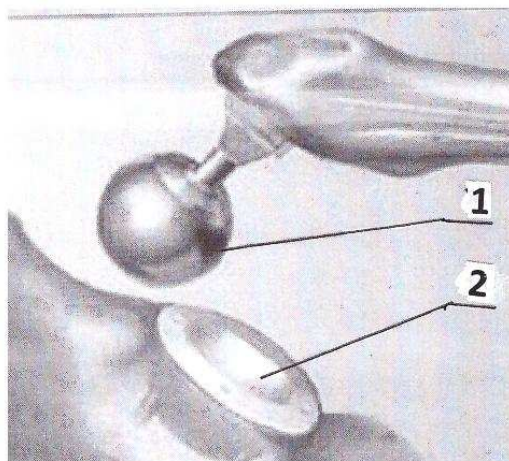


Рис. 2 - Вид тазобедренного сустава: 1- охватываемая поверхность; 2- охватывающая поверхность 3-зазор между охватываемой поверхностью 1 и охватывающей поверхностью 2.

Если интерактивные методы обучения являются одним из важнейших средств совершенствования профессиональной подготовки студентов в высшем учебном заведении, то, с учетом того, что в последнее время вузы выпускают значительное количество бакалавров и магистров, многие из которых в последствии становятся аспирантами и докторантами, то теперь необходимо создавать условия для дистанционного общения по избранным темам исследований.

Такое взаимодействие возможно на основе заочных конференций, использования электронных библиотек и т. п., которые необходимо активно внедрять в процесс современного интерактивного обучения. Необходимы методики, позволяющие упрощать доступность заимствования информации не только из смежных и родственных специальностей, обозначенных в паспортах, а по содержанию результатов исследований, из источников, неимеющие формально общие признаки областей исследований, а по признакам полезности совместного их использования. Такие признаки необходимо отражать в методиках интерактивного обучения. Они могут быть обозначены на принципах аналогии, не имеющие легитивной основы для их идентификации.

Представляется, что если в интерактивном методе принята форма обучения, при которой образовательный процесс проходит в диалоговой форме: «все обучают каждого и каждый обучает всех», то в интерактивном методе исследований необходим аналогичный прием взаимного обучения новым для каждого участника, участвующего в генерации новых знаний. При использовании интерактивных форм исследований каждая сторона, проводящая исследования в незнакомой для него на первый взгляд области науки становится полноправным участником процесса исследований в родственных или смежных интересах. В этом случае, такие приемы изучения «чужого» опыта служат основным способом не только познания, но и генерации новых знаний из малознакомых областей наук. Необходимы соответствующие методики для создания условий для проведения совместных исследований на их стыке с целью получения полезных для обоих направлений исследований и получения полезных результатов. Меняется и роль участников такого интерактивного исследования, поскольку каждый перестает играть главную роль и теперь лишь регулирует процесс взаимного обмена информацией между командами, занимаясь его общей организацией.

Целью проведения интерактивных форм исследований является:

- пробуждение у обучающихся интереса к общим проблемам;
- способствование эффективному усвоению материала для исследований;
- формирование у членов взаимодействующих команд, созданных для решения проблемных задач, мнения об общности методов исследований, направленных на решение общих проблем, усвоение навыков решения, часто традиционных для одной стороны и новых для другой.

В ходе подготовки к совместным исследованиям каждая сторона, работающая в иной сфере исследований, например, в медицине, изучает терминологию и методику исследований в иных областях, например, в технической науке, относящейся, как в рассматриваемом примере, к технологии машиностроения.

Такой подход дает еще одно преимущество интерактивному методу исследования в сравнении с традиционным методом.

Заключение. Успешный опыт использования интерактивных методов обучения с помощью интернет-информации систем Scopus, РИНЦ, WebofScience и других баз данных указывает на возможности проведения интерактивных научных исследований, полезных в областях различающихся по специализациям, что может стать одним из путей создания условий для их ускорения и повышения, как компетентности исследователей, так и достоверности результатов исследований.

Библиографические ссылки:

1. Брель А.К., Складановская Н.Н., Танкабемян Н.А., Кононович М.А., Жогло Е.Н. Возможности использования интерактивных форм обучения студентами-фармацевтами в процессе освоения дисциплины «физико-химические основы производства лекарственных веществ» // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 6. – С. 163-167.
2. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=884788>.
3. Гулакова М. В., Харченко Г. И. Интерактивные методы обучения в вузе как педагогическая инновация // концепт. – 2013. - №11 (ноябрь).
4. Санинский, В.А. Методы ускоренного освоения технических дисциплин / В.А. Санинский, Ю.Н. Платонова // Успехи современного естествознания. - 2012. - № 5. - С. 62-65.
5. Skehan, P. A Cognitive Approach to Language Learning [текст] / Peter Skehan. . – 1st published. – Oxford University Press, 1998. – 330 p. ISBN 0-19-437217-0
6. [Studbooks.net/1929915/pedagogika/opisanie_opyta...](http://studbooks.net/1929915/pedagogika/opisanie_opyta...)
7. Методы проектирования: аналогии, неология... lektsia.com/4x5c9a.html.

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМЦОВ
АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ НЕТРАДИЦИОННЫХ
ИСТОЧНИКОВ ПРОТЕИНА**

Ранделин Д.А., д-р биол. н., профессор,
Кравченко Ю.В., к.с.-х.н., доцент,
Караева О.А., магистрант

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

Введение

В современной аквакультуре остро стоит проблема обеспечения культивируемых видов белками животного происхождения, ввиду сокращения сырья для производства рыбной муки [1].

К наиболее перспективным источникам белка для ракообразных, по мнению многих экспертов, относятся личинки насекомых, в частности «Черная львинка».

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в проблемной научно-исследовательской лаборатории на базе кафедры «Водные биоресурсы» при ФГБОУ ВолГАУ в условиях УЗВ.

Объектом исследования являлись самцы австралийского красноклешневого рака.

Кормление контрольной группы производилось осетровыми комбикормами, в опытной группе 50% корма по массе был заменен на замороженную личинку чёрной львинки.

Продолжительность опыта составила 90 дней, исходная плотность посадки 44,0 шт./м².

При измерении показателей роста Австралийского красноклешневого применялся метод, предложенный С.В. Пономарёвым и Л.Ю. Лагуткиной (2010).

Измерения при измерении: штангенциркуль, лабораторные весы с точностью изменению до 0,01г.

Значительных различий в морфометрических показателях самцов опытной и контрольной групп выявлено не было.

Средний размер товарного рака начинается с 10 см. На данный показатель и следует ориентироваться при выращивании товарной продукции[20].

Результаты исследований

Животные контрольной и опытной по показателю общей длины и массы тела удовлетворяют требованиям к товарной продукции.

По показателю живой массы различия были минимальными (0,6%).

Однако особи контрольной группы имели преимущество по таким важным потребительским показателям, как длина абдомена и длина первой пары грудных конечностей на 2,5 и 2,4% соответственно, что оказало влияние на выход мяса. По данному показателю самцы опытной группы уступали сверстникам на 3,4%.

Заключение

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, о том, что использование личинок черной львинки в замен 50% осетрового корма по массе не оказал серьезного влияния на снижение продуктивных и морфометрических показателей самцов австралийского красноклешневого рака.

Литература

1. Лагуткина, Л.Ю. К морфометрическим показателям австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарев // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2010. – №2. – С.14-16.
2. Рахманов, А. И. Речные раки. Содержание и разведение [Текст] / А. И. Рахманов. VI.: Аквариум-Принт – 2007. – 48 с.

К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УДАРНЫХ ВОЛН ОРТОГОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И.,
Муштафина Д.А., Ребро И.В., Рахманкулова Г.А.

Общеизвестен факт того, что звуковые волны являются единственным видом излучения, способным распространяться в толще воды в морях и океанах на большие расстояния. Скорость звука в морской воде составляет $c_{зв} \approx 1420 \div 1540 \text{ м/с}$ в зависимости от температуры, солености и гидростатического давления. Совместное влияние температуры, солености воды, гидростатического давления может быть таким, что на определенной глубине расположится зона ("горизонт") с минимальной скоростью звука [1, 2]. Одной из причин существования рассматриваемого эффекта является наличие в водах морях и океанов, так называемых звуковых каналов. Были отмечены случаи распространения звука взрыва небольшой бомбы по подводному звуковому каналу от берега Австралии до Бермудских островов, то есть на расстоянии, равном половине окружности Земли. Благодаря чему, возникает вопрос о возможности передачи, какой либо информации посредством акустических волн, распространяющихся на дальние и сверхдальние расстояния по звуковым каналам в морской среде.

Целью данной работы является исследование возможности изменения профиля нестационарной ударной волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги (ЭВПКФ) посредством воздействия на нее другой ударной волны ортогональной направленности, генерируемой электрическим взрывом проводника (ЭВП) в виде проволочного кольца в разрядной камере цилиндрической симметрии.

Теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия ударных волн на сегодняшний день представлены во многих классических работах, частности [3, 4]. Использование экспериментальной установки [5] позволяет генерировать ударную волну посредством электрического взрыва плоской кольцевой фольги (ЭВПКФ) в разрядной камере цилиндрической симметрии в воздушной атмосфере. На рис.1 представлена блок-схема основных элементов информационно-измерительной системы (ИИС), предназначенной для исследования изменения профиля основной ударной волны ЭВПКФ при воздействии на нее ударной волны ортогональной направленности. Взрывающаяся плоская кольцевая фольга (ЭВПКФ) располагается посредством (рис. 2) электродной системы [6], обеспечивающей протекание разрядного тока в радиальном направлении от центра к периферии взрывающейся кольцевой фольги, в торцевой зоне цилиндрической разрядной камеры (ЦРК). При подаче высокого напряжения, вырабатываемого, генератором импульсных токов (ГИТ 1) конденсаторного типа, а электродную систему происходит электрический взрыв фольги, и в окружающем пространстве генерируется нестационарная ударная волна (УВ). Возникшая ударная волна, распространяющаяся в полости трубы, трансформируется в плоскую [7]. На пути распространения плоской ударной волны располагается электрический взрывающийся проводник (ЭВП) в виде металлического проволочного кольца, установленный соосно цилиндрической разрядной камеры (ЦРК). В момент нахождения основной ударной волны в зоне расположения проволочного кольца посредством блока синхронизации (БС) и генератора импульсных токов (ГИТ 2) осуществляется электрический взрыв кольцевого проводника. Генерируемая ударная волна имеет цилиндрическую симметрию и является сходящейся к центру. Также сходимостью ударной волны обуславливается и многократным отражением от внутренней поверхности стенок цилиндрической разрядной камеры. Вследствие чего в рассматриваемой зоне возникает объемное ударно-волновое возмущение ортогональной направленности с достаточно высоким значением давления и плотности среды, воздействующее на основную ударную волну, способное изменить ее профиль и структуру. Определение параметров возникаю-

щего ударно-волнового взаимодействия осуществляется пьезокерамическим преобразователем давления (ППД), расположенным на противоположном торце цилиндрической разрядной камеры.

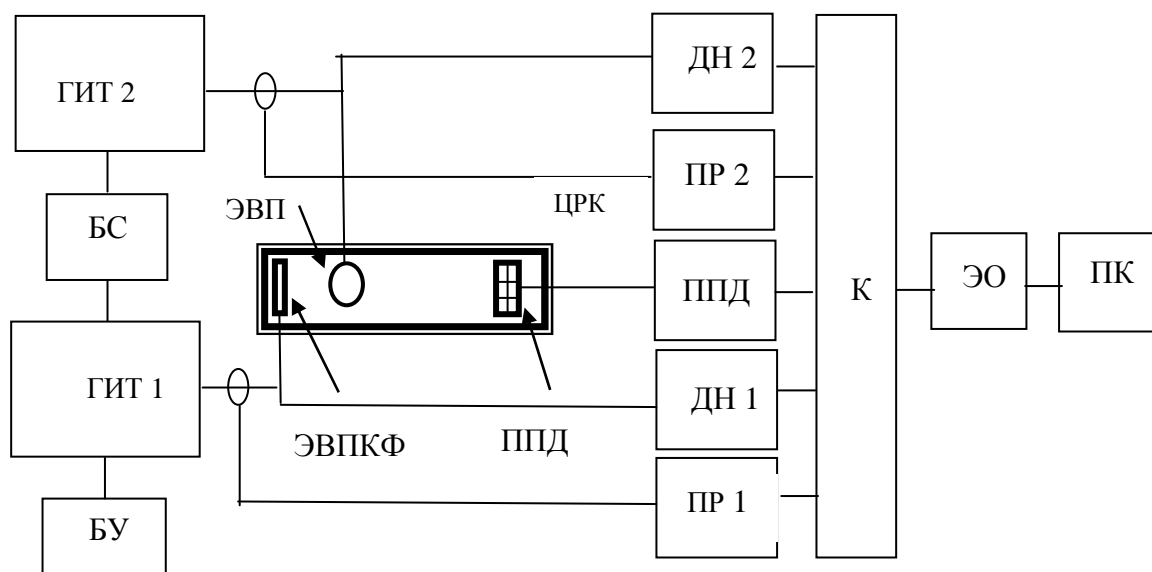


Рисунок 1- Блок-схема ИИС для исследования изменения профиля основной ударной волны ЭВПКФ при воздействии на нее ударной волны электрического взрыва проводника (ЭВП) ортогональной направленности. БУ - блок дистанционного управления; ГИТ 1, ГИТ 2, – генераторы импульсных токов; БС - блок синхронизации; ЦРК – цилиндрическая разрядная камера; ЭВП – электрический взрывающийся проводник в виде проволочного кольца; ЭВПКФ – электрическая взрывающаяся плоская кольцевая фольга; ППД – пьезокерамический преобразователь давления; ДН 1, ДН 2 – делители напряжения; ПР 1, ПР 2 – поясы Роговского; К – коллектор; ЭО – электронный осциллограф; ПК – компьютер.

Дальнейшее описание основных этапов работы ИИС представлено в статье “Элементы ИИС исследования ударной волны ЭВП в разрядной камере со щелевым соплом” данного сборника.

Таким образом, в работе рассмотрена информационно-измерительная система, имеющая возможность формирования ударно-волновых взаимодействий ортогональной направленности и определение основных параметров ударных волн в пространстве цилиндрической симметрии с воздушной средой.



Рисунок 2 - Внешний вид цилиндрической разрядной камеры и электродной системы, обеспечивающей возможность протекания разрядного тока в радиальном направлении и организацию самоприжатого разряда

Список литературы:

1. Бреховских Л.М. Акустика неоднородных сред / Л.М. Бреховских, О.А. Годин //Т.1: Основы теории отражения и распространения звука. - 2012. – 442 с., Т.2: Звуковые поля в слоистых и трехмерно-неоднородных средах. - 2011. - 425 с.
2. Бреховских Л.М. Теоретические основы акустики океана / Л.М. Бреховских, Ю.П. Лысанов. – СПб: Питер, 2012. – 264 с.
3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Гидродинамика / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. – М: Наука, 1986. - 736 с.
4. Зельдович, Я.Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. М.: Наука, 1966
5. Суркаев, А.Л. Элементы физики высокоэнергетических импульсных процессов в конденсированных средах (монография).– Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015 – 156 с.
6. Канцдалов, Д.А. Экспериментальное исследование поля давления ударно-акустической волны при электрическом взрыве кольцевой фольги / Суркаев А.Л., Канцдалов Д.А., Гольцов А. С. // Молодой ученый, 2012.- № 12.- Т. I. - С. 71-73.
7. Селиванов, В.В. Ударные и детонационные волны. Методы исследования / Селиванов В.В., Соловьев В.С., Сысоев Н.Н. - М: МГУ, 1990. - 263 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СМАЗОЧНОЙ СРЕДЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

К. А. Паршева, аспирант, А.П. Митрофанов, доцент
Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного
технического университета
E-mail: greenmap@yandex.ru

Тенденции современного производства связаны с переходом предприятий на политику минимизации экологического воздействия на окружающую среду. Достаточно значимой проблемой с точки зрения экологии является использование смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в процессе металлообработки. В качестве альтернативы применения СОЖ в мировой практике внедряют экологически ориентированную техноло-

гию минимального смазывания (MQL – minimum quantity lubrication). Однако, в процессах абразивной обработки, где наблюдаются высокие контактные температуры использование MQL в чистом виде, не всегда эффективно по сравнению с охлаждением СОЖ. В научном сообществе были предприняты следующие шаги по повышению эффективности шлифования при использовании технологии MQL. Так авторами в работах [1,2] предложено использовать композиции на основе минеральных масел и наночастиц дисульфида молибдена, оксида алюминия и др., однако при наблюдаемом эффекте значительно усложняется подготовка состава и происходит его существенное удорожание. Достаточно значимого эффекта добились авторы работ [3,4] применяя дополнительное охлаждение зоны резания криогенными средами (жидкий азот, CO₂). Сложность конструкции подвода и хранения криогенных сред, создают проблемы дальнейшего развития данного направления. В работе [5] предложено охлаждать зону контактного взаимодействия с помощью вихревой трубы. Данный способ достаточно прост в реализации и здесь требуется только сжатый воздух. В рамках нашей работы представлены результаты исследований технологии подачи минимального количества смазочной среды в охлажденном воздухе (CAMQL – cold air with minimum quantity lubrication) посредством синтеза использования вихревой трубы.

Для проведения экспериментальных исследований использовали плоскошлифовальный станок с ЧПУ CHEVALIER модель Smart-B1224III. Характеристика абразивного инструмента – 25AF60K6V. Режимы шлифования: скорость круга $v = 35$ м/с; скорость подачи стола $v_s = 12$ м/мин; подача на глубину $t = 0,01$ мм за проход. Устройство подачи минимального количества смазки в охлажденном воздухе (CAMQL) реализовано посредством синтеза установки MQL (модель Spraymat700 производитель Steidle) и вихревой трубы. Давление воздуха в системе составляло 0,5 МПа, подача смазочной среды – 100 мл/ч. В рамках концепции минимального воздействия на окружающую среду, в качестве смазочной среды использовалось растительное масло (горчичное).

Материалом для исследований выбран жаропрочный сплав ХН45МВТЮБР (ЭП718) который является аналогом одного из самого востребованного в мире никелевого сплава Inconel 718. Из таких материалов изготавливают ответственные детали, работающие при высоких температурах, в области авиастроения и химического машиностроения. Обладающий прекрасными техническими характеристиками, данный сплав очень тяжело обрабатывается резанием и в том числе шлифованием. Для экспериментальных исследований были подготовлены образцы размером 75×35×7 мм, которые прошли термообработку по стандартной технологии, в результате чего их твердость составила 37 HRC_э.

В ходе исследований контролировали шероховатость обработанной поверхности по параметру R_a с помощью профилографа-профилометра «СЕЙТРОНИК ПШ8-3 С.С.» и визуально оценивали прижоги после шлифования.

Используя возможности 3D печати, было изготовлено два варианта геометрии сопла для реализации технологии CAMQL. В первом случае сопло подачи MQL располагается в центре наконечника с круглым сечением (рис.1 а), второй вариант – в центре наконечника с прямоугольным сечением (рис.1 б). Площадь для выхода охлажденного воздуха в обоих случаях одинакова и составляет примерно 20 мм².

Применяя одинаковые настройки системы CAMQL и режимы обработки, были проведены испытания изготовленных сопел, в ходе которых установлено, что наилучший результат по параметру отсутствия прижогов на обработанной поверхности показало сопло с круглым сечением (рис.1 а).

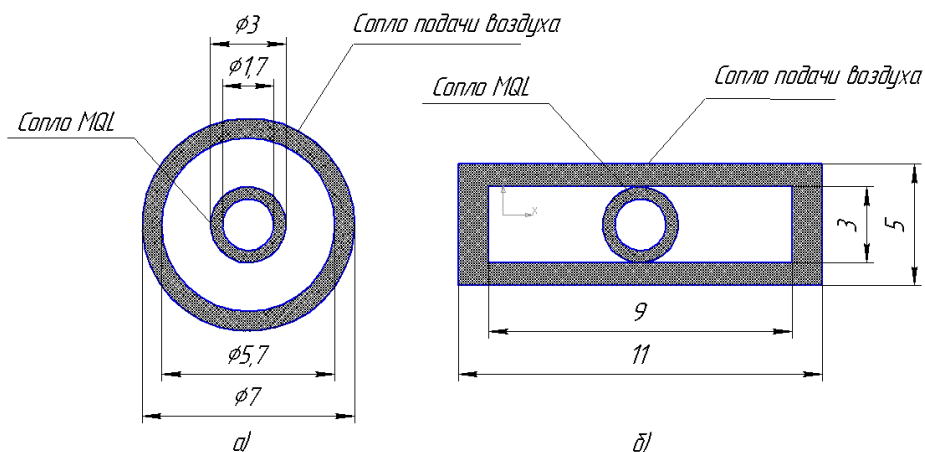


Рисунок 1 – Варианты геометрии сопла при реализации технологии SAMQL: а – круглое сечение; б – прямоугольное сечение

Вторым шагом для определения оптимальных характеристик процесса шлифования с использованием технологии SAMQL было проведение исследований по оценке влияния расположения сопла относительно зоны контактного взаимодействия. Для чего, изменяя угол крепления сопла относительно образца в пределах $10 - 20^\circ$, фиксировали значения шероховатости обработанной поверхности по параметру R_a . Установлено, что при угле наклона сопла в 15° наблюдается наименьшее значение R_a , что в принципе согласуется с результатами аналогичных работ [1].

Особенностью работы вихревой трубы является ее настройка через регулирование соотношения температуры холодного воздуха от величины потока (рис.2). Таким образом,

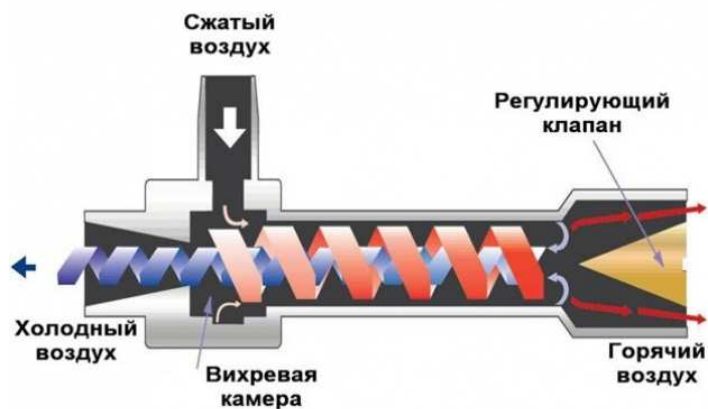


Рисунок 2 - Устройство вихревой трубы

чем ниже температура холодного воздуха, тем меньше его количества в единицу времени. Соответственно, была поставлена задача, провести экспериментальные исследования для определения оптимального режима работы вихревой трубы, с точки зрения эффективности использования её при реализации технологии SAMQL. На рис.3 представлены результаты испытаний с учетом установленных выше оптимальных настроек применяемого сопла, из которых видно, что при температуре воздушного потока -5°C шероховатость обработанной поверхности наименьшая. Данной температуре для используемой нами вихревой трубы соответствует величина потока – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ (определено с помощью ротаметра).

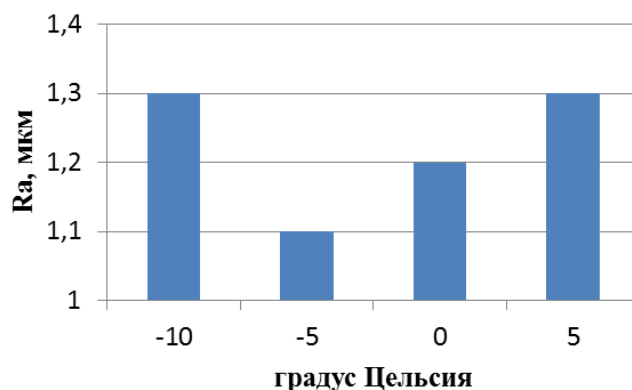


Рисунок 3 – Влияние температуры воздушного потока при реализации технологии SAMQL на шероховатость обработанной поверхности

На заключительном этапе исследований, используя оптимальные режимы и настройки, нами были проведены сравнительные испытания технологии SAMQL относительно шлифования без СОЖ и применения только MQL (рис.4). Помимо значительно уменьшения шероховатости обработанной поверхности, использование технологии SAMQL позволяет полностью устранить прижоги на поверхности, тогда как при «сухом» шлифовании наблюдаются значительные прижоги, а использование технологии MQL дает штриховые прижоги.

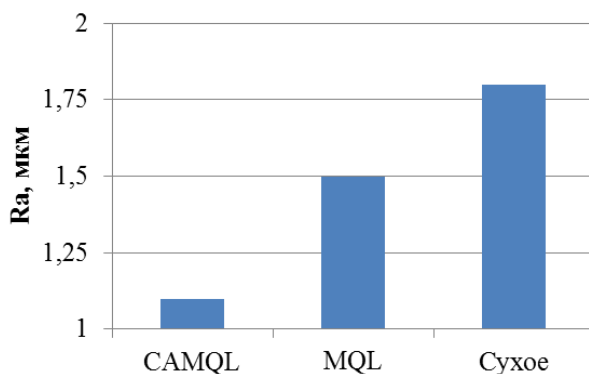


Рисунок 4 – Результаты сравнительных испытаний

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00597 мол_а»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee, P. A Study on Thermal Characteristics of Micro-Scale Grinding Process Using Nanofluid Minimum Quantity Lubrication (MQL) / Pil-Ho Lee, Sang Won Lee. , Se-Hwa Lim, Soo-Hong Lee, Han Seo Ko // International journal of precision engineering and manufacturing, 2015, VOL. 16, NO. 9, PP. 1899-1909.
2. Shen, B. Application of Nanofluids in Minimum Quantity Lubrication Grinding / Bin Shen , Albert J. Shih, Simon C. Tung // Tribology Transactions ,2008, Vol. 51, pp. 730-737.
3. García E, Méresse D., Pombo I., Dubar M, Sánchez J. Role of frozen lubricant film on tribological behaviour and wear mechanisms in grinding // Int J Adv Manuf Technol (2016) 82:1017–1027 DOI 10.1007/s00170-015-7397-3
4. Reddy P.P., Ghosh A . Some critical issues in cryo-grinding by a vitrified bonded alumina wheel using liquid nitrogen jet // Journal of Materials Processing Technology 229 (2016) 329–337.
5. Choi H. Z., Lee S.W., Jeong H.D. The cooling effects of compressed cold air in cylindrical grinding with alumina and CBN wheels // Journal of Materials Processing Technology 127 (2002) 155–158.

ВЛИЯНИЕ ПОР НА РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

В.Г. Кульков, профессор, филиал НИУ МЭИ в г. Волжском
А.А. Сыщиков, аспирант, филиал НИУ МЭИ в г. Волжском

Материалы с пористой структурой обладают специфическими физическими свойствами. Для пористых материалов характерны значительная диффузионная проницаемость, малое гидродинамическое сопротивление, большая фильтрующая способность, высокие адсорбционные свойства, малые звукопроводность и теплопроводность. Однако образование и развитие пористости ведет часто к исчерпанию ресурса работоспособности, ухудшению упругих и пластических свойств материалов. Уменьшение эффективного сечения площади внутренних контактов и увеличение количества дополнительных концентраторов напряжений, приводит к тому, что поры способствуют снижению прочности твердых тел [1].

Единой последовательной теории, которая позволила бы связать характеристики пористости и физико-механические свойства тел, еще нет. Поры надо рассматривать как дефекты кристаллического строения материала. Их влияние на демпфирующие и пластические свойства материалов подобно влиянию различного рода дефектов, таких как вакансии, их скопления, включения второй фазы и т.д. [2]. В настоящей работе рассматривается эффект воздействия пор на релаксационные свойства твердого тела, а именно, на рассеяние энергии колебаний.

Рассматривается фрагмент границы зерен, содержащий поры в тройных стыках и внутри плоского сегмента. Сегмент представлен на рис. 1. Поры имеют форму, вытяженную в нормальном к плоскости рисунка направлении оси z . Их сечения имеют вид кругов одного радиуса. Границы считаем плоскими, вытянутыми в том же направлении и расположенными под взаимным углом $\pi/2$. Такая задача имеет одномерный характер, где диффузионные потоки атомов или вакансий направлены вдоль направляющей линии границы. Внешние переменные напряжения приложены таким образом, что части граница AB периодически подвержены действию растягивающих напряжений σ_n , а части $A'B'$ – сжимающих напряжений $-\sigma_n$. Эта ситуация с течением времени периодически меняется на противоположную. На внутренней свободной поверхности поры напряжения отсутствуют. Химический потенциал вакансий периодически изменяется на двух смежных сегментах, что приводит к возникновению их диффузионных потоков между сегментами. Направим ось x согласно рисунку 1.

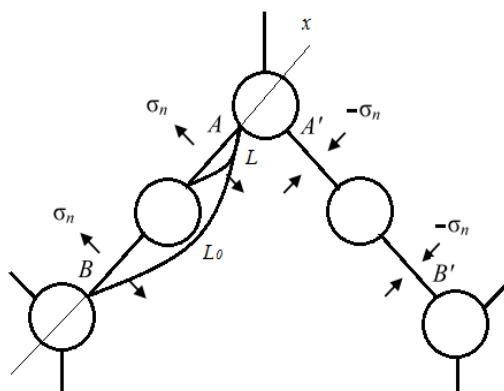


Рис.1. Фрагмент границы зерен.

Для определения концентрации вакансий решается неоднородное уравнение диффузии

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = D_b \frac{\partial^2 C(x,t)}{\partial x^2} + A \exp(i\omega t) \quad (1)$$

с нулевыми граничными условиями в точках сопряжения с порами $C(0,t)=C(L,t)=0$. Здесь D_b – коэффициент зернограничной диффузии вакансий, $C(x,t)$ – избыточная в сравнении с равновесной C_0 концентрация вакансий на границе, A – мощность периодически действующего источника вакансий. Решением (1) является функция:

$$C(x,t) = \exp(i\omega t) \sum_m \frac{4AL^2 \exp(-i\varphi_m) \sin \frac{\pi mx}{L}}{\pi^3 D_b m \sqrt{m^4 + Z^2}}. \quad (2)$$

Здесь введены следующие обозначения: $Z = \frac{\omega L^2}{\pi^2 D_b}$, $\varphi_m = \arctg \frac{\omega L^2}{D_b \pi^2 m^2}$. Индекс m принимает нечетные целые значения.

Пока раствор вакансий в границе является идеальным, растягивающее напряжение σ_n на сегменте линейно связано с избыточной концентрацией вакансий на нём: $\sigma_n = \frac{CkT}{C_0\Omega}$, где Ω – атомный объем [3, 4].

Выражение для нормального напряжения на сегменте в зависимости от координаты и времени имеет вид:

$$\sigma_n(x,t) = \exp(i\omega t) \frac{4AL^2 kT}{\pi^3 D_b C_0 \Omega} \sum_m \frac{\exp(-i\varphi_m) \sin \frac{\pi mx}{L}}{m \sqrt{m^4 + Z^2}}. \quad (3)$$

Скорость движения зерен определяется плотностью потока j вакансий из сегмента через обе его границы:

$$v = \frac{j\delta\Omega}{L \sin \alpha}, \quad (4)$$

где δ – диффузионная толщина границы. Далее учтем эффект подстройки напряжений [5]. Величину A определим из равенства модулей полной силы, действующей со стороны внешнего напряжения на сегмент, и распределенной силы, определяемой из выражения (3):

$$\left| \int_0^L \sigma_n(x,t) dx \right| = |\sigma_0 L \sin 2\alpha \exp(i(\omega t - \varphi))|. \quad (5)$$

Внутреннее трение Q_T^{-1} , обусловленное вкладом одного сегмента, равно $\frac{\Delta W_1}{2\pi W}$. Здесь

в числителе стоит энергия, рассеянная за период, а в знаменателе – полная запасенная упругая энергия. Площадь границы, приходящаяся на одно зерно, пропорциональна квадрату его размера R , объем зерна пропорционален его кубу.

$$\Delta W_1 = \int_0^L \int_0^{\pi/\omega} \operatorname{Re} \sigma_n \operatorname{Re} v dx dt. \quad (6)$$

Упругая энергия W , запасенная в объеме зерна, равна $\frac{V_0 \sigma_0^2}{2\mu}$, где μ – модуль сдвига,

V_0 – объем зерна на единицу длины образующей.

С учетом выражений (5), (6), полную величину внутреннего трения можно записать в виде:

$$Q^{-1} = \kappa \frac{\pi^2 \eta \mu C_0 \delta \Omega^2}{4kTR} \left[\left(\frac{1}{Z} \sum_m \frac{1}{m^4 + Z^2} \right) \cdot \left(\left(\sum_m \frac{1}{m^4 + Z^2} \right)^2 + \left(\sum_m \frac{Z}{m^2(m^4 + Z^2)} \right)^2 \right)^{-1} \right]. \quad (7)$$

Чтобы учесть общее количество пор, присутствующих на границе зерна, в (7) учтен

коэффициент $\kappa = \left(\frac{L_0}{L_0 - d(n+1)} \right)^2$, где L_0 – протяженность границы между соседними тройными стыками, n – количество пор на границе, d – их средний диаметр.

Полученный результат в виде выражения (7) показывает, что внутреннее трение на пористых границах зерен имеет характер высокотемпературного фона. Чем больше размер пор и их количество, тем больше величина фона. В поликристаллических материалах с ультрамелким зерном роль границ зерен в механизмах пластической деформации еще больше возрастает. К тому же большая доля современных методов приготовления ультрамелкозернистых или нанокристаллических материалов неизбежно сопровождается увеличением пористости конечного продукта. Описание механизмов диффузии кроме потоков вакансий должно учитывать также зернограницные потоки примесных атомов [6]. Влияние пористости на увеличение фона внутреннего трения изучалось также экспериментальными методами [7]. Температурно-частотная зависимость величины фона, описываемого выражением (7), имеет вид графика с двумя эффективными энергиями активации. Положение области перехода между этими участками на зависимости логарифма внутреннего трения от обратной температуры дает информацию о величине плоских участков границ между соседними порами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Черемской П.Г., Слезов В.В., Бетехтин В.И. Поры в твердом теле.–М.: Энергоатомиздат, 1990. – 376 с.
2. Красовский А.Я. // Порошковая металлургия. 1978. №1. С. 2-6.
3. Кульков В.Г., Цирульников П.П., Сыщиков А.А. Зернограницный фон внутреннего трения с неконсервативным скольжением // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2018. – том 15, №3. – С. 397-402.
4. Кульков В.Г. Межкристаллитное проскальзывание вдоль фасетированных границ зерен // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2005. – № 11. – С. 108-112.
5. Кульков В.Г., Жихарева М.Г. Проскальзывание по фасетированным границам зерен с учетом подстройки напряжения // Деформация и разрушение материалов. – 2005. – № 1. – С. 46-48.
6. Кульков В.Г. Влияние динамического перераспределения примеси на зернограницное внутреннее трение в нанокристаллических материалах // Письма в Журнал технической физики. – 2005. – Т. 31, № 8. – С. 32-37.
7. Поляков В.В., Жданов А.Н., Алексеев А.Н. Влияние пористости на температурную зависимость внутреннего трения в меди // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2001. – т. 3, № 2., – С. 170-172.

Научное издание

Ответственный за выпуск

Сергей Иванович **Благинин**

XIV межрегиональная научно-практическая конференция
**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ
– НАУКА, КАДРЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

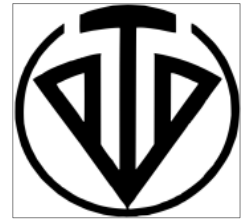
Сборник материалов конференции

Редактор *Матвеева Н.И.*

Темплан тезисов докладов научных конференций 2018 г. Поз. №3В.
Подписано в печать 20.11.2018. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,25. Уч.-изд. л. 11,30.
Тираж 100 экз. Заказ _____.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 7.



XIV межрегиональная
научно-практическая конференция

*«ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ
– НАУКА, КАДРЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»*

г. Волжский, 18 октября 2018 г.

*Сборник
докладов конференции*

Волгоград
2018