

***25-я МЕЖВУЗОВСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СТУДЕНТОВ г.ВОЛЖСКОГО***

ВОЛЖСКИЙ

22 – 31 мая 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**25-я МЕЖВУЗОВСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СТУДЕНТОВ г.ВОЛЖСКОГО**



Волжский

22 – 31 мая 2019

УБК 061.61

ББК 71

Д 224

Организационный комитет:

Фетисов А.В., к.т.н., доцент, директор ВПИ (филиал) ВолгГТУ;
Бутов Г.М., д.х.н., проф., зав. каф. ВХТО, зам. директора ВПИ (филиал)
ВолгГТУ по НИР;
Резников А.Н., Султанов М.М., Севостьянов М.В.

Издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

25-я межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов г. Волжского (г. Волжский, 2019 г.) [Электронный ресурс] : Сборник материалов конференции / Ответственный за выпуск И.В. Ребро ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ, - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 7,3 Mb) – Волжский, 2019. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9948-3340-7

В сборник вошли материалы 25-й межвузовской научно-практической конференции студентов Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ, которая проходила 22 – 31 мая 2019 г.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9948-3340-7

© Волгоградский государственный
технический университет, 2019

© Волжский политехнический
институт, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1 ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АНИЛИНА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	13
Щербакова А.Ю., Кочетков В.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРЕССОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО НЕДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ СО СВЯЗУЮЩИМ	14
Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Соколова Н.А., Шестопалова Ю.С.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВОСТАРИТЕЛЬНЫХ ПАСТ НА ОСНОВЕ ПВХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕЗИН НА ОСНОВЕ ХЛОРОПРЕНОВЫХ И БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ	15
Пучков А.Ф., Ходякова А.А., Карманов Р.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕПОГЛОЩАЮЩЕГО СОРБЕНТА	15
Хлобжева И. Н., Каблов В.Ф., Уколов В.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННОГО ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СКЭПТ	17
Каблов В.Ф., Кочетков В.Г., Тумашик И.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТРУБОПРОВОДНОЙ КОММУНИКАЦИИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНОГО ПЕРИОДА	17
Тищенко В.Н., Курунина Г.М.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	18
Молчанский Н.С., Крюкова Д.А., Новопольцева О.М., Каблов В.Ф.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ШУНГИТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН	19
Леонтьева А.В., Крюкова Д.А., Новопольцева О.М., Каблов В.Ф.	
ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ МИКРОВОЛОКНА	19
Крюкова Д.А., Егорова С.А., Новопольцева О.М., Каблов В.Ф.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ШПРИЦЕВАНИЯ КАМЕРНЫХ ЗАГОТОВОК С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ	20
Цыганков Р.В., Первалова Е.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОНЫ	21
Фоменко В.Ф., Лапшина С.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ N-МЕЛИЛАНИЛИНА И РАБОТЫ РЕАКТОРНОГО УЗЛА	22

Скобора Н. Д., Курунина Г. М.	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКА ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ	23
Сергеева В.Ф., Лапшина С.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФОРМАТОРА – ВУЛКАНИЗАТОРА ПРОИЗВОДСТВА ПОКРЫШЕК ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	24
Потопов В.А., Курунина Г.М.	
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ПРОИЗВОДСТВА НИТРОБЕНЗОЛА	25
Кочетова А.А., Курунина Г.М., Лапшина С.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АДСОРБЕРА ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ БЕНЗИНА ИЗ ПАРОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ	25
Кожина А.Ю., Курунина Г.М.	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ГАЗОЖИДКОСТНОГО БИОРЕАКТОРА	26
Кожин И.И., Залипаев П.П., Залипаева О.А., Прохоренко Н.А.	
РАЗРАБОТКА РЕАКТОРА СИНТЕЗА ИЗОБУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА КАЛИЯ С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНСТРУКЦИИ МЕШАЛКИ	27
Исакова А. Б., Иванкина О.М.	
ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОТУРБУЛЕНТНОГО ТРЕХФАЗНОГО ПОТОКА В МАССООБМЕННОМ НАСАДОЧНОМ АППАРАТЕ	28
Залипаев П.П., Коссону Б.П., Залипаева О. А., Голованчиков А.Б.	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ	29
Дутышев С.В., Перфильев А.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОДОПОДГОТОВКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ОАО «ВТЗ»	30
Дурин И.А., Перевалова Е.А.	
АНТИПИРИРУЮЩИЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ	31
Гагиева Я.П., Кейбал Н.А., Каблов В.Ф.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РТИ	32
Бушманов А.В., Мокрецова И.С.	
РАЗРАБОТКА ДВУХРЯДНОГО ОППОЗИТНОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА	33
Бурлакин Д.А., Перевалова Е.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ	34
Бубнова М.В., Мокрецова И.С.	

ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СКЭПТ-40 ВВЕДЕНИЕМ ГИДРАТОВ СИЛИКАТА НАТРИЯ	35
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Мещеряков А.В.	
РАЗРАБОТКА ПВХ-ПОКРЫТИЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ	37
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Степанова А.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОГНЕТУШАЩИХ ЖИДКОФАЗНЫХ СОСТАВОВ С ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ	38
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Хлобжева И.Н., Старков И.В., Кнауб В.Э., Смирнова П.И.	
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО В ПРИГОТОВЛЕНИИ ПАСТ С ПЛАСТИЗОЛЯМИ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ	39
Пучков А.Ф., Грицун И.М.	
ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ КЛЕЁВ НА ОСНОВЕ ПОЛИХЛОРОПРЕНА	40
Кейбал Н.А., Гутник Р.Н., Каблов В.Ф.	
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОДОНЕФТЕНАБУХАЮЩИХ ЭЛАСТОМЕРОВ	40
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Шапоров Е.В., Ситников Е.Е.	
ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ РЕЗИН НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ФТОРКАУЧУКА - СКФ-26	41
Куцов Д.А., Пучков А.Ф.	
СВОЙСТВА НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИЗОЛЕЙ	42
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Соколова Н.А., Москвичева М. А., Сигаев К.А.	
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПАКЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФТОРКАУЧУКА	43
Пучков А.Ф., Ковалев В.А., Куцов Д.А., Антонов Ю.М.	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АНИЛИНА С ЦЕЛЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА	45
Кирилова С., Курунина Г.М.	
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ К МЕТАЛЛУ ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ ПРИ ОТРЫВЕ	46
Карманов Р.В., Пучков А.Ф., Терехова С.Д., Антонов Ю.М.	
РАЗРАБОТКА АДСОРБЕРА УЧАСТКА ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОЗДУХА С ЦЕЛЮ ВЫБОРА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ ВЛАГИ	46
Золотов М.Н., Курунина Г.М.	

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕРОУГЛЕРОДА – СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИСКОЗЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	47
Жирнов И.А., Кочетков В.Г.	
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТОВ МОЮЩИХ СОСТАВОВ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА	48
Долгова К.Ю., Александрина А.Ю.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ	49
Гарушев С.С., Мокрецова И.С.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА ПРОДУКТА	50
Битюкова А. А., Иванкина О.М.	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ, СОДЕРЖАЩИЕ СЕРУ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА СВОЙСТВА РЕЗИН	51
Пучков А.Ф., Апевалина Е.П., Спиридонова М.П., Антонов Ю.М.	
ПРИМЕНЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАПОЛНИТЕЛЬ-МОДИФИКАТОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕТЕПЛОСТОЙКОСТИ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СКЭПТ-40	52
Антонов Ю.М., Кейбал Н.А., Каблов В.Ф.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ШИН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	54
Александрова А.А., Кочетков В.Г.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА В ПОПУЛЯЦИЯХ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ	55
Шахов М. О., Осипова Е.А.	
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОЛЕФЕИНОВ С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОТХОДАМИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	56
Лукьяненко Е., Тяглова Е.В.	
МЕТАНГИДРАТНОЕ РУЖЬЕ	57
Бельская С., Тяглова Е.В.	
РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ОГНЕСТОЙКИХ ГЕЛЕЙ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛА	59
Котченко А.П., Панюшкина О.А., Первалова Е.А.	
ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВА	60
Дорофеев Д. А., Панюшкина О.А., Иванкина О. М.	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА	61

Базаев Р.Р., Герцев К.А., Проценко Д.А.	
ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	61
Кучиев Р.Р., Ягозинский О.Р.	
СЕКЦИЯ 2	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	
РАСЧЕТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ВОДООЧИСТНОМ РЕАКТОРЕ	63
Силаев А.А., Щепетнов А.А.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА	65
Бреус Р. Ю., Трушников М. А.	
БИОТОПЛИВО: ВИДЫ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ	68
Медведева Л.И., Гаджиев Э.Э.о	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОРЕАКТОРОМ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA	70
Грицун Б. М., Ефремкин С. И., Савчиц А. В.	
АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ТАКТА РАБОТЫ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	72
Казаков Д.И., Капля В.И.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ	74
Киселев Н. С., Силаев А.А.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕКТИФИКАЦИИ БУТИЛОВОГО СПИРТА	76
Кречетова Е. В., Силаев А. А.	
ОРГАНИЗАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ЦИАНИСТОГО ВОДОРОДА	78
Рожков А.В., Медведева Л.И.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ И ФЛОТОРЕАГЕНТА ПРИ ДРОБЛЕНИИ КАРБИДА КРЕМНИЯ	80
Соколов Д.Ю., Лапаева А.С., Савчиц А.В.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ РЕЗИНОСМЕШЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОПОКРЫШЕК	82
Луговой М. С., Силаев А. А.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ АНТИКОРРОЗИЙНОГО ПОКРЫТИЯ МУФТ	84

Магнева А. А., Савчиц А. В.	
ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХОДОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СМЕСИ БЕНЗОЛ – ТОЛУОЛ	87
Макодич Э.В., Корзин В.В.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА МТБЭ	89
Малахов А. Э., Медведева Л.И.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОМ С ПОВОРОТНО-ЛОПАСТНОЙ ТУРБИНОЙ	91
Мальцев А. М., Трушников М. А.	
ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОГО ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОСУШКИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ	93
Мельников Е. В., Корзин В.В.	
ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	95
Митин В. А., Савчиц А.В.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА АММИАКА	96
Наумов А. В., Медведева Л.И.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ КАТАМАРАНОМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ	98
Новгородов К.И., Савчиц А. В.	
ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ	100
Семенов А.В., Силаев А.А., Костин В.Е.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ ФЛОТОРЕАГЕНТА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ ПРИ ДРОБЛЕНИИ КАРБИДА КРЕМНИЯ	101
Соколов Д.Ю., Лапаева А.С., Савчиц А.В.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА ГИДАНТОИНА	104
Силаева Е.Ю., Цыбульник Е.В.	
СЕКЦИЯ 3 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА	
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПРИ КАЛИБРОВКЕ	107

Шипаева Е. А., Тиханкин Г.А, Пушкарев О.И.	
ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН ШЛИФОВАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ	109
Александров А.А., Чекменев С. А.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА	112
Тюлюгунов Р. С., Пушкарев О. И.	
ТРЕЩИНЫ И МИКРОТРЕЩИНЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ШЛИФОВАНИЯ	114
Капинос А. А., Худяков К.В.	
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОЛИКОВ ПОДШИПНИКОВ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В ОАО "ЕПК ВОЛЖСКИЙ"	117
Тиханкин Г.А., Забродин А.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА АВТОНОМНОЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО РЫБОВОДОВ (АМУР-1)	120
Тиханкин Г.А., Спивакова К.И.	
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ НА АО ВТЗ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	122
Поляков А. Н., Тиханкин Г. А.	
ВИДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОДШИПНИКОВ ОАО «ЕПК ВОЛЖСКИЙ» И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО УЛУЧШЕНИЮ	125
Тиханкин Г.А., Живницкий С.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 2-17717ЛК	127
Александров А.А., Тарасов А. А.	
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА КАЛИЯ В АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ» И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ	129
Тиханкин Г.А., Марков В.В.	
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА В ОАО «ЭКТОС-ВОЛГА» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА	132
Тиханкин Г.А, Ефимова Н.Ю.	
РАЗРАБОТКА МЕР УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ»	134
Дубовиков Э.А., Худяков К.В.	

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ «ТД «ВОЛТЕРА» И КОНТРОЛЯ ЕЁ КАЧЕСТВА	137
Гиренко Т.Н., Тиханкин Г.А.	
ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ИНЭЛ» И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В ЦЕЛОМ	140
Пискунова А.А., Тиханкин Г. А.	
УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСОСНАСТКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ	143
Пушкарев О.И., Варакина Н.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РЕЗА ТРУБ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»	145
Пушкарев О.И., Назаренко С.В.	
СПОСОБ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЗОРОВ МЕЖДУ ПАРАМИ ТРЕНИЯ-СКОЛЬЖЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ДУПЛЕКСАЦИЕЙ	150
Санинский В. А., Карпов В. Г., Корнеев И. Д.	
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ	154
Санинский В. А., Саразов А. В., Корнеев И. Д.	
ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ НА ИЗНОС ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНТАКТА РОЛИКОВ	157
Санинский В.А., Карпов В.Г.	
АНАЛИЗ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ОПЕРАЦИИ РАСТАЧИВАНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ	160
Санинский В.А., Нестеренко Е.Н.	
АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПОКРЫТИЯ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ АО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ	165
Сазонова А.С., Тиханкин Г.А.	
ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПИРАЛЬНОШОВНЫХ ТРУБ АО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД» И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ	168
Ваганов Р.Р., Тиханкин Г.А.	
ИССЛЕДОВАНИЯ ШЛИФОВАНИЯ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СМАЗКИ	171
Зорин С. Ю., Митрофанов А. П.	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРАВКИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ	174

Любимова Д. А., А.А. Крутикова	
АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ТОЧЕНИЯ «НЕЖЕСТКИХ» ВАЛОВ	177
Лыков С.В., Даниленко М.В.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАЛИБРУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БЕСШОВНЫХ ТРУБ	179
Александров А.А., Кузюткин Д.В.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА КОНИЧЕСКОГО РОЛИКОВОГО ПОДШИПНИКА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ	181
Кариаули Д.В., Даниленко М.В.	
УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	182
Кандаурова В.Я., Даниленко М.В.	
ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ВАЛ ГРЕБНОЙ» ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ	184
Дегтярева М. Д., Крутикова А.А.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ ДОРОЖКИ КАЧЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 6-42212КМ	187
Александров А.А., Демченко А.В.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 12310КМ	189
Александров А.А., Васильева В.В.	
К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	191
Бурдейная А.С., Киппари С.В., Макарова Н.А., Стеблевец С.А., Худяков К.В.	
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ (АНАЛИТИЧЕСКИХ) ЛАБОРАТОРИЙ АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕДОСТАТКОВ В ДОКУМЕНТАЦИИ	193
Мулдашева Е.В., Тиханкин Г.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПО «АКВАМАШ» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ	197
Шубина И.А., Тиханкин Г.А.	
ПРЕИМУЩЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ СЕПАРАТОРОВ	198
Белухин Р.А., Бородин А.А.	

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ПРИ ИХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ	200
Тиханкин Г.А, Пушкарев О.И, Турутина Л.В.	
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ	203
Белухин Р.А., Королев Л.А.	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРАВКИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ОПЕРАЦИЯХ ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА	204
Галкин А.А., Даниленко М.В.	
ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА	205
Крутикова А.А., Тарасова О.О.	
СЕКЦИЯ 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИМПРЕГНИРОВАНИЯ ВЫСОКО И РУПНОПОРИСТЫХ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	208
Шепелев И.В., Крюков С.А.	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КРЕМНЕЗЕМИСТОЙ КЕРАМИКИ	211
Шевелёва В.В., Орлова Т.Н.	
ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПУТЕМ ИХ ТЕРМООБРАБОТКИ И ИМПРЕГНИРОВАНИЯ	214
Терешков А.С., Крюков С.А., Шумячер В.М.	
МОДИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО В ОТРЕЗНЫХ КРУГАХ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРОШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА	218
Ходус А.В., Орлова Т.Н.	
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	221
Скомбричий В.В., Рогожкин В.М., Ушаков Н.А.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ БУЛЬДОЗЕРА	223
Карцев В.С., Гребенникова Н. Н.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА КРАНА	225
Кобозев А. В., Гребенникова Н. Н.	
ТЕРМООБРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКИ К5	228
Шепелев И.В., Крюков С.А., Шумячер В.М.	

СЕКЦИЯ 1

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АНИЛИНА С ЦЕЛЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Щербакова А.Ю., Кочетков В.Г.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Мировое производство анилина, подстегиваемое ростом спроса на полиуретаны, продолжает расти, т.к. анилин является одним из самых востребованных органических полупродуктов.

В рамках проводимого проектного исследования предложен метод модернизации процесса производства анилина каталитическим восстановлением нитробензола путем замены используемого в промышленности реактора на неизотермический реактор с насыпным слоем катализатора. Преимуществами данного реактора является:

- уменьшение расхода свежего катализатора;
- предотвращение его термической деструкции и увеличение срока службы за счет уменьшения пиковых температур на входе реакционной массы;
- увеличение степени превращения за счет возрастания времени пребывания реакционной массы в слое катализатора.

Указанные преимущества достигаются за счет того, что кожухотрубный каталитический реактор, состоящий из корпуса с верхней и нижней крышками и патрубками для входа и выхода реакционной массы и теплоносителя, трубные решетки с пучком труб, внутри которых размещен катализатор, содержит дополнительные слои катализатора, размещенные в двух зонах, одна из которых расположена в верхней крышке, где размещен катализатор, обеспечивающий дополнительное превращение реакционной массы в продукты реакции, другая – в нижней крышке, где помещен отработанный катализатор с равномерно распределенными в нем металлическими трубками, обеспечивающими выравнивание концентрации реакционной массы и температуры на входе в трубный пучок.

Предлагаемая конструкция кожухотрубного каталитического реактора может быть изготовлена из обычных кожухотрубных каталитических реакторов. Для этого достаточно при замене катализатора в трубах трубного пучка засыпать его в качестве отработанного катализатора в нижнюю крышку и равномерно распределить в гранулах отработанного катализатора металлические трубки, а свежий катализатор помимо труб трубного пучка засыпать в верхнюю крышку.

Внедрение данного типа реактора может снизить стоимость технологического процесса примерно на 30%.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРЕССОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО НЕДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ СО СВЯЗУЮЩИМ

Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Соколова Н.А., Шестопалова Ю.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Возобновляемое растительное сырье представляет большой интерес для различных отраслей промышленности. Использование соломы, злаковых сельскохозяйственных культур – еще одна инновация в строительстве эко-домов.

Целью научных исследований является подбор связующих добавок для улучшения свойств и возможностей прессования целлюлозосодержащего сырья.

Перед авторами стоят следующие задачи – исследовать возможные связующие природного и синтетического происхождения для недревесного целлюлозосодержащего природного сырья с целью улучшения его технологических характеристик, а именно таких, как влагостойкость, прочность, долговечность, экологичность.

В качестве объекта исследования использовались прессованная биомасса измельченной соломы.

Авторами были исследованы в качестве связующих следующие вещества: лигнин, карбоксилметилцеллюлоза, лигносульфанат. Эти вещества являются недорогими и доступными.

Лигнина в тростнике содержится довольно много, до 25%. Он имеет аморфную структуру, и, как все ВМС, не имеет определенной точки плавления, при нагревании размягчается постепенно. При температурном воздействии под давлением лигнин выступает в роли связующего компонента сырья.

Показано, что при использовании карбоксилметилцеллюлозы в качестве связующего компонента для улучшения склеивания частиц измельченной соломы, образцы получились хрупкие и нестойкие к истиранию и разлому.

Исследовано, что применение 20% раствора лигносульфаната в качестве связующего вещества показало, что после прессования и высушивания при комнатной температуре образцы не обладают хорошим сцеплением частиц соломы. При более высоком процентном содержании связующего компонента сцепка частиц измельченного тростника наблюдалась более слабая, но после высушивания при температуре окружающей среды образцы приняли достаточно прочную форму, которая не деформировалась при механическом воздействии.

В настоящее время подбор связующих компонентов и их исследования продолжаются.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВОСТАРИТЕЛЬНЫХ ПАСТ НА ОСНОВЕ ПВХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕЗИН НА ОСНОВЕ ХЛОРОПРЕНОВЫХ И БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ

Пучков А.Ф., Ходякова А.А., Карманов Р.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Как известно, полимерная паста ПД-1 (ТУ 2494-004-98528460-07), изготовленная из пластизолой суспензионного ПВХ, может быть использована в нитрильных резинах вместо IPPD (N-изпропил-N'-фенил-n-фенилендиамин) практически при его равномассовой замене. При этом содержание противостарительной группы в пасте ПД-1 составляет всего 25-30% от количества IPPD в исследуемой резиновой смеси. Тем не менее защитный эффект обеспечивается как за счет ПВХ, который, впрочем, оказывает лишь существенную защиту от действия озона, так и, в большей степени, от синергетического влияния противостарительной системы в пасте. В системе находятся противостарители, выполняющие превентивные функции, так и противостарители, обрывающие цепь окисления.

Таким образом, морфологические особенности полимерной противостарительной пасты, изготовленной на основе пластизолой суспензионного ПВХ, позволяют увеличить функциональность пасты в целом и использовать ее не только в резинах на основе бутадиен-нитрильных, но и в резинах на основе хлоропреновых каучуков, с уменьшением доли каучука и части противостарительной группы. При этом, что особенно существенно, возможно осуществить равномассовую замену противостарителей без других каких-либо изменений рецептуры резиновой смеси и, таким образом, сохранить экономическую целесообразность данного технологического приема.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕПОГЛОЩАЮЩЕГО СОРБЕНТА

Хлобжева И. Н., Каблов В.Ф., Уколов В.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Нефтяные загрязнения окружающей среды достигли катастрофических размеров. Одним из основных этапов ликвидации нефтяных разливов является применение сорбентов. В последнее время все чаще используют нефтяные сорбенты на основе растительных отходов. Это обусловлено, в первую очередь, достаточно высокой поглощающей способностью получаемых биосорбентов, низкой стоимостью, доступностью местного сырья и возможностью дальнейшей утилизации в качестве топлива.

Целью работы является исследование свойств нефтесорбента, полученного направленным модифицированием целлюлозосодержащего сырья, и оценка его

пригодности при использовании для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов с водных поверхностей.

В качестве объекта исследования выбран тростник обыкновенный, произрастающий на территории Волгоградской области. Изначально исследуемое растительное сырье измельчали с целью получения целлюлозной матрицы и дальнейшей карбонизации. Проведение высокотемпературной обработки измельченного сырья необходимо для протекания термоокислительной деструкции, которая приводит к разрыву межмолекулярных связей в биополимере с последующим образованием карбоксильных групп. При высокотемпературной термообработке происходит значительное разрушение структуры материала и формируется каркас, содержащий углеродную и силикатную составляющие. Это позволяет увеличить пористость опытных образцов и их адсорбционную активность.

Для дальнейшего структурирования полученной матрицы проводилась химическая двухстадийная модификация: на первой стадии – гидролиз сырья лимонной кислотой, на второй – использование фосфоросодержащий реагент.

Полученные сорбционные образцы были исследованы на: насыпную плотность, флотационную способность, нефтепоглощение, адсорбционную способность и адсорбционную активность по йоду. Эти параметры позволяют охарактеризовать сорбционные свойства предлагаемого сырья.

К числу основных показателей эффективности сорбентов кроме нефтеемкости относят водопоглощение и плавучесть, которые при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на водных поверхностях имеют особенно важное значение, т.к. потопление нефтепродуктов из-за большого экологического риска недопустимо.

Контрольным образцом служит измельченный стебель тростника южного. Были приняты следующие обозначения: образец 1 – получен проведением карбонизации измельченного тростника южного; образец 2 – химическая модификация лимонной кислотой пиролизованного сырья; образец 3 – химическая модификация лимонной кислотой и раствором суперфосфата измельченного стебля тростника южного; образец 4 – химическая модификация лимонной кислотой и раствором суперфосфата пиролизованного сырья.

Наилучшие характеристики при исследовании флотационной способности показали образцы 3 и 4. Самым высоким показателем нефтепоглощения обладает образец 4. Но наиболее высокий показатель насыпной плотности имеет образец, прошедший модификацию измельчением. По полученным данным исследования адсорбции на границе твердое тело – жидкость было выявлено, что наиболее оптимальной сорбционной способностью обладает образец 4. Немодифицированные образцы измельченных остатков тростника Южного и древесных опилок нехвойных пород в данном случае показали наименьший результат по всем исследуемым направлениям. Результаты исследований адсорбционной активности по йоду установили, что физико-химическая модификация опытных образцов увеличивает способность поглощать вещества соизмеримые с молекулой йода. Чем выше процент сорбционной активности, тем больше веществ с диаметром молекулы йода способен поглотить образец. Полученные образцы 3, 4 по среднему показателю йодного числа не уступают активным углям марки АГ-2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННОГО ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СКЭПТ

Каблов В.Ф., Кочетков В.Г.*, Тумашик И.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

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.

Предварительная активация шунгита позволяет увеличить долю разупорядоченных углеродных структур и может способствовать увеличению доли свободных фуллереноподобных структур. Фуллерен в отличие от известных трех форм углерода растворим в органических растворителях (бензол, гексан, сероуглерод).

Рассмотрено влияние микроволнового излучения на удельную адсорбционную поверхность шунгита. Установлено, что при обработке токами СВЧ удельная адсорбционная поверхность активированного шунгита увеличивается с $2,89 \cdot 10^4$ до $2,20 \cdot 10^5$ м²/г.

После предварительной активации шунгита из навески образца экстрагировалась фуллерен-содержащая углеродная фракция (ФТУ). Установлено, что из рассматриваемых экстрагентов наиболее эффективным является толуол.

При введении экстрагированного ФТУ в состав резиновых смесей на основе этилен-пропилендиенового каучука с серной вулканизирующей системой происходит увеличение условной прочности при растяжении на 10-12 % и уменьшение степени набухания в толуоле на 5-7 %.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТРУБОПРОВОДНОЙ КОММУНИКАЦИИ С ЦЕЛЮ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНОГО ПЕРИОДА

Тищенко В.Н., Курунина Г.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Сжатый воздух – один из самых распространенных энергоносителей на любом промышленном предприятии, а совокупность устройств, связанных с его обработкой и распределением, является достаточно сложной энергоемкой энергетической промышленной системой, от уровня совершенства которой зависят показатели технологических процессов, где используется сжатый воздух. В свою очередь, система воздухообеспечения предназначена для централизованного обеспечения разнообразных

промышленных потребителей сжатым воздухом требуемых параметров (давление, расход, температура, влажность) в соответствии с заданным графиком.

Потребность предприятия в сжатом воздухе определяется видом и объемом производства, номенклатурой выпускаемой продукции и исходного сырья, структурой цехов, особенностями технологического процесса и технической характеристикой установленного оборудования. С целью снижения вероятности образования конденсата в пневматических линиях, источник сжатого воздуха снабжают устройствами охлаждения и осушки, которые устанавливаются непосредственно за компрессором. Их эффективное удаление обеспечивают магистральные фильтры контактного действия, или коалесцентные фильтры.

В работе изучены фильтры и пневмораспределители, которые можно применить в производстве в пневмомагистралях для удаления конденсата и увеличения межремонтного периода. Предложено заменить устаревший пневмораспределитель В40 на В64-25А-03 с установкой фильтра АF5000.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ШУНГИТА НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Молчанский Н.С.*, Крюкова Д.А., Новопольцева О.М., Каблов В.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Современные тенденции большинства областей промышленности, в том числе и промышленности РТИ, заключаются в замене импортного сырья на отечественное. В связи с этим проводится замена минерального наполнителя таурита (Республика Казахстан) и части технического углерода на отечественный природный углеродсодержащий наполнитель шунгит (Республика Карелия).

Таурит и шунгит – природные минеральные породы близкие по химическому составу и отличающиеся большим содержанием углерода и диоксида кремния в шунгите.

Проводилась замена части технического углерода в составе протекторных резиновых смесей на шунгит. Прямая замена не показала хороших результатов, поэтому шунгит был предварительно обработан высокочастотным излучением, а также модифицирующими добавками: щелочами, кислотами, аминами и др.

Полученные результаты показали, что модификация шунгита высокочастотным излучением и концентрированными щелочами не оказывает сколько-нибудь значимого положительного влияния на свойства вулканизатов. При этом введение в резиновые смеси шунгита, модифицированного полиэтиленполиамином, повышает упруго-прочностные свойства на 15 %, а адгезионные свойства увеличиваются на 10-20 %.

Таким образом, возможна частичная замена технического углерода в составе протекторных резин на шунгит Зажогинского месторождения (Республика Карелия) модифицированного полиэтиленполиамином.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ШУНГИТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН

Леонтьева А.В., Крюкова Д.А., Новопольцева О.М., Каблов В.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

С каждым годом в резинотехнической промышленности все большую популярность набирает отечественный наполнитель – шунгит. Его применение как заменителя части технического углерода, так и в дополнение к последнему может позволить решить ряд проблем, например, в экологической, экономической и многих других областях.

Шунгит – минеральный наполнитель, состоящий из силикатных частиц (60 %) и аморфного шунгитового углерода (30 %) с примесью неорганических веществ.

Изучено влияние дисперсности шунгита производства ООО «Карельская инвестиционная компания «РБК» марок МК-0 (20 мкм), МК-1 (10 мкм), МК-2 (5 мкм), МК-В (волокнистый), МК-Г (глобулярный) при замене части технического углерода на физико-механические и адгезионные свойства эластомерных композиций.

Исследования показали невозможность прямой замены 20-50 % технического углерода на шунгит всех марок из-за ухудшения эксплуатационных характеристик. Поэтому была проведена предварительная физическая (обработка СВЧ-излучением) и химическая (обработка гексахлор-п-ксилолом и цеолитами с полиэтиленполиамином) модификации. При этом модифицированным шунгитом заменяли 10 масс. ч. технического углерода.

Введение в состав резиновой смеси шунгита с дисперсностью 5 мкм, модифицированного смесью цеолита с полиэтиленполиамином, показывает лучшие результаты: возрастает скорость вулканизации на 10-15 % при сохранении индукционного периода; повышается адгезионная прочность на 30-40 %, упруго прочностные свойства остаются на заданном уровне.

Таким образом, наиболее целесообразна замена части технического углерода на шунгит марки МК-2 с размером частиц 5 мкм, модифицированного смесью цеолита с полиэтиленполиамином.

ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ МИКРОВОЛОКНА

Крюкова Д.А*, Егорова С.А., Новопольцева О.М., Каблов В.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Широкое распространение получили огнетеплозащитные материалы (ОТЗМ) на основе эластомеров. Повышение их эффективности является важной задачей, решение которой позволит снизить энергетические и материальные затраты, повысит надежность и безопасность защищаемых конструкций.

Известно использование волокнистых наполнителей для повышения огнетеплозащитных свойств материалов. Введение в состав резиновых смесей

микроволокон снижает прочность вулканизатов, что обусловлено неравномерным распределением наполнителя в полимерной матрице. Данный недостаток может быть устранен модификацией таких наполнителей, позволяющей повысить сродство к эластомеру и улучшить их распределение.

В работе исследовалось влияние микроволокнистых наполнителей (МВН) (каолиновых, керамических, кварцевых, кремнезёмных, углеродных, асбестовых) с длиной частиц до 110 мкм и диаметром порядка 10 мкм на физико-механические и огнетеплозащитные свойства резин на основе этиленпропилендиенового каучука СКЭПТ-40. Огнетеплозащитные свойства оценивали по времени прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 °С и по скорости линейного горения.

Введение микроволокон увеличивает эффективность ОТЗМ при высокотемпературном воздействии за счет образования на поверхности более прочного защитного коксового слоя, что, в свою очередь, способствует увеличению времени прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 °С на 30 % и уменьшению потери массы образцами в 1,5-2 раза.

Для получения высокой огнетеплостойкости без ухудшения остальных показателей волокнистые наполнители были модифицированы 5 %-ным раствором фосфорборсодержащего олигомера с добавлением непосредственно в резиновую смесь 1 масс.ч. гексахлор-п-ксилола.

Введение в эластомерные композиции модифицированных волокон позволяет повысить прочность на 15 %. При этом снижается скорость деструкции по сравнению с исходным материалом, что связано с хорошей контактной зоной между частицами волокна и полимера, а также увеличивается время прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 °С на 50-70 %.

Таким образом, огнетеплозащитный материал, содержащий модифицированные микроволокнистые наполнители, найдет широкое применение в авиационной и ракетно-космической технике для защиты от воздействия тепловой энергии и газовых сверхскоростных и высокотемпературных потоках.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ШПРИЦЕВАНИЯ КАМЕРНЫХ ЗАГОТОВОК С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Цыганков Р.В., Первалова Е.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В современном производстве резиновых смесей широкое распространение получил процесс шприцевания, в ходе которого резиновыми смесями или каучуком приобретаются необходимые свойства и придается необходимая форма путем продавливания материала через отверстие определенного параметра и конфигурации.

К числу основных машин на резиновом производстве относятся червячные машины, благодаря их высокой эффективности и универсальности. Червячная машина является машиной непрерывного действия. Она предназначена для получения из исходной резиновой смеси заготовок различной длины и профиля, пластификации каучука, обкладки кабелей и рукавов резиновой смесью, а также для гранулирования резиновых смесей. Червячные машины специальной конструкции служат узлами пластификации и впрыска в червячно-плунжерных литьевых машинах и используются

в качестве резиносмесителей непрерывного действия. При помощи червячных машин реализуется процесс шприцевания резиновых смесей, который происходит благодаря продавливанию червяком разогретой резиновой смеси под давлением через профильное отверстие инструмента, который размещают в головке машины. Результатом этого процесса становится формирование заготовки, поперечное сечение которого соответствует форме отверстия. Таким методом получают заготовки камер, прокладок, шлангов, шнуров, протекторов и т.д.

Теоретическое решение любой задачи по переработке резиновой смеси предполагает знание трех групп параметров: геометрических очертаний зоны деформации, скоростного режима переработки и свойств резиновой смеси. Под свойствами резиновой смеси подразумеваются такие ее физико-механические показатели, как текучесть, жесткость, теплопроводность, теплоемкость, коэффициент внутреннего и внешнего трения и др. Все эти показатели зависят от состава резиновой смеси, состав же смеси определяется назначением детали, а ассортимент деталей чрезвычайно велик. С другой стороны, величина показателей и даже свойства сильно зависят от температуры и скорости деформирования. Например, при холодном питании червячной машины резиновая смесь в зоне питания в большей степени проявляет упругие свойства и может рассматриваться как твердое тело, а в зоне нагнетания в большей степени проявляются текучие свойства, и здесь она может уподобляться высоковязкой жидкости. Естественно, что в средней зоне (зоне пластификации) имеет место переход резиновой смеси из твердо-упругого-эластичного состояния в вязко-текучее. Все это затрудняет получение простых и надежных выражений для расчета технологических параметров путем математического моделирования работы червячной машины.

Основными параметрами червячной машины являются: диаметр червяка, отношение диаметра червяка к его рабочей длине, частота вращения и степень сжатия перерабатываемого материала. Проблема состоит в подборе таких параметров машины (головки, двигателя и т.д.), чтобы обеспечить заданную скорость перемещения резиновой смеси, давления в головке и т.д. А так как резиновая смесь, попадая в экструдер, меняет свои свойства с твердого тела на свойства неньютоновской жидкости, то задача становится нетривиальной.

В ходе исследований был проведен параметрический расчет машины теплого питания типа МЧТ-125 с целью изучения гидродинамических процессов, возникающих при экструдировании резиновой смеси. Червяк был выбран двухзаходный, т.к. среднее значение КПД такого червяка выше, чем у однозаходного (0,05-0,07%). Выбран электродвигатель типа ЧЛФМ250СГУХЛЧ. $N_{эд}=57\text{кВт}$.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОНЫ

Фоменко В.Ф., Лапшина С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Объект исследования работы – ректификационная колонна на линии синтеза МТБЭ ОАО «Эктос – Волга» в городе Волжский.

Работа состоит в том, чтобы рассмотреть некоторые элементы колонны на надежность, так как МТБЭ является взрыво-пожароопасным веществом, и, если

произойдет его утечка, на предприятии может случиться авария и могут пострадать люди.

МТБЭ – это присадка для бензина, чтобы топливо, которым заправляются автомобили, несильно вредило экологии города, в котором мы живем. Сейчас автомобили очень востребованы, и поэтому топлива потребляется очень много, а в связи с тем, что Волжский – это промышленный город, то экология стремительно ухудшается. С помощью МТБЭ мы пытаемся немного улучшить атмосферу в городе, сделать хоть небольшой, но свой вклад.

Поскольку МТБЭ производится на ректификационных установках, рассмотрим, какие бывают разновидности колонны, виды ректификаций в них, сделаем технологический и прочностной расчеты, чтобы убедиться в том, что ректификационная колонна производства МТБЭ, находящаяся на производстве ОАО «Эктос - Волга», надежна в использовании.

В результате расчетов выяснены оптимальные параметры колонны:

- Диаметр колонны $D = 2400$ мм.
- Скорость пара $\omega = 0,51$ м/с.
- Выбор тарелки: клапанная.
- Толщина стенки = 10 мм

В результате проведенных прочностных расчетов был установлен действительный коэффициент запаса прочности элементов колонны и определены допустимые изменения толщины стенок элементов для обеспечения надежности конструкции.

Список литературы:

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. - с.: ил., библиогр.
2. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнулин. – М. : Альфа-М, 2006. – 608 с

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ N-МЕТИЛАНИЛИНА И РАБОТЫ РЕАКТОРНОГО УЗЛА

Скобора Н. Д., Курунина Г. М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Монометиланилин или N–метиланилин принадлежит к классу замещенных аминов ароматического характера. Наиболее востребован в области производства присадок бензина антидетонационного типа. Антидетонационная добавка N-метиланилин предназначена для увеличения детонационной стойкости автобензинов, используется для производства неэтилированных бензинов путем смешивания с низкооктановыми, прямогонными бензинами и является основным компонентом современных высокооктановых добавок.

Кроме того, при добавлении его в топливо регулируется октановое число продукта и его экологичность. Два этих фактора сделали N-метиланилин одной из самых популярных многофункциональных присадок. Монометиланилин полностью

растворим в бензине. Основным промышленным способом его получения является парофазное каталитическое алкилирование анилина метанолом.

Целью данной работы является исследование получения N-метиланилина и работы реакторного узла.

В работе были произведены технологический расчет, прочностной расчет и конструктивный расчет аппарата. Рассмотрены материалы изготовления конструкций аппарата, предложены новые виды сталей. Сделан сравнительный анализ теплоносителей, которые используются в данном производстве. По технологическим параметрам отдано предпочтение расплаву солей. В результате технологического расчета было предложено изменить сталь для изготовления трубной решетки и количество трубок в пучке. Эти изменения должны положительно сказаться на улучшении производительности выпуска N-метиланилина.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКА ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Сергеева В.Ф., Лапшина С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) – один из главных кислородосодержащих высокооктановых компонентов, используемых при получении неэтилированных автомобильных бензинов. МТБЭ применяется в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов (антидетонатор). МТБЭ широко применяется в производстве высокооктановых бензинов, при этом выступает как нетоксичный, высокооктановый компонент и как оксигенат (носитель кислорода), способствующий более полному сгоранию топлива и предотвращению коррозии металлов.

Исследуемая ректификационная колонна стоит на линии производства МТБЭ – метил-трет-бутилового эфира (структурная формула $(CH_3)_3COCH_3$) – используемого в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов.

Для оптимизации процесса разработана математическая модель. Данная модель включает в себя систему уравнений для расчета: количества образующегося МТБЭ; выхода изобутана; скорость пара; диаметр колонны; гидравлическое сопротивление тарелок; количества тарелок; высоты колонны; тепловой расчет установки.

В результате анализа полученных результатов предложено заменить колпачковую тарелку на клапанную. Что приводит к уменьшению гидравлического сопротивления и энергозатрат. Повышает устойчивость колонны к перепаду нагрузок. Уменьшает чувствительность к загрязнению и общий объем ремонтно-восстановительных работ.

Разработанную математическую модель можно использовать в качестве обучающего модуля.

В сложившейся экологической обстановке необходимо уменьшать использование свинцесодержащих добавок и переходить на более экологически чистые добавки, к примеру, МТБЭ и ЭТБЭ.

Список литературы:

1. Айнштейн В.Г., Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / В.Г. Айнштейн, М. Г. Захаров – М.: Химия, 2008. – 437

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФОРМАТОРА – ВУЛКАНИЗАТОРА ПРОИЗВОДСТВА ПОКРЫШЕК ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Потопов В.А., Курунина Г.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Форматоры-вулканизаторы являются основным видом оборудования для вулканизации, используемым на современных заводах по производству пневматических шин. В шинной промышленности широко применяют форматоры-вулканизаторы, в которых совмещается предварительное формование покрышек и их вулканизация. Покрышки формуют с помощью специальной резиновой диафрагмы, которая при вулканизации выполняет роль варочной камеры. При нагревании заготовок покрышек до 70–80 °С облегчается предварительное их формование и сокращается продолжительность вулканизации.

Существуют следующие виды форматоров-вулканизаторов: форматор-вулканизатор типа «аутоформ», форматоры-вулканизаторы с неубирающейся диафрагмой типа «Бег-о-матик», многопозиционный вулканизатор, вулканизатор с секторными пресс-формами.

Вулканизация (химический процесс) – заключительный технологический процесс шинного производства. Перед вулканизацией внутреннюю и наружную поверхность покрышек покрывают смазкой, содержащей тонкодисперсные (размером частиц 10 мкм) тальк и слюду, а так же хозяйственное мыло с содержанием жирных кислот 60% и силиконовую эмульсию, распределенные в воде или бензине. Благодаря образованию слоя смазки на внутренней поверхности покрышки облегчается закладывание в ее полость диафрагмы, выход воздуха между диафрагмой и каркасом, предотвращается при вулканизации диафрагмы к внутренней поверхности каркаса, а также прилипание ездовой камеры к покрышке при эксплуатации.

Запорные и регулирующие клапаны, а также парорегуляторы „Regell“ были специально разработаны для использования на предприятиях шинной промышленности. Выполнен энергетический расчёт форматора ФВ-88, который показал, что замена мембранного клапана на поршневой приведет к уменьшению энергозатрат.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ПРОИЗВОДСТВА НИТРОБЕНЗОЛА

Кочетова А.А., Курунина Г.М., Лапшина С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Нитробензол – является одним из важнейших нитросоединений и используется в промышленности в больших количествах в качестве исходного сырья в процессе получения анилина, м-динитробензола, бензидина, нитрохлорбензола, различных красителей (инулинов, нигрозинов), он применяется в качестве растворителя при очистке нефтяных смазочных масел, для отдушки мыла и других целей.

Однако основное применение он находит в химической промышленности в качестве сырья в производстве такого крупного продукта, как анилин, мировое производство которого составляет более 1млн. тонн в год. Анилин вырабатывается во всем мире и на предприятиях Российской Федерации в основном парофазным каталитическим гидрированием нитробензола.

Указанный нитробензол содержит значительное количество органических сернистых примесей, нитрофенолов. Общее содержание серы в таком нитробензоле достигает 0,03% в том числе нитрогифеновой серы -0,004-0,008%.

Вышеупомянутые примеси отрицательно влияют на протекание процесса гидрирования нитробензола в анилин, ухудшают работу катализатора и качество получаемых катализата и товарного анилина. Очистки нитробензола от сернистых примесей протекает в ректификационной колонне. Одна из проблем, стоящих перед предприятием производителем, – повышения производительности не в ущерб качеству.

Для решения задачи повышения производительности проведен анализ конструкции аппарата, патентной проработки, был выбран способ решения поставленной задачи, а именно замена колпачковых тарелок на пакетную регулярную насадку (размером 300 мм. удельная поверхность насадки $500 \text{ м}^2/\text{м}^3$, свободный объем насадки $0,91 \text{ м}^3/\text{м}^3$, насыпная плотность $490 \text{ кг}/\text{м}^3$), что, в свою очередь, приведёт к повышению производительности.

Одним из минусов насадочной колонны, является нестабильное распределение жидкости по сечению колонны, образование застойных зон. Решением данной проблемы стала установка над насадкой трубчатых распределителей жидкости. Также замена контактных устройств упрощает монтаж и ремонт колонны, что, в свою очередь, приведёт к сокращению ремонтного времени.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АДСОРБЕРА ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ БЕНЗИНА ИЗ ПАРОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Кожина А.Ю., Курунина Г.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Одним из эффективных средств, позволяющих рационально организовать производство химической продукции, при получении которой применяются

растворители, является рекуперация – процесс улавливания паров летучих органических растворителей из паровоздушной смеси и возвращение их в основное производство для повторного использования.

При производстве клеев, лакокрасочной продукции в атмосферу выделяются пары растворителей, например, бензин или смесь бензина и этилацетата.

Улавливание паровоздушной смеси бензина имеет большое практическое значение. Во-первых, пары бензина токсичны, а во-вторых, горючи и взрывоопасны, поэтому они должны быть удалены из рабочих помещений. Кроме того, учитывая значительную стоимость бензина-растворителя, его пары необходимо улавливать из воздуха и затем вновь возвращать в производство, чем снижать себестоимость выпускаемой продукции.

Рекуперация бензина и его смесей с другими растворителями в производствах осуществляется адсорбционным методом, который позволяет решать задачи глубокой очистки технологических и отходящих промышленных газов, содержащих пары бензина.

Адсорбционный метод основан на избирательном поглощении растворителей твердым поглотителем за счет сил межмолекулярного взаимодействия.

Активированный уголь как адсорбент получил наиболее широкое применение. Он является одним из несложных адсорбентов, которые можно использовать для влажных газов. Вследствие неспецифичности активированный уголь адсорбирует все газы, присутствующие в малых количествах, пропорционально их концентрациям, поэтому следует учитывать тот факт, что помимо газа, который необходимо уловить, будут адсорбироваться и другие примеси.

Эффективность очистки выбросов летучих растворителей адсорбционным методом составляет 95 - 98 %.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ГАЗОЖИДКОСТНОГО БИОРЕАКТОРА

Кожин И.И., Залипаев П.П., Залипаева О.А., Прохоренко Н.А.

*Волгоградский государственный технический университет
Волжский политехнический институт*

Биотехнологические процессы широко применяются в пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах очистки сточных вод. Специфика биотехнологических процессов состоит в том, что в них участвуют живые клетки, субклеточные структуры или выделенные из клеток ферменты и их комплексы. Это оказывает существенное влияние на процессы массопередачи и теплообмена и, как следствие, на конструктивные особенности оборудования.

Биореакторы классифицируют по способу ввода энергии в аппарат (по способу осуществления процессов аэрирования и перемешивания): с движущей силой по газовой фазе, с движущей силой по жидкой фазе и комбинированные (с движущей силой по газовой и жидкой фазой одновременно).

Разработана экспериментальная установка газожидкостного биореактора с механическим перемешиванием. Предложена конструкция биореактора, на которую подана заявка на полезную модель. Модернизированная конструкция биореактора не требует стабилизации входных параметров. Уровень жидкой фазы поддерживается в рабочем положении благодаря механизму саморегулирования конструктивных элементов биореактора. Усовершенствованная конструкция перемешивающего устройства предусматривает чувствительность биологических агентов к физико-механическим воздействиям. В процессе насыщения питательной среды воздухом образуется газо-жидкостная эмульсия, циркулирующая по всему объему аппарата, обеспечивающая эффективное перемешивание среды. Для борьбы с образующейся при аэрации пеной используется механическое пеногашение.

Разработанная конструкция биореактора позволяет проводить процесс межфазового переноса веществ («жидкость – клетки», «газ – жидкость – клетки») с учетом сложной регуляции роста и биосинтеза, нестабильности целевых продуктов, обеспечивает саморегулирование уровня жидкой фазы, что повышает эффективность и производительность биотехнологического процесса.

РАЗРАБОТКА РЕАКТОРА СИНТЕЗА ИЗОБУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА КАЛИЯ С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНСТРУКЦИИ МЕШАЛКИ

Исакова А. Б., Иванкина О.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В связи с большим разнообразием минералогического состава руд, подвергаемых флотационному обогащению, оптимальные результаты могут быть достигнуты лишь при использовании широкого ассортимента алкилксантогенатов щелочных металлов (АЦМ) на основе спиртов С2-С7. В настоящее время в нашей стране производятся этил-, н-бутил-, изобутил- и изопропилксантогенаты калия.

Одним из основных оборудований, используемых для производства ксантогенатов, является жидкофазный реактор.

Продолжительность всех операций в реакторе зависит от правильного выбора конструкции мешалки и определения скорости ее вращения, зоны подачи дозируемого вещества (тепловые операции). На стадии дозирования сероуглерода возникает необходимость поддержания во взвешенном состоянии части ксантогената. Выбор конструкции мешалки и числа ее оборотов целесообразно осуществлять по самой тяжелой операции – дозирование сероуглерода.

Расчеты по определению продолжительности существования глобул с дозируемым реагентом показали, что в присутствии быстрой реакции в системе происходит очень быстрое исчерпание реагента из глобул. В начальный момент дозирования, когда растворенного реагента много, дозируемый реагент расходуется в глобулах за доли секунды. В конце операции дозирования, когда растворенного реагента остается мало, продолжительность опорожнения глобул вырастает до времени сопоставимого со временем циркуляции. Поэтому для расчета реактора в обязательном порядке необходимо включить процедуру расчета времени опорожнения с одновременным перемещением глобулы в объеме перемешиваемой массы. Это

опорожнение осуществляется в процессе перемещения глобулы по циркуляционному контуру. Для мешалок различной конструкции этот путь различен.

Одним из наиболее распространенных типов мешалок являются турбинные мешалки. Жидкость движется по контуру, состоящему из двух петель. Одна из петель расположена между плоскостью вращения мешалки и свободной поверхностью жидкости, другая между этой плоскостью и дном аппарата. Обмен между этими петлями осуществляется на выходе жидкости из межлопастного пространства мешалки. Состав жидкости в этой зоне усредняется. Затем поток жидкости натекает на внутреннюю поверхность аппарата и разделяется на два. Один поток уходит вверх, к свободной поверхности жидкости в аппарате. Другой поток поворачивает в направлении дна аппарата. По пути следования потоков происходит опорожнение глобул от дозируемого реагента, изменение концентрации растворенного в основной массе жидкости реагента, изменение размеров глобул в соответствии с локальной скоростью рассеивания энергии в единице массы жидкости.

Построена математическая модель реактора с учетом макротранспорта жидкости внутри аппарата. Модель использована для оценки влияния различных технологических параметров на выходные характеристики работы реактора и для определения условий, обеспечивающих высокий выход продукта в промышленном процессе синтеза.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОТУРБУЛЕНТНОГО ТРЕХФАЗНОГО ПОТОКА В МАССООБМЕННОМ НАСАДОЧНОМ АППАРАТЕ

Залипаев П.П., Коссону Б.П., Залипаева О. А., Голованчиков А.Б.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Массообменные аппараты применяются в химической, нефтехимической, газоперерабатывающей, пищевой и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах очистки отходящих газов от вредных примесей. Оптимальными режимами работы насадочных массообменных аппаратов являются режимы эмульгирования и турбулизации.

Предлагается конструкция элемента насадки для проведения массообменного процесса, на которую подана заявка на полезную модель и получено положительное решение. Насадка для массообменных процессов выполнена в виде двух тел вращения цилиндрической формы, соосно установленных одно внутри другого и жестко соединенных между собой, одно тело вращения выполнено в виде витой проволочной пружины, а другое тело вращения выполнено в виде полого цилиндра, витая проволочная пружина установлена внутри полого цилиндра, причем полый цилиндр вплотную облегает витую проволочную пружину, принимая форму гофры, и выполнен из пенополимерного материала.

Целью работы является получение высокотурбулентного трехфазного потока в массообменном насадочном аппарате: газ (пар), жидкость, твердая фаза (плавающие элементы насадки) по всему объему между распределительными решетками.

Толщина проволоки и тип пенополимерного материала полого цилиндра выбираются, исходя из технологических характеристик массообменного процесса, для расчета оптимальной плотности насадки по алгоритму:

1) длина проволоки $l = 1,2 \cdot \pi \cdot d \cdot n$

- 2) масса проволоки $m_m = \rho_m (\pi l \delta_m^2) / 4$
- 3) масса пенополимерного цилиндра $m_n = 1,2 \cdot \rho_n (\pi d h \Delta_n) / 4$
- 4) общая масса элемента насадки $m = m_m + m_n$
- 5) общий объем $V = V_m + V_n = (\pi l \delta_m^2) / 4 + (\pi d h \Delta_n) / 4$
- 6) средняя плотность насадки $\rho = m / V$

Заявленная конструкция элемента насадки массообменного аппарата позволяет проводить массообмен в условиях псевдооживленного слоя при высокотурбулизированном трехфазном потоке в широком диапазоне физических параметров рабочих сред, исключает возможность зарастания элементов насадки, обеспечивает устойчивую работу массообменного аппарата, что повышает производительность колонны и эффективность массообменного процесса.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ

Дутышев С.В., Перфильев А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Процесс изготовления резиновых смесей называется смешением. Смешивая каучуки с ингредиентами в определенных соотношениях, можно получить резиновые смеси, легко поддающиеся технологической обработке.

При смешении каждый из компонентов смеси влияет друг на друга, на поведение смеси в процессе смешения, а также на качественные показатели смесей и готовых изделий.

Резиносмеситель представляет собой закрытую камеру с вращающимися навстречу друг другу роторами. В загрузочную воронку подаются в определенной последовательности все компоненты резиновой смеси.

Резиносмеситель по сравнению с другими смешивающими машинами обладает рядом преимуществ и недостатков: герметизация рабочего процесса, более благоприятные условия перемешивания материала, безопасность работы.

Резиносмесители работают при более высоких температурах, это объясняется трудностью отвода тепла из закрытой камеры машины, поэтому расход воды для резиносмесителя больше.

Приготовление и обработка резиновых смесей – важная операция в шинном и резиновом производствах, от которой зависят пластоэластические и прочностные свойства, структура и гомогенность, а также технологичность смесей резиновых и резинордных полуфабрикатов, создаются необходимые условия для получения резиновых изделий высокого качества. Для изготовления резиновых изделий с заданными эксплуатационными свойствами каучуки смешивают с различными ингредиентами, вводимыми в смесь в определенном массовом соотношении и в определенной последовательности. При смешении ингредиентов выделяется большое количество тепла, которое необходимо отводить, так как перегрев негативно скажется на качестве готовой продукции. В работе исследовано влияние замены хладагента на рабочие параметры резиносмесителя. В результате данного нововведения теплопередача ротора повышается в два раза. Таким образом, можно добиться увеличения производительности данного резиносмесителя.

Список литературы:

1. Бекин Н.Г., Шанин Н.П. Оборудование заводов резиновой промышленности – Л. : Химия, 1978. – 398 с.
2. Барсков Д.М. Машины и аппараты резинового производства. - М., Химия, 1975. – 594 с.
3. Вострокнутов Е.Г. Переработка каучуков и резиновых смесей (реологические основы, технология, оборудование). – М.: Химия, 1980. 280 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОДОПОДГОТОВКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ОАО «ВТЗ»

Дурин И.А., Перевалова Е.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Вода широко применяется в технологических процессах различных предприятий, и рациональное её применение может значительно сократить расходы производства. Кроме того, на предприятиях в воду попадает огромное множество опасных и вредных веществ, которые могут нанести значительный вред экологии всего мира. Поэтому эффективная очистка сточных и оборотных вод в промышленности по-прежнему является актуальной проблемой.

Одним из самых простых и дешевых способов очистки сточных вод служит отстаивание. Процесс протекает под действием гравитационных сил и с минимальными затратами энергии. Отстаивание широко применяется во всех сферах очистки воды: бытовых вод, производственных и т.д. Отстаивание обладает достаточно простым принципом работы, что и сделало его таким распространенным. Оно применяется как предварительная подготовка либо заключительная очистка.

Отстаивание применяется для очистки воды от крупнодисперсных частиц. Для отстаивания из множества отстойников был выбран радиальный отстойник, т.к. в производственных масштабах очистки воды он наиболее соответствует необходимым параметрам, таким как: степень очистки, расход воды. Радиальные отстойники применяют при расходах сточных вод более 20 тыс. м³/сут. Эти отстойники, по сравнению с горизонтальными, имеют некоторые преимущества: простота и надежность эксплуатации, экономичность, возможность строительства сооружений большой производительности. Недостаток – наличие подвижной фермы со скребками.

Преимуществом радиальных отстойников является небольшая глубина, что удешевляет их строительство. Круглая форма отстойника позволяет устанавливать минимальные по толщине стенки, что также снижает стоимость сооружений.

Он может применяться на предприятиях для очистки сточных вод от взвешенных крупнодисперсных частиц. Для предварительного осветления воды с последующей более тщательной очисткой на очистных сооружениях более глубокой и специфической очистки. На любых предприятиях, в которых используется вода, нужно проводить очистку воды от загрязняющих веществ. От предприятия зависит, от чего она будет очищаться, от определенных веществ и частиц. И поэтому для различных предприятий схема очистки отличается, но отстойники применяются везде, что говорит о востребованности отстаивания воды. Также для уменьшения расходов воды используют вторичную воду для обогрева. Кроме этого применяют уже

использованную на предприятии воду после ее очистки от загрязняющих веществ и придания ей определенных свойств.

Для лучшей работы отстойника его рекомендуется занести в закрытое помещение для поддержания оптимальной температуры 20 °С.

АНТИПИРИРУЮЩИЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

Гагиева Я.П., Кейбал Н.А., Каблов В.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В последнее время в области огнезащиты древесины одним из перспективных направлений стала разработка огнезащитных пропиточных составов, позволяющих повысить предел огнестойкости деревянных конструкций при пожаре.

В работе были рассмотрены огнезащитные пропиточные составы для древесины на основе фосфорсодержащих веществ.

Кроме того, рассматривалась возможность нейтрализации указанных составов водным раствором аммиака. В ходе исследований выявлен наиболее эффективный состав.

Целью работы является создание огнезащитных покрытий для древесины на основе фосфорсодержащих соединений.

Оценка стойкости к термоокислительной деструкции образцов по величине коксового остатка является одним из показателей термостойкости и косвенным показателем огнестойкости. В ходе проведения данного исследования установлено, что при $T=300$ °С и времени выдержки образцов в печи в течение первых 10 минут наблюдается вспучивание образцов, а при $T=400$ °С пиролиз протекает наиболее интенсивно.

В работе также проведена оценка огнестойкости модифицированных образцов древесины, которая показала, что наибольшей огнестойкостью обладают составы на основе ФБО и ДМФ.

Оба состава проявляют огнезащитный эффект по двум механизмам: инициируют процесс образования тонкой пленки, препятствующей поступлению кислорода, и способствуют образованию «коксовой шапки», которая имеет пористую структуру и низкую теплопроводность.

Таким образом, структура, состав, а именно высокое содержание антипирирующих групп в разработанных составах, усиливает их огнезащитную эффективность и обуславливает возможность использования в качестве ингибиторов горения для древесины и продуктов её переработки.

Огнезащитная пропитка для дерева не спасет от поджога, где будут применены легковоспламеняющиеся и горючие растворы. Однако если пожар разгорится от небольшого очага, то древесина, пропитанная антипириренами, сможет выстоять.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РТИ

Бушманов А.В., Мокрецова И.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время в резиновой промышленности осуществляется техническое перевооружение на основе новой техники с целью повышения эффективности производства, производительности труда и улучшения качества продукта.

Процесс смешения характеризуется затратой определенного количества энергии на единицу количества смеси, а также возникающими в массе перерабатываемого материала сдвиговыми и нормальными напряжениями. При работе резиносмесителя между его рабочими органами – роторами и камерой, с одной стороны, и перерабатываемым материалом, с другой, – устанавливается определенное взаимодействие, сопровождаемое возникновением больших усилий, которые определяют конструктивные особенности машины с точки зрения прочности деталей и потребления энергии.

Технологический процесс получения резиновой смеси проводят механическим смешением различных ингредиентов с каучуком. Из-за значительного повышения температуры в процессе смешения процесс проводят в две стадии. На первой стадии смешивают каучук со всеми ингредиентами, кроме вулканизирующих агентов и ускорителей вулканизации. После остывания полученной маточной смеси во второй стадии в смесь вводят серу и ускорители. Перемешивание достигается силовым воздействием рабочих органов резиносмесителя на смешиваемый материал, в результате чего образуется равномерно распределённая смесь ингредиентов в каучуке. Процесс приготовления резиновых смесей проводят, как правило, в роторных резиносмесителях, представляющих собой смесительную (рабочую) камеру с вращающимися внутри неё навстречу друг другу роторами, приводимыми в движение электродвигателем через блок-редуктор. Над смесительной камерой закреплены: загрузочная воронка и верхний затвор, представляющий собой пневмоцилиндр, предназначенный для создания давления на обрабатываемую смесь. Заслонка загрузочной воронки также управляется пневмоприводом. Снизу смесительная камера закрывается скользящим нижним затвором.

Охлаждение валков. Интенсивность охлаждения определяет температурный режим работы вальцов, от которого зависят многие технологические факторы и работа установки в целом. При переработке резиновых смесей на вальцах выделяется значительное количество тепла.

Для поддержания нужной температуры резиновой смеси валки внутри подвергаются охлаждению, а в случае надобности – и подогреву. Различают два способа охлаждения валков: открытый и закрытый.

В своих исследованиях я рассмотрел резиносмеситель РС 140, так как он наиболее распространен в производстве резиновой смеси. Были рассмотрены такие аспекты как конструкция и работа резиносмесителей, технология производства резиновой смеси, автоматизация производства. На основе диаграммы потребления энергии электродвигателем резиносмесителя были сделаны выводы.

Прикладная задача заключалась в определении мощности привода резиносмесителя, максимального давления резиновой смеси в камере резиносмесителя и расчета системы охлаждения для выбора оптимального теплового режима.

В ходе своих исследований я рассчитал мощность двигателя привода, с учетом перегрузки во время введения компонентов в резиносмеситель; с помощью найденной эффективной вязкости резины и используя интегральное уравнение теплового баланса, определил конечную температуру охлаждающей воды. Построил графики зависимости температуры от времени и, рассчитав время подвулканизации, сделал выводы.

РАЗРАБОТКА ДВУХРЯДНОГО ОППОЗИТНОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Бурлакин Д.А., Первалова Е.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Компрессорные машины – важные виды продукции машиностроения. Они применяются во многих отраслях народного хозяйства: химической, нефтяной, газовой и машиностроительной, на транспорте, в металлургии, геологии, строительстве, агропромышленном комплексе, а также в новых перспективных направлениях техники и технологии, в частности, в космонавтике, робототехнике, производстве искусственного топлива и др. Сердцем любой холодильной и криогенной установки является компрессор. От эффективности и надежности его работы зависят КПД и долговечность комплекса в целом.

Проведя анализ поршневых машин, для дальнейших исследований был выбран двухрядный оппозитный, поршневой компрессор с улучшенной системой смазки. Улучшение системы смазки способствует уменьшению нагревания корпуса компрессора, увеличению межремонтных сроков машин и механизмов и продлевает срок службы. Кроме того, в процессе работы машины снижается шум.

К достоинствам выбранного компрессора можно отнести: сравнительно небольшие фундаменты и возможность увеличения числа клапанов, что снижает возникающие в них потери энергии. Установка такого компрессора обеспечит простоту обслуживания и уменьшение материальных затрат. Производительность выбранного компрессора обеспечивает достаточное давление в системе для поддержания нормальной работы оборудования, а также в случаях аварийного падения давления в трубопроводе до 0,45 МПа.

Компрессорную установку автоматизируем с помощью контроллера, который позволяет осуществлять управление всеми операциями и параметрами, необходимыми при использовании компрессора: избыточное давление, остановка и запуск машины.

Кроме собственно компрессора с приводом в компрессорную установку входят также: межступенчатая и концевая теплообменная аппаратура, влаго- и маслоотделители, трубопроводы, обвязки ступеней, а также средства контроля, защиты и автоматики. Компрессоры могут быть стационарными и передвижными, а в зависимости от компрессируемой среды: воздушными, газовыми и холодильными

В проектируемом компрессоре предлагается усовершенствовать коленчатый вал с помощью ТВЧ. Также предлагается использовать антифрикционные

противоизносные и противозадирные присадки к маслам (дитиофосфаты цинка, сульфиды НАКС, ОТП), применять вместо индустриального масла И-50А, синтетическое масло Texaco Compressor Oil EP VDL-100, что поможет увеличить межремонтные сроки машин и механизмов, продлит срок службы, снизит шум при работе оборудования. Кроме того, предлагаемые усовершенствования обеспечат стойкость к окислению, защиту от коррозии и исключительные противозадирные характеристики. Низкая склонность к образованию отложений на поршнях и клапанах при высоких температурах (до 294° С) сводит к минимуму риск возгорания при эксплуатации. Обеспечивает ровную и экономичную работу компрессора, особенно в жестких условиях.

Разработка поршневого двухрядного оппозитного компрессора для подачи аммиака с улучшенной системой смазки позволит значительно сократить расходы на обслуживание компрессора, благодаря действию антифрикционных, противоизносных и противозадирных присадок. Данные условия обеспечили значительное снижение количества затрат на материалы при обслуживании и непрерывной работе поршневого компрессора.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Бубнова М.В., Мокрецова И.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) – один из главных кислородосодержащих высокооктановых компонентов, используемых при получении неэтилированных автомобильных бензинов. МТБЭ применяется в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов (антидетонатор). МТБЭ широко применяется в производстве высокооктановых бензинов, при этом выступает как нетоксичный, высокооктановый компонент и как оксигенат (носитель кислорода), способствующий более полному сгоранию топлива и предотвращению коррозии металлов.

Исследуемая ректификационная колонна стоит на линии производства МТБЭ – метил-трет-бутилового эфира (структурная формула $(CH_3)_3COCH_3$) – используемого в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов.

Для оптимизации габаритных размеров аппарата процесса ректификации разработана математическая модель. Данная модель включает в себя систему уравнений для расчета: количества образующегося МТБЭ; выхода изобутана; скорости пара; диаметра колонны; гидравлического сопротивления тарелок; количества тарелок; высоты колонны; теплового расчета установки, а так же прочностного расчета корпуса колонны, компоновки оборудования, разработаны элементы автоматизации процесса. Прочностные расчеты выполнены с использованием стандартной методики расчета, так и с применением программного продукта КОМПАС 3D. Последнее позволило получить не только рабочие прочностные характеристики аппарата, но и провести визуализацию распределения рабочих нагрузок и коэффициентов запаса. Полученные результаты прочностного расчета позволят выполнить прогнозирование по продолжительности безаварийной работы колонны и определить ресурс остаточной работоспособности.

Разработанную математическую модель можно использовать в качестве обучающего модуля.

Результаты расчета приведены в таблице

Параметры сравнения	Данные производства	Результаты расчета
Диаметр аппарата	2,4 м	2,2 м
Высота аппарата	28100 мм	14000 мм
Гидравлическое сопротивление	62000 Па	$8,523 * 10^3$ Па
Тип контактного устройства	клапанная	колпачковая

В сложившейся экологической обстановке необходимо уменьшать использование свинцесодержащих добавок и переходить на более экологически чистые добавки, к примеру, МТБЭ и ЭТБЭ.

Список литературы:

1. Айнштейн В.Г., Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / В.Г. Айнштейн, М. Г. Захаров – М.: Химия, 2008. – 437
2. Михалев М. Ф. Расчеты и конструирование машин и аппаратов химических производств [Текст]: / М.Ф. Михалев – Москва: «Машиностроение». 1965. – 301 с.

ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СКЭПТ-40 ВВЕДЕНИЕМ ГИДРАТОВ СИЛИКАТА НАТРИЯ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Мещеряков А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время растёт потребность в повышении огнетеплозащитных свойств изделий на основе полимерных композиций. Они применяются в авиационной, морской и ракетной технике, а также для конструкций специального назначения, работающих при экстремально высоких температурах.

Перспективным компонентом для повышения огнетеплозащитных свойств полимерных материалов являются гидраты силиката натрия, способные к физико-химическим превращениям в нагреваемом материале, при этом может наблюдаться интумесценция, поглощение тепла за счет протекания эндотермических превращений, сопровождающихся выделением воды, и другие защитные эффекты.

Известны эффективные пропиточные составы и огнезащитные покрытия [1], содержащие гидраты силиката натрия; существуют композиции на основе поливинилхлорида, содержащие силикат натрия в роли термостабилизатора.

В настоящее время проводятся исследования влияния силиката натрия и особенностей его подготовки и совмещения с различными наполнителями на физико-

механические и огнетеплозащитные свойства вулканизатов. Во вводимых гидратах силиката натрия изменяются содержание связанной воды, степень и способ измельчения.

Наблюдается повышение огнетеплозащитных свойств вулканизатов, содержащих гидраты силиката натрия относительно контрольных показателей, при некотором снижении физико-механических свойств.

Составы и свойства исследованных композиций представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1 – Содержание наполнителя в резиновой смеси

Наполнитель	Масс.ч на 100 масс частей каучука			
	К	1	2	3
ТУ П-234	30	30	30	30
Гидрат силиката натрия	-	5	10	15

Таблица 2 – Физико-механические и и теплофизические свойства вулканизатов

Показатель	Шифр образца			
	К	1	2	3
Условная прочность при растяжении (f_p), МПа	9,4	6,1	3,6	2,3
Относительное удлинение при разрыве (e), %	480	370	310	290
Относительное остаточное удлинение после разрыва (e_o), %	20	4	8	8
Время прогрева необогреваемой поверхности образца до 100 °С, с	47	67	85	99
Скорость линейного горения, мм/мин.	176	168	153	144

Список литературы:

1. Огнезащитный лак : пат. 2299229 РФ: МПК C09D5/26 C09D1/02 C09D1/04 C09D5/18 / А. Н. Левичев (RU), Н. Г. Павлюкович (RU), М. М. Казиев (RU), П. М. Валецкий (RU); заявитель и патентообладатель А. Н. Левичев (RU), Н. Г. Павлюкович, М. М. Казиев (RU), П. М. Валецкий – 2005116003/04; заявл. 26.05.2005; опубл. 20.05.2007, Бюл. № 14 (II ч.) . – 16 с.

РАЗРАБОТКА ПВХ-ПОКРЫТИЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Степанова А.Г.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Поиски путей, ограничивающих горючесть полимеров и уменьшающих выделение дыма и токсичных продуктов при горении, продолжаются во всем мире, и на это тратятся значительные финансовые и интеллектуальные средства. Одним из способов прекращения распространения пожаров являются противопожарные шторы. Возможным материалом для изготовления противопожарных штор является ткань с огнестойким ПВХ-покрытием. Покрытия на их основе должны обладать высокой долговечностью и стойкостью к воздействию окружающей среды. Противопожарные шторы являются способом локализации источника возгорания, так же они предотвращают нагрев несущих и важных конструкций. Возможность применения в качестве армирующей подложки ткань различной природы: как горючей, так и негорючей.

Целью данной работы разработать оптимальную рецептуру ПВХ-пластизоля с улучшенными физико-механическими показателями и повышенной огнестойкостью для пропитки стеклянной ткани. Для покрытий реализуются традиционные методы снижения горючести полимерных материалов, а именно введение: 1) антипиренов-добавок; 2) антипиренов-наполнителей; 3) наполнителей; 4) пленкообразователей с низким содержанием горючей органической части. При пиролизе фосфорсодержащих антипиренов происходит образование фосфорной кислоты и ее ангидридов, которые катализируют дегидратацию и дегидрирование и способствуют процессу карбонизации.

Разработана оптимальная рецептура ПВХ-пластизоля, которая обладает огнестойкостью, хорошим уровнем маслобензостойкости и физико-механических свойств. Снижение горючести было достигнуто путем введения в композицию функциональной добавки фосфорборсодержащего олигомера (ФБО), который содержит в своем составе одновременно атомы фосфора и галогена, препятствующие процессу горения, не ухудшая при этом основных свойств пластизоля. Пластизоль наносили на подложку (стеклянную ткань), выдерживали в сушильном шкафу 10-15 минут при температуре 150-165 °С.

С целью определения эффективности разработанных композитов проведена оценка их огнестойкости путем воздействия на образец источника открытого огня. Установлено, что введение фосфорборсодержащего олигомера в состав ПВХ-пластизоля приводит к уменьшению температуры (на 20 %) на необогреваемой стороне образца, что говорит об улучшенных огнезащитных свойствах материала. Адгезионная прочность к подложке (стеклянная ткань) повышается на 50 %, ФБО выступает в качестве промотора адгезии.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОГNETУШАЩИХ ЖИДКОФАЗНЫХ СОСТАВОВ С ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Хлобжева И.Н.,
Старков И.В., Кнауб В.Э., Смирнова П.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Одним из распространенных средств тушения пожаров является вода, что обусловлено ее доступностью, низкой стоимостью, значительной теплоемкостью и высокой скрытой теплотой парообразования. Однако вода характеризуется достаточно высокой температурой замерзания, низкой теплопроводностью, высоким коэффициентом поверхностного натяжения, что препятствует ее быстрому растеканию по поверхности горящих твердых материалов, проникновению вглубь и их смачиванию. Поэтому для устранения данных недостатков добавляют в нее поверхностно-активные вещества или смачиватели, использование которых позволяет получить «вязкую» воду.

Нами разработаны рецептуры и изготовлены экспериментальные водополимерные огнетушащие (ВПО) составы на основе 1% растворов различных биополимеров. Кроме этого в состав были введены в разных концентрационных соотношениях такие добавки, как: ФБО, суперфосфат, аммофос, карбамид, бикарбонат натрия, водный экстракт корня солодки.

Показано, что наименьшими показателями вязкости характеризуются водополимерные огнегасящие образцы с добавлением ФБО. В других опытных образцах показатель вязкости увеличивается до 3 раз по сравнению с водой. При этом наблюдается следующая тенденция: наибольшей площадью растекаемости по деревянной поверхности, по сравнению с другими образцами, характеризуется образец с содержанием ФБО.

Исследовано, наибольший угол стекания с вертикальной деревянной поверхности у рабочего образца с добавлением аммофоса, а наименьший – у образца с добавлением ФБО.

Нами в лабораторных условиях определялось время сопротивления горения деревянных образцов и объем выгоревшей поверхности под действием огня. Площадь выжженной поверхности расположена только в зоне непосредственного соприкосновения открытого огня при минимальной глубине воронки. Огнегасящий раствор проникает в мельчайшие поры деревянного образца за счет добавленного в него смачивателя и образует слой низкократной пены. Показано, что применение огнетушащих образцов с содержанием суперфосфата и аммофоса не вызывает повторное возгорание модельного очага пожара класса А, что обусловлено не только образованием тонкой водополимерной пленки на поверхности ЛГМ, но и содержанием антипиренных добавок.

Анализируя полученные результаты исследований, можно заключить, что разработанные водополимерные огнегасящие составы с фосфорсодержащими соединениями эффективны для применения тушения пожаров класса А. Использование биополимеров в качестве основы для огнетушащих средств увеличивает их вязкость, улучшает смачиваемость поверхностей. Показано, что при введении в водополимерные растворы фосфорсодержащих веществ, в частности, фосфорборсодержащего олигомера, аммофоса или суперфосфата, улучшаются антипиренирующие свойства. Результаты исследований показали, что наиболее эффективным является

пожаротушающий состав, в котором в виде фосфорсодержащей добавки использовали аммофос.

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

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО В ПРИГОТОВЛЕНИИ ПАСТ С ПЛАСТИЗОЛЯМИ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Пучков А.Ф., Грицун И.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Ранее опубликованные нами результаты исследований [1] показали, что пластизоли ПВХ, в которых пластификаторами являлись композиции в виде расплавов лактамсодержащих противостарителей, могут быть использованы для защиты резин на основе каучуков общего назначения от действия тепла, кислорода и озона. При этом в качестве объекта исследований служила производственная рецептура для изготовления протектора шины на основе каучуков СКИ СКД и БСК. Представляло интерес провести апробацию этих технологических добавок в эластомерной композиции на основе только СКИ и СКД.

В данном исследовании использованы 2 рецептуры противостарительных паст: ПД-ЈѐТ-НК и ПД-ЈѐТ-Prim. ПД-ЈѐТ-НК представляет из себя пластизол, который внедрён в матрицу натурального каучука. ПД-ЈѐТ-Prim – идентичный первому пластизол, который перед введением в матрицу НК был предварительно капсулирован белой сажой.

При приготовлении резиновых смесей с добавлением опытных добавок из основного состава каучуков убирается то количество каучука, которое входит в состав пасты. В данном случае уменьшается количество СКИ-3. В первой опытной смеси ПД-ЈѐТ-Prim вводился в последнюю стадию, во второй – в первую стадию, в третьей вводился ПД-ЈѐТ-НК в первую стадию.

На основании проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

1. Исследуемые технологические добавки могут быть использованы не только в эластомерных композициях на основе СКИ, СКД и БСК, но и эластомерных композициях бинарных систем – СКИ и СКД.
2. Наилучшими результатами с позиции влияния на реометрические показатели и износостойкости обладает смесь с ПД-ЈѐТ-НК.
3. Наилучшими результатами с позиции влияния на упругопрочностные свойства и защиты от термоокислительного старения обладают смеси с использованием ПД-ЈѐТ-Prim, введённого в последнюю стадию.
4. Защита от озонного старения на более высоком уровне у всех опытных образцов.

Разработанные рецептуры паст могут являться эффективной заменой существующей противостарительной группе IPPD и ацетонанила в резиновых смесях на основе каучуков общего назначения.

Библиографический список:

1. Пучков, А.Ф. Возможность использования лактамсодержащих пластизолой поливинилхлорида в резинах на основе каучуков общего назначения / А.Ф. Пучков [и др.] // Промышленное производство и использование эластомеров. Москва - 2018 - №3 – С. 39-42.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ КЛЕЁВ НА ОСНОВЕ ПОЛИХЛОРОПРЕНА

Кейбал Н.А., Гутник Р.Н., Каблов В.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Перспективными соединениями для разработки новых промоторов адгезии для клеев на основе полихлоропрена являются адгезионно-активные соединения содержащие галогены, аминогруппы.

Основной целью данной работы заключается оценка влияния модификации клеевых составов на основе полихлоропрена фосфоразотсодержащими модифицирующими добавками на адгезионные свойства указанных составов при склеивании резин друг с другом и термостойкость.

Сравнивая данные влияния разработанных фосфоразотсодержащих модифицирующих добавок на клеи марки 88-СА, установлено, что увеличение адгезионной прочности для резин достигается при введении модификатора в количестве 1-1,5 %.

Исследования стойкости к термоокислительной деструкции показало, наибольшая величина выхода коксового остатка достигается с ростом содержания ФБО в клеевой композиции. Указанное объясняется присутствием в составе ФБО атомов фосфора и бора, которые, как известно, выполняют антипирирующую функцию.

В ходе исследования адгезии композиции при температуре эксплуатации установлено, что модификация клея марки 88 СА данным модификатором привела к улучшению термических свойств. Установлено, что модификация клея марки 88 СА данным модификатором в количестве 2 % привела к улучшению термостойкости 1,5-2 раза.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОДОНЕФТЕНАБУХАЮЩИХ ЭЛАСТОМЕРОВ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Шапоров Е.В., Ситников Е.Е.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В последнее время востребованы эластомерные материалы, способные к набуханию в нефти, воде и в буровых растворах на ее основе. Однако такого типа материалы в России производится ограниченно, что обуславливает актуальность исследований в данном направлении. Необходимость выполнения научно-

исследовательских работ по разработке рецептур водонефтенابухающих резин связано с импортозамещением набухающих пакеров, ранее импортируемых из-за рубежа.

В настоящее время активно развивается технология разобщения пластов и изоляции межпластовых перетоков и другие виды работ при креплении скважин с применением набухающих пакеров, в которых уплотнительный элемент выполнен из эластомера, способного увеличиваться в объеме при контакте с определенными жидкостями. Если тип скважинного флюида неизвестен, то, чтобы добиться качественной изоляции пластов, необходимо использовать гибридные (комбинированные) пакеры. В гибридных пакерах уплотнительный элемент набухает, вступая в реакцию как с водой, растворами на водной основе, так и с нефтью, растворами на углеводородной основе и буровыми растворами на углеводородной основе. При этом скорость набухания задается как для растворов на углеводородной основе, так и для растворов на водной основе.

Целью работы является проведение комплекса экспериментальных исследований, необходимых для разработки рецептур водонефтенабухающих резин.

Были разработаны рецептуры резиновой смеси на основе дивинил-нитрильного каучука, содержащие в качестве гидрофильного наполнителя модифицированное полиамидное волокно, 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.

Исследование физико-механических характеристик показало, что в вулканизатах, содержащих модифицированное полиамидное волокно, наблюдается улучшение условной прочности при растяжении и уменьшение относительного удлинения при разрыве по сравнению с контрольным образцом, не содержащим гидрофильного наполнителя.

При исследовании образцов вулканизатов при контакте с водой в течение 5 суток наблюдается набухание 5 %, через 12 суток – 18 %, при контакте с буровым инвертным эмульсионным раствором в течение 5 суток наблюдается набухание 10 %, через 12 суток – 25 %. В ходе выполнения работы разработана рецептура водонефтенабухающих резин для изготовления уплотнительных элементов бурового оборудования.

ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ РЕЗИН НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ФТОРКАУЧУКА - СКФ-26

Куцов Д.А., Пучков А.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Стремление к повышению прочностных свойств, модулей, твердости и остаточной деформации сжатия (ОДС) резиновых манжет из СКФ-26, выполняющих запорную функцию пакерных устройств, вызвано тем, что манжеты эксплуатируются в экстремальных условиях – давлении 50-70 МПа и температуре 200°С. С этой целью

нами была разработана вулканизирующая система – ЗМФК [1]. При использовании ЗМФК относительно на низком уровне остаются модули и достаточно высокие значения ОДС. Как показали дальнейшие исследования, эти показатели могут быть улучшены путем использования минеральных наполнителей, а также их комбинации с синтетическими наполнителями. Для этих целей были апробированы алюмосиликаты различных марок, силикаты магния, мел и др. Хорошие результаты были получены с использованием диспергированного асбеста хризолитового (ДАХ). Диспергирование проводилось в среде лактамсодержащих диспергаторов (ЛД). Использование ДАХ позволило устранить проблемы, связанные с низкими эксплуатационными показателями резин, а время на приготовление резиновой смеси с его содержанием сократить практически на порядок [2].

Кроме технологических приемов, указанных выше, повышение прочностных свойств резин на основе СКФ-26 можно добиться разрабатываемыми нами пластиzóлями ПВХ, в которых пластификаторами могут явиться расплавы ϵ -капролактама с вулканизирующими агентами СКФ-26, в частности, с бифургином.

Положительным моментом использования пластиzóлей является тот факт, что наряду с повышением прочностных свойств резин решается проблема длительного сохранения функциональных свойств, присущих бифургину, когда он находится в составе пластиzóлей, так как использование индивидуального бифургина сопровождается со временем утратой его основных функций как вулканизирующего агента.

Библиографический список:

- 1) Пучков А.Ф., Куцов Д.А. Мещеряков А.В. Куцов А.Н. Вулканизуемая резиновая смесь на основе фторкаучука Патент RU 2 656 496.
- 2) Пучков А.Ф., Куцов Д.А. Резины СКФ-26 с повышенными эксплуатационными свойствами. XXVIII Международный симпозиум «Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов. - М: ООО НПКЦ, 2018. – 392с.

СВОЙСТВА НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИЗОЛЕЙ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Соколова Н.А.,
Москвичева М. А., Сигаев К.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время поливинилхлорид (ПВХ) является одним из наиболее распространенных пластиков. Это обусловило чрезвычайно разнообразное применение материалов на основе ПВХ в различных отраслях техники. Пластификация полимеров является одним из способов их модификации, позволяющим широко изменять свойства получаемых материалов. Но при введении пластификаторов, чаще всего эфиров фталевой, себациновой, адипиновой и других двухосновных органических кислот, резко уменьшается устойчивость ПВХ к воздействию пламени, что приводит к необходимости применения тех или иных способов снижения горючести.

Для снижения горючести ПВХ используют гидроксиды алюминия и магния. Применение гидроксидов в качестве антипиренов постоянно возрастает, что обусловлено их нетоксичностью и низкой стоимостью. Волгоградская область

располагает большим количеством полезных ископаемых, в том числе для химической промышленности, которые представляют интерес в качестве сырья для получения перспективной продукции. Гидроксид и оксид магния обладают широким спектром применения в различных областях промышленности, в том числе как добавки при переработке полимеров. Эффективность гидроксидов металлов проявляется лишь при использовании их в больших количествах (от 75 до 100 % массы связующего). Однако это, в свою очередь, ухудшает физико-механические свойства полимерного материала. Для защиты изделий из пластмасс обычно используются комбинации антипиренов разного типа действия, обладающих синергическим эффектом.

Впервые в данной работе проведена модификация гидроксида магния фосфорборсодержащим олигомером, таким образом, использование модифицированного гидроксида магния позволяет модернизировать рецептуры ПВХ пластикатов с повышением их технологических и пожаробезопасных свойств. Фосфорорганические соединения действуют преимущественно в конденсированной фазе, изменяя направление процессов деструкции, способствуя увеличению коксового остатка и снижению количества газообразных горючих продуктов. В отличие от галогенсодержащих антипиренов, фосфорсодержащие соединения не переходят в газовую фазу и не увеличивают токсичность горения.

Исследование физико-механических характеристик показатели, что в композициях ПВХ, содержащих модифицированный гидроксид магния, наблюдается повышение твердости и прочности при растяжении, а также уменьшение относительного удлинения по сравнению с композициями, содержащими немодифицированный гидроксид магния.

Установлено, что при горении композиций на основе ПВХ с модифицированным гидроксидом магния, на его поверхности образуется коксовая «шапка», которая уменьшает количество летучих горючих продуктов пиролиза пластика и меняет условия теплообмена пламени с поверхностью горящего материала.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПАКЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФТОРКАУЧУКА

Пучков А.Ф., Ковалев В.А., Куцов Д.А., Антонов Ю.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В нефтяной и газовой промышленности к оборудованию скважин, в первую очередь к пакерам, предъявляют особые требования. Так до сих пор недостаточно решены вопросы надежной герметизации пакеров в условиях воздействия на них высокого давления со стороны различных флюидов при высоких температурах.

Наилучшие результаты, особенно в условиях воздействия высоких температур (свыше 150°C), достигаются с применением импортных фторкаучуков. Основная проблема при использовании отечественного фторкаучука для данного вида изделий связана с недостаточной прочностью вулканизатов (не более 19 МПа при наполнении 60 мас.ч. ТУ). Кроме того, наполнение большим количеством ТУ приводит к снижению теплостойкости изделий, в результате чего происходит разрушение элементов еще на стадии изготовления.

Как показали исследования (таблица 1), эти задачи могут быть решены с использованием разработанной нами синергической вулканизирующей системы и асбеста хризотилового (АХ). Причем АХ диспергированного (измельченного) в специальной среде. Среда, выполняя основную функцию диспергатора, обладает аппретирующими свойствами, обеспечивая тем самым возможность введения в каучук значительного количества диспергированного асбеста хризотилового (ДАХ) при сохранении его волокнистой структуры (Рис 1).

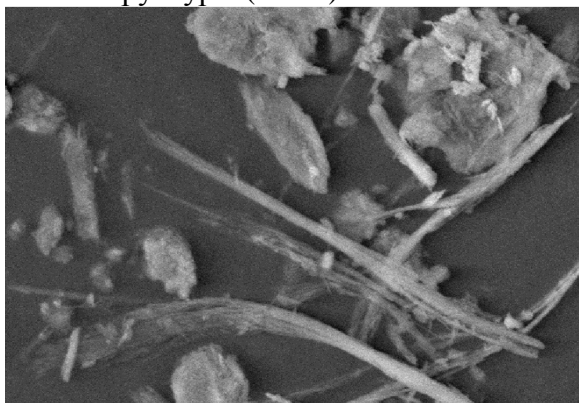


Рисунок 1 – Волокнистая структура ДАХ

Таблица 1 – Упрощенный состав резиновых смесей и физико-механические показатели их вулканизатов на основе СКФ-26.

Ингредиенты	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
СКФ-26	100	100	100	100	100
Основание Шиффа	3	3	3	3	3
T-900	40	20	20	20	-
ДАХ	-	20	40	60	100
Физико-механические показатели					
Твердость, Шор А	75	90	92	95	100
Условная прочность при разрыве, МПа	13,5	20,1	22,4	23,9	31,0
Относительное удлинение при разрыве, %	280	120	80	60	10
Остаточное удлинение после разрыва, %	6	4	4	2	1
ОДС, %	30	38	45	70	100

Таблица 2 – Сравнительная характеристика физико-механических показателей ДАХ с СКФ-26, китайским аналогом FPM-26-180 и импортным фторэластомером производства Viton

Показатель	Вулканизаты (смеси)*		
	СКФ-26	FPM-26-180	Viton G600
Условная прочность при разрыве, МПа	20,1/16,0	20,4/18,0	22,7/20,0

Относительное удлинение при разрыве, %	120/250	140/260	150/270
Остаточное удлинение после разрыва, %	4	4	2
Соппротивление раздиру, кгс/см	35	31,4	31
Твердость, Шор А	90/75	91/77	88/78
ОДС, %	38	45	42
*В знаменателях указаны значения для вулканизатов наполненных только Т-900			

Результаты стендовых испытаний могут положительно сказаться на проблеме импортозамещения. Так из таблицы 2 видно, вулканизаты на основе СКФ-26 с 20 мас.ч. ДАХ близки по физико-механическим показателям к более дорогим импортным аналогам. Смеси с импортными каучуками содержат, также 20 мас.ч. ДАХ.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АНИЛИНА С ЦЕЛЬЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА

Кирилова С., Курунина Г.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Компрессоры находят достаточно широкое применение в нашей повседневной жизни. Известно, что компрессоры принимают участие в различных важных производственных процессах, а также входят в состав промышленных энергосистем. В индустриальной сфере производства компрессоры снабжают специально сжатым воздухом общие системы контроля температурных режимов, очистительные системы или системы специальных воздушных заслонок.

Различают компрессор воздушный, который является устройством, сжимающим атмосферный воздух путем уменьшения его номинального объема сугубо механическим способом. После сжатия происходит аккумуляция воздуха в специально разработанной для этого емкости. В некоторых случаях после сжатия воздух поступает непосредственно в рабочую магистраль. При этом сжатие способствует тому, что молекулы атмосферного воздуха начинают двигаться с огромной скоростью в меньшем номинальном объеме. Если происходит снижение силы давления, обусловленное внешними факторами, то воздух начинает очень быстро двигаться, стремясь наружу. Такие компрессоры широко применяются в различных сферах нашей жизни, особенно в холодильных установках, агрегатах, инструментах. Любой тип компрессора имеет свою область применения, свои уникальные характеристики, что позволяет им оставаться востребованными и по сей день.

В работе исследовано насосно-компрессорное оборудование с целью улучшения системы смазки. Изучены и проанализированы различные литературные источники для исследования проблемы, сделан сравнительный анализ смазок фирм Shell Corena, Ultracoolant, Renep CGLP для выбранного винтового компрессора.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ К МЕТАЛЛУ ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ ПРИ ОТРЫВЕ

Карманов Р.В., Пучков А.Ф., Терехова С.Д., Антонов Ю.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

При использовании этилен-пропиленовых (СКЭП) и этилен-пропилен-диеновых (СКЭПТ) каучуков в производстве резино-металлических изделий (РМИ) возникает проблема – относительно низкая прочность крепления резины к металлу.

При подготовке поверхности субстрата, включающей только обжиг, токарную и дробеструйную обработку, клеевая плёнка, образовавшаяся при использовании системы клеев «Хемосил», остаётся на поверхности резинового массива, при этом прочность связи относительно невысокая (не более 4,0 МПа). При тщательной подготовке, включающей обжиг, токарную, дробеструйную обработку, а перед непосредственным нанесением клеев, зачистку на абразивном круге, характер отрыва радикально меняется – клеевая пленка остается на грибках. Напрашивается вывод о негативном влиянии на целостность клеевой пленки оставшихся или возникнувших после технологической обработки на поверхности железа его оксидов.

Исследования показали, что изменить поверхностный слой субстрата можно, не прибегая к прямому воздействию на него кислот и щелочей, воздействуя на оксиды металлов органическими кислотами. Одной из таких кислот явилась малеиновая кислота, используемая посредством малеинового ангидрида (МА). В нашем случае МА входил в разработанные нами пластизоли ПВХ. Предполагая диффузию пластизола через клеевую пленку, можно отметить превращение поверхностных оксидов железа в полимерную комплексную соль. Она, в отличие от рыхлого слоя из оксидов железа, устраняет отмеченные выше негативные явления, способствуя тем самым повышению прочности связи.

Таким образом, в качестве основного вывода можно привести заключение о превентивной функции МА в обеспечении адгезионных свойств РТИ с железной арматурой и эластомером на основе СКЭПТ или СКЭП, – функции, предупреждающей негативное влияние артефактов на поверхности арматуры, в частности – оксидов железа.

РАЗРАБОТКА АДСОРБЕРА УЧАСТКА ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОЗДУХА С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ ВЛАГИ

Золотов М.Н., Курунина Г.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Процесс подготовки технического воздуха является необходимым этапом работы любой промышленной пневматической системы. Подготовка технического воздуха состоит в удалении из него разного рода примесей в виде твердых, жидких и

газообразных включений, а именно пыли, конденсата, окалины, компрессорного масла, продуктов износа пневмооборудования и других загрязнителей. Кроме этого, подготовка включает в себя регулирование давления, а также сглаживание его колебаний и при необходимости – подачу смазки для пневматических устройств.

Использование сжатого воздуха в неочищенном состоянии может привести к губительным последствиям для оборудования – потребителя сжатого воздуха, простоям и поломкам, сбоям в технологическом процессе. Процесс подготовки сжатого воздуха является необходимым компонентом компрессорных установок в связи с тем, что для многих технологических процессов необходим чистый воздух без пылевых примесей, а также влаги, которые могут нанести серьезный ущерб системе во время эксплуатации, образуя абразивную смесь, которая в свою очередь будет являться причиной ускоренного износа всего оборудования в целом.

В работе был выбран адсорбер – силикагель, произведены его расчеты при заданной производительности. Приведена сравнительная характеристика с активным оксидом алюминия. Рассчитан экономический эффект, основанный на использовании силикагеля, произведенного по новой технологии, которая позволит сэкономить энергозатраты предприятия.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕРОУГЛЕРОДА – СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИСКОЗЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Жирнов И.А., Кочетков В.Г.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Исключительная способность растворять жиры, масла и смолы обуславливает техническое применение сероуглерода в качестве растворителя. Кроме того, сероуглерод используется для получения четыреххлористого углерода, роданистых соединений и тиомочевины, для вулканизации каучука и в качестве яда для борьбы с вредителями растений. Однако наибольшее применение сероуглерод нашел в производстве искусственного шелка – вискозы. Получение вискозного шелка из целлюлозы основано на общей реакции взаимодействия сероуглерода со спиртами.

В результате проведенного обзора информационных источников установлено, что в настоящее время в промышленности наибольшее распространение получил синтез сероуглерода в парогазовой среде на катализаторе (активированный глинозем) из природного газа и серы.

В рамках проводимого проектного исследования предлагается использовать в качестве катализатора ГИАП-3 и ГИАП-8, соответственно от 3,5 до 4,9 и от 4,7 до 5,4 % (масс.) никеля. Время контактирования газового потока составляет 10-15 секунд при 140-180 °С. Данное нововведение позволит увеличить выход серы до 99,9 % и снизить температуру очистки газа до 90-120 °С, тем самым уменьшить энергозатраты на нагрев исходных реагентов.

Для повышения технико-экономических показателей процесса получения сероуглерода предлагается модернизировать процесс десорбции сероуглерода путем использования в качестве десорбирующего агента сероводород, выделенный на стадии абсорбции, заменяя им острый пар (2,0 МПа).

Преимущества данного предложения следующие:

- возможность исключения из технологической схемы узла отпарки стоков;
- уменьшение суммарного количества химически грязных стоков;
- обслуживание оборудования процесса десорбции облегчится вследствие значительного снижения температуры и давления процесса.

В технологической схеме процесса предлагается заменить горизонтальный холодильник-конденсатор на вертикальный. Это связано с большей эффективностью теплообменных узлов вертикальной компоновки, что обеспечит возможность использования оборудования меньших геометрических размеров и снизить нагрузку узла по оборотной воде.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТОВ МОЮЩИХ СОСТАВОВ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА

Долгова К.Ю., Александрина А.Ю.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Уровень потребления синтетических моющих средств в России, как показывает статистика, постоянно растет.

Залогом успеха компаний по производству моющих средств является своевременное реагирование на изменение конъюнктуры рынка, в частности, появление новых продуктовых линеек конкурентов, изменение потребительских предпочтений. Важнейшим направлением работы в этой связи является постоянная оптимизация рецептуры моющих композиций.

Применение такого математического инструментария позволяет обоснованно отобрать наилучшие с точки зрения соотношения «состав-свойства» композиции и рекомендовать их для натурального эксперимента. Данный подход позволит сэкономить как материальные, так и трудовые ресурсы и своевременно выпустить на рынок новый продукт.

Таким образом, изучение возможностей функции желательности Харрингтона как метода решения многокритериальных оптимизационных задач для оптимизации состава моющих композиций является актуальным.

В данной работе оптимизируется рецептура средства для мытья посуды на основе следующих ПАВ: анионные – лауретсульфат натрия (SLES), альфа – олефинсульфонат натрия (AOS); неионогенные – алкилполиглюкозид (APG), алкилдиметиламиноксид (OXY).

Основными критериями оценки средств для мытья посуды согласно ГОСТ 32478, ГОСТ Р 51696 является пенообразующая способность (Н, мм) и устойчивость пены (У, %), показатель рН, а также моющая способность (Х, %), которая зависит от поверхностного натяжения (σ , мН/м) раствора моющих композиций.

В таблице 1 приведены составы оптимальных моющих композиций, оптимизированные с помощью функции желательности Харрингтона.

Таблица 1 – Оптимальные составы моющих композиций

Номер	Отметка по шкале	Соотношение	Вещества	σ , мН/м	рН	Н, мм	У, %	Х, %
44	0,833	2:3	SLES:OXY	21,196	6,09	365	98	95
14	0,762	1:2	AOS:OXY	21,338	6,65	300	90	94

13	0,739	1:1	AOS:OXY	22,727	6,47	305	89	91
15	0,689	1:3	AOS:OXY	23,192	6,69	300	93	90
9	0,679	1:1	SLES:OXY	22,727	6,88	320	88	91
16	0,666	2:3	AOS:OXY	23,813	6,61	300	91	88
12	0,651	2:3	SLES:OXY	22,186	7,12	300	90	93
10	0,645	1:2	SLES:OXY	22,822	7,04	305	91	90

На основании обобщенной функции желательности Харрингтона оптимизирована рецептура моющих составов средств для мытья посуды. Наилучшую оценку получила композиция номер 44 с отметкой по шкале желательности 0,833. Оценки «хорошо» имеют композиции номер 14,13,15,9,16,12,10 (состав приведен в таблице 1).

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Гарушев С.С., Мокрецова И.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Классический метод проектирование химического оборудования очень сложный и продолжительный процесс, поэтому для более точного и быстрого расчёта оборудования широко применяются различные вычислительные программы, используемые на ПК. Современные условия требуют использования ЭВМ, потому что при этом значительно сокращается время расчета, появляется возможность получить гораздо больший объем информации, возможно добиться сокращения расходов при проектировании за счет оптимизации конструкции деталей а, следовательно, снижения их стоимости, уменьшение сложности расчетов и снижение количества ошибок.

Пленочное тепло- массообменное оборудование широко распространено в химической промышленности, в частности пленочный аппарат применяется для осуществления процесса абсорбции.

Для оценки влияния различных технологических параметров на производительность и качественные показатели работы абсорбера была разработана математическая модель.

При составлении математической модели объекта были приняты следующие допущения: для потока газа и жидкой пленки принята модель идеального вытеснения; коэффициенты массоотдачи – величины постоянные, концентрации в каждой фазе постоянны по сечению аппарата; средняя скорость газа w линейно зависит от температуры, а средняя скорость жидкой пленки постоянна по сечению аппарата.

Уравнения материального баланса

$$\frac{dC_x}{dl} = + \frac{\beta_{xf}}{w_x} f_{y\partial} (C_x^* - C_x);$$

$$\frac{dC_y}{dl} = - \frac{\beta_{xf}}{w_0} f_{y\partial} \frac{t_0}{t_y};$$

где F – площадь контакта фаз, [м²]; V – объем пленки, [м³]; C_x^* – равновесная концентрация [моль/м³]; $f_{уд}$ – удельная поверхность контакта фаз, [м²/м³]; t_o – начальная температура газа, [°C]; w_o – начальная скорость газа, [м/с];

Уравнения теплового баланса

$$\frac{d}{dl} t_{ж} = \frac{\alpha_y \cdot f_{уд1}}{c_{рж} \cdot \rho_{ж} \cdot w_{ж}} \cdot (t_y - t_{ж}) - \frac{\alpha_{ж} \cdot f_{уд2}}{c_{рж} \cdot \rho_{ж} \cdot w_{ж}} \cdot (t_{ж} - t_3);$$

$$\frac{d}{dl} t_3 = \frac{\alpha_{ж} \cdot f_{уд}}{c_{р3} \cdot \rho_3 \cdot w_3} \cdot (t_{ж} - t_3);$$

где $c_{ру}$ – удельная теплоемкость пленки воды, [Дж/кгК]; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, [кг/м³]; t_3 – температура воздуха в межтрубном пространстве, [°C]; $w(t)_3$ – изменение скорости воздуха от температуры, [м/с]; $V_{мжтр}$ – объем межтрубного пространства, [м³]; w_3 – средняя скорость воздуха, [м/с]; $c_{р3}$ – удельная теплоемкость воздуха, [Дж/кгК]; ρ_3 – плотность воздуха, [кг/м³]; t_3 – температура воздуха, [°C].

В соответствии с ней модель газового потока представляет собой систему уравнений изменений температуры газа, концентрации двуокиси углерода по длине трубы и начальные условия.

Анализ модели выполнялся численным методом. С помощью модели было проанализировано влияние различных факторов на производительность и качественные показатели работы абсорбера. Полученные данные могут служить основой для разработки рекомендаций по увеличению производительности аппарата.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА ПРОДУКТА

Битюкова А. А., Иванкина О.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Формальдегид описывается химической формулой CH_2O . Представляет собой бесцветный газ с резким раздражающим запахом. Чистый газообразный формальдегид относительно стабилен при 80-100 °C, при температурах ниже 80 °C медленно полимеризуется.

Производство формальдегида существует уже около ста лет. Формальдегид используют в промышленности в органическом синтезе, в производстве фенолоформальдегидных, карбамидных и других синтетических смол, а также в производстве пластмасс. Служит исходным веществом для получения красителей, синтетического каучука и других органических соединений. Формальдегид применяют в медицине для получения некоторых фармацевтических препаратов, используют в качестве дезинфицирующего, антисептического и дезодорирующего средства. Значение формальдегида в народном хозяйстве велико и по мере развития технологии оно всё более возрастает.

Классический метод проектирование химического оборудования очень сложный и продолжительный процесс, поэтому для более точного и быстрого расчёта оборудования широко применяются различные вычислительные программы, используемые на ПК. Современные условия требуют использования ЭВМ, потому что

при этом значительно сокращается время расчета, появляется возможность получить гораздо больший объем информации, позволяет добиться сокращения расходов при проектировании за счет оптимизации конструкции деталей а, следовательно, снижения их стоимости, уменьшения сложности расчетов и снижения количества ошибок.

Для оценки влияния различных технологических параметров на производительность и качественные показатели работы реактора была разработана математическая модель.

Математическая модель слоя катализатора включает уравнения: изменения степени превращения, выхода формальдегида и температуры.

$$\frac{dx}{dl} = \frac{k_1}{V_0} \cdot \frac{T_0}{T} (1-x) \cdot \frac{\varepsilon_{\text{ПР}}(1-\varepsilon_{\text{ПР}})}{\varepsilon_{\text{Л}}(1-\varepsilon_{\text{Л}})}$$

$$\frac{d\psi}{dl} = C_K \frac{k_1}{V_0} \cdot \frac{T_0}{T} (1-x) - \frac{k_2}{V_0} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{\psi}{1+a_a C_0 x} \cdot \frac{\varepsilon_{\text{ПР}}(1-\varepsilon_{\text{ПР}})}{\varepsilon_{\text{Л}}(1-\varepsilon_{\text{Л}})}$$

$$\frac{dt}{dl} = \frac{C_{A_0} \Delta H_1}{\rho_0 C_P} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{k_1}{V_0} (1-x) C_K + \frac{C_{A_0} \Delta H_2}{\rho_0 C_P} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{k_2}{V_0} \cdot \frac{\psi}{1+a_a C_0 x} \cdot C_K$$

Модель подконтактного холодильника включает уравнения: изменения выхода формальдегида, температуры реакционной смеси в трубном пространстве, температуры реакционной смеси в межтрубном пространстве.

$$\frac{d\Psi}{dl} = -k\Psi \frac{T_0}{V_{T_0} T_T}$$

$$\frac{dT_T}{dl} = -\frac{\pi k d (T_T - T_{\text{МТР}})}{V_{T_0} \rho_0 C_P f_T} \pm \frac{4}{V_{T_0} \rho_0 C_P \pi d^2} \sum_{i=1}^n \Delta H_i$$

$$\frac{dT_{\text{МТР}}}{dl} = \frac{\pi k d n (T_T - T_{\text{МТР}})}{V_{\text{МТР}} \rho_0 C_P f_{\text{МТР}}}$$

Математическая модель позволяет рассчитать изменение степени превращения, выхода формальдегида и температуры реакционной смеси по толщине слоя катализатора реактора. А также проанализировать изменение выхода формальдегида, температуры трубного и межтрубного пространства по длине трубки в результате разложения продукта. Построить и оценить зависимости степени превращения, выхода формальдегида и производительности от расхода и начальной температуры исходной парогазовой смеси, подаваемой на слой катализатора.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ, СОДЕРЖАЩИЕ СЕРУ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА СВОЙСТВА РЕЗИН

Пучков А.Ф., Апевалина Е.П., Спиридонова М.П., Антонов Ю.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается возможность использования капсулированной серы для вулканизации каучуков общего и специального назначения. В отличие от существующих методов капсулирования, сера предварительно диспергируется в смоляной композиции, представленной противостарителями, действующими по разным направлениям, а затем капсулируется поливинилхлоридом.

В качестве объектов исследования использовали эластомерную композицию на основе каучуков СКИ-3 и СКД, применяемую в производстве протектора шин. В рецептуре была проведена замена серы на такое же ее количество, находящееся в капсуле (1,3 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука), а также выведена противостарительная группа, представленная IPPD и ацетонанилом.

Из анализа реометрических кривых, приведенных на рисунке, видно, что опытная смесь характеризуется большей скоростью структурирования, при этом цикл вулканизации можно сократить на 10%. Если же опираться на оптимум вулканизации контрольной смеси, то можно сократить время вулканизации опытной смеси на 30% и решить важную экономическую задачу – уменьшение потребления энергоресурсов за счет сокращения времени вулканизации.

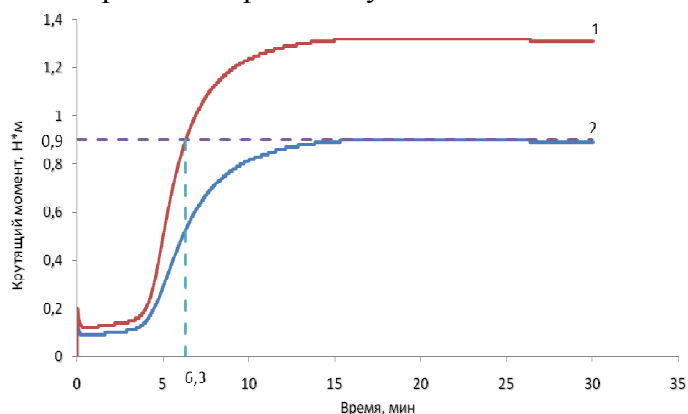


Рис.1 Реометрические кривые. Реометр MDR-3000

1-резиновая смесь с капсулированной серой (SPPG-1); 2 – со стандартным способом введения серы

Дисперсная среда, представленная противостарителями, оказывает дополнительный эффект – защиту от действия тепла, кислорода и озона.

Таким образом, полученная технологическая добавка способна выполнять многоцелевые функции и быть реализована в рецептуре резин с позиции экономической целесообразности.

ПРИМЕНЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАПОЛНИТЕЛЬ-МОДИФИКАТОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕТЕПЛОСТОЙКОСТИ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СКЭПТ-40

Антонов Ю.М., Кейбал Н.А., Каблов В.Ф.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Актуальной является задача разработки материалов, в том числе эластомерных, способных сохранять работоспособность при критически высоких температурах. Данная задача решается, в частности, при помощи введения специальных добавок, препятствующих процессу горения.

К их числу можно отнести фосфорборсодержащий олигомер (ФБО) и фосфорборазотсодержащий олигомер (ФЭДА). Механизм их действия заключается в повышении интенсивности коксообразования. Образующийся кокс препятствует

прогреву внутренних слоев материала. Также в процессе горения происходит изомеризация фосфорсодержащих соединений до пирофосфорных кислот и вброс их в зону горения. Это способствует снижению концентрации кислорода в зоне горения.

Для достижения лучших огнетеплозащитных характеристик модификатор наносится на поверхность специального наполнителя, представляющего собой смесь микроуглеродных волокон (МУВ) и алюмосиликатных микросфер (МСФ).

Интерес представляют структуры, изображенные на рисунке 1. На фотографиях видно, что вокруг алюмосиликатных микросфер сосредоточена большая часть модификатора, что делает их своеобразными центрами коксообразования. Находящиеся же поблизости микроуглеродные волокна армируют образующийся кокс, тем самым снижая интенсивность его уноса.



Рисунок 1 – Микрофотографии модифицированных МУВ и МСФ

В таблице 1 приведен рецепт изготовленных образцов и результаты испытаний.

Таблица 1 – Рецепт и результаты испытаний исследуемых образцов

Ингредиент	Контрольный	ФБО-2МС	ФБО-3МС	ФБО-5МС	ФЭДА-5МС
Каучук СКЭПТ-40	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Сера молотая	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
Тиурам Д	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
2-меркаптобензтиазол (каптакс)	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
Оксид цинка	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0
Стеарин	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
Технический углерод П-234	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Микросферы	-	2,0	3,0	5,0	5,0
Микроуглеродные волокна	-	10,0	10,0	10,0	10,0
Фосфорборазотсодержащий олигомер ФЭДА	-	-	-	-	1,0
Фосфорборсодержащий олигомер ФБО	-	1,0	1,0	1,0	-

Показатель					
Условная прочность при растяжении, МПа	16,5	14,3	12,7	11,8	14,1
Время прогрева образца до 100 °С, с	72	55	66	84	85
Время сгорания образца, с	120	290	530	780	211
Коксовое число, %	2,4	9,3	9,4	15,9	33,4

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение системы наполнитель-модификатор, состоящей из ФБО или ФЭДА, нанесенных на смесь микроуглеродных волокон и алюмосиликатных микросфер, позволяет повысить огнетеплостойкость эластомерных материалов.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ШИН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Александрова А.А., Кочетков В.Г.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Производство шин для автомобилей – это достаточно сложный технологический процесс, который требует использования специального оборудования и материалов. Весь процесс производства шин можно условно разделить на пять этапов: изготовление резиновой смеси, изготовление деталей покрышек, сборка шины, вулканизация и проверка качества.

Одним из крупных потребителей шин является сельское хозяйство. Шины для сельскохозяйственной техники имеют ряд жестких характеристик, соответствие которым определяет работоспособность покрышки. Среди основных требований, предъявляемых к сельхоз. шинам, можно выделить устойчивость к повреждениям и проколам; высокую износостойкость; возможность самоочищения; максимальное сцепление даже с ненадежной рыхлой почвой; минимум давления на землю.

В связи с возрастающими объемами потребления расширяется и рынок сбыта шин, что в свою очередь требует модернизации и расширения производства. К основным факторам интенсификации производственных процессов переработки и приготовления резиновых смесей относится комплексная механизация и автоматизация производства.

В данной работе с целью повышения производительности и качества изготавливаемых шин предлагается осуществлять сборку на автоматическом сборочном станке Merts P-Pro2. Данный станок позволяет проводить одноступенчатый процесс сборки шин с высокой производительностью и высокой степенью автоматизации, что сокращает трудозатраты и позволяет быстро менять размер шин.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА В ПОПУЛЯЦИЯХ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Шахов М. О., Осипова Е.А.

*Муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя школа № 32 «Эврика-развитие» г.Волжского Волгоградской области» ул.Пушкина, 124 а.
strelka1505@mail.ru*

Экологическая обстановка на данный момент волнует большинство людей. Вопросы загрязнения окружающей среды все более актуальны для любой территории, особенно если речь идет о крупном городе с множеством промышленных предприятий. Оценку качества окружающей среды можно производить различными способами. Очень часто для мониторинговых исследований используются виды-биоиндикаторы. Наиболее удобны те, которые постоянно проживают на исследуемой территории. Именно поэтому часто для подобных работ выбирают растения.

Целью данной работы является изучение генетического полиморфизма в популяциях белого ползучего клевера, произрастающего в условиях разной антропогенной нагрузки.

Для осуществления данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Собрать материал (листья клевера) на исследуемых территориях, учитывая методики.
- 2) Определить наиболее часто встречающийся фенотип в популяциях.
- 3) На основании полученных данных сделать выводы о степени антропогенной нагрузки.

В данной работе в качестве объекта исследования был выбран клевер ползучий. Он широко представлен в нашей местности, произрастает на территориях с разной степенью антропогенной нагрузки, доступен для сбора во время летнего периода.

Предмет исследования: изменение рисунка на листьях клевера ползучего в зависимости от уровня антропогенного воздействия. Гипотеза: наибольшее количество особей с «седыми пятнами» будет встречаться на территориях с более высокой антропогенной нагрузкой.

В работе исследовался полиморфизм в популяциях клевера ползучего по форме рисунка «седого пятна» на листовой пластинке. Разнообразие растений обусловлено серией множественных аллелей гена V. Ген, определяющий признак седых пятен на листочках у клевера. Данный признак может различаться расположением, окраской, интенсивностью проявления, размером и рядом других показателей. Наличие «седого» пятна на листьях – признак доминантный (V), его отсутствие – рецессивный (v). Разнообразие фенотипов в этом случае обусловлено появлением в результате генной мутации серии множественных аллелей гена V, восемь из которых встречаются наиболее часто. Анализ и определение фенотипов растений проводили по методике Папоновой И.Т. (1982) и Шварцмана П.Я. (1986), сопоставляя рисунок на листе с генотипом по таблице. Сбор материала производился в г.Волжский. Обработка материала проводилась сразу после сбора, так как «седое пятно» при хранении листьев может исчезнуть, что недопустимо в данном исследовании. Для работы были выбраны территории с предположительно разной степенью антропогенной нагрузки. 1. Территория

парка по пр. Ленина (сбор материала в непосредственной близости от дороги, рядом с пл. Ленина). 2. Территория, прилегающая к оз.Круглое (отсутствие дорог, транспорта и хозяйственной деятельности человека в непосредственной близости).

После обработки исследуемого материала и сопоставления с методическими таблицами было выявлено, что наиболее часто встречается клевер с генотипами: vv, VHVВ, VPVP. Анализируя фенотипическое многообразие в популяциях клевера, произрастающих на территориях с повышенной антропогенной нагрузкой, было установлено, что в них преобладающим является фенотип О (лист без белого рисунка), далее по частоте встречаемости следуют растения с фенотипами А и С. На первой территории наблюдается большее количество встречающихся фенотипов, что подтверждает выдвинутую гипотезу о большой антропогенной нагрузке.

По итогам работы было выявлено, что различия в генетическом полиморфизме клевера белого ползучего в различных популяциях связаны с разнообразными антропогенными факторами. Определены наиболее часто встречающиеся фенотипы и подсчитано общее их количество. На основании полученных результатов сделаны выводы о том, что степень антропогенной нагрузки на территории, прилегающей к оз.Круглое, значительно меньше, чем на территории парка. Благодаря полученным данным, можно предположить наличие определенной антропогенной нагрузки на других территориях, где растет клевер ползучий, следовательно, его можно использовать в качестве вида-биоиндикатора.

Литература:

1. Алексеев С.В. и др. Практикум по экологии. - М.: АО МДС, 1996
2. Астаева А.Д., Чукаева Н.В. Фенотипическая диагностика сельской местности // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8 – С. 18-19.
3. Биоиндикации загрязнения наземных экосистем / Под. Ред Р. Шуберта.- М.: Мир, 1988.
4. Кузнецов М.А. Полевой практикум по экологии. – М., 1994.
5. Соколова Г.Г., Камалдинова Г. Т. Мофогенетический полиморфизм листьев клевера ползучего
6. Степановский А. С. Экология. М.: ЮНИТИ-ДАНА
7. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой. - М.:АГАР, 2000.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОЛЕФЕИНОВ С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОТХОДАМИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Лукьяненко Е., Тяглова Е.В.

*МОУ «Гимназия № 1 Центрального района Волгограда»,
400005, г. Волгоград, проспект Ленина д 35, кв 24 (Тяглова Е.В.),
tiaglova@mail.ru*

На сегодняшний день остро стоит вопрос о накоплении в окружающей среде отходов синтетических полимеров, обладающих исключительной стойкостью к физико-химическому и биологическому разложению. Одним из перспективных

направлений решения этой экологической проблемы является разработка биоразлагаемых полимерных материалов на основе биополимеров синтезируемых из возобновляемого сырья. Однако стоимость, сложность технологии получения и низкий уровень эксплуатационных характеристик сильно ограничивают возможности их применения.

Введение в синтетические полимеры добавок, инициирующих биоразложение, позволяет, минуя дорогостоящую стадию синтеза, создавать новые материалы с повышенной способностью к биоразложению после выхода из эксплуатации. При этом синтетический полимер, входящий в состав композита, обуславливает необходимые эксплуатационные свойства и возможность вторичной переработки материалов. Применение наполнителей природного происхождения, в частности лужки семян подсолнечника, позволяет, с одной стороны, частично заменить невозобновляемое нефтехимическое сырье на возобновляемое, а с другой – снизить стоимость продукции благодаря использованию отходов пищевых производств.

Огромные масштабы промышленного производства и широкий спектр применения полиолефинов, в частности для изготовления изделий с коротким жизненным циклом, обуславливают актуальность создания биоразлагаемых материалов на их основе. Использование для создания биоразлагаемых композиций смесевой полимерной матрицы на основе полипропилена и полиэтилена высокого давления в различных соотношениях даёт возможность путем изменения морфологии регулировать не только эксплуатационные свойства, но и скорость деградации материалов.

Таким образом, цель работы представляет собой исследование влияния состава композиций, включающих полиэтилентерефталат, полиэтилен низкого давления и лужки подсолнечника, на эксплуатационные характеристики получаемых материалов.

В результате проведения работы получены композиции на основе полиолефинов и возобновляемых наполнителей и оценены их эксплуатационные характеристики.

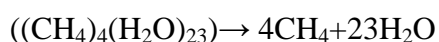
МЕТАНГИДРАТНОЕ РУЖЬЕ

Бельская С., Тяглова Е.В.

*МОУ «Гимназия № 1 Центрального района Волгограда»,
400005, г. Волгоград, проспект Ленина д 35, кв 24 (Тяглова Е.В.),
tiaglova@mail.ru*

На дне океана находится значительное количество метана в виде гидратов. Если температура на планете продолжит повышаться, то этот метан будет высвобождаться из гидратов и выходить в виде газа в атмосферу. Существует теория, что это приведет к постоянному ускорению глобального потепления, так как метан сам по себе является парниковым газом.

Предположив, что эта теория верна, необходимо найти способ безопасно разрядить это “метангидратное ружье”. Гипотеза заключается в том, что повышение температуры океана запускает процесс разложения метангидрата, находящегося на его дне, на воду и метан.



Высвобождение метана, который является сильным парниковым газом, ведет к дальнейшему росту температуры и дальнейшему распаду залежей гидратметана в

океане. Именно из-за того, что этот процесс трудно остановить, его сравнивают с выстрелом ружья. Наиболее вероятными событиями, связанными с высвобождением метана, является массовое приморское вымирание, потепление климата и изменение состава атмосферы.

Чтобы понять причины распада метангидрата, нужно рассмотреть его особенности. Метагидрат – это супермолекулярное соединение метана с водой, которое имеет клатратную структуру. Для его образования требуются низкие температуры и высокое давление. Чем выше давление, тем выше температура, при которой гидрат метана устойчив. Причинами распада метангидрата являются повышение температуры и снижение давления.

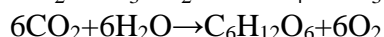
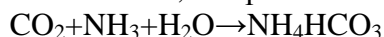
Пусковым механизмом создания условия распада метангидрата, помимо повышения средней температуры на земле, является теория о расширении планеты, то есть увеличение ее радиуса, увеличение центробежной силы и повсеместное ослабление давления в пластах. Масштабное смещение слоев будет сопровождаться трением, что поднимет температуру и запустит в недрах мощные электрохимические процессы.

Следствием высвобождения метана и других парниковых газов станет парниковый эффект. Как он проявляется? Под воздействием солнечных лучей поверхность Земли нагревается и излучает электромагнитную энергию в инфракрасном диапазоне. Это излучение задерживается парниковыми газами. При поглощении электромагнитного излучения молекулой парникового газа энергия трансформируется в тепловую энергию – атмосфера нагревается. Чем больше в атмосфере концентрация парниковых газов, тем интенсивнее накапливается тепловая энергия в приповерхностных слоях атмосферы.

Мы нашли два варианта уменьшения количества метана в атмосфере. Первым, является симбиоз мха сфагнум с бактериями родов *Methylocystis*, *Methylosinus*, *Methylomonas*, *Methylobacter* и *Methylomicrobium*, которые окисляют метан. Для окисления они используют метаносвязывающие монооксиды, то есть ферменты, катализирующие реакцию присоединения одного (монооксигеназы) атома кислорода к молекуле субстрата, источником кислорода в этом случае является молекулярный кислород.

Второй способ – это увеличение количества метанотрофных бактерий. Бактерий, которые используют метан в качестве источника энергии. Такими бактериями являются: *Acidimethylosilex fumarolicum* и *Methylokorus infernorum*. При окислении метана выделяется углекислый газ, который тоже является парниковым газом, следовательно, нужно уменьшить его количество в атмосфере тоже.

В Швейцарии выстроили завод, который вытягивает из атмосферы углекислый газ посредством 18 стальных контейнеров с вентиляторами. Внутри контейнеров находится волокнистый губчатый материал, пропитанный химическими веществами – аминами. Проходя через эти губки, происходит процесс адсорбции составных частей воздуха, и он, очищенный от углекислого газа, выбрасывается обратно в атмосферу.



Мы предположили несколько вариантов использования очищенного углекислого газа. Если адсорбентом являются аммиак, тогда получившийся гидрокарбонат аммония по швейцарской технологии подвергают нагреванию, после чего чистый углекислый газ по трубам перевозят на ближайшую ферму в теплицы. Углекислый газ и большое количество солнечного света положительно сказывается на процессе фотосинтеза, в результате чего растения начинают быстрее расти и их соцветия и плоды являются более сочными и объемными. Другим путем использования углекислого газа является

синтез минеральных удобрений, которые легче транспортировать на дальние расстояния.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы. Метангидратное ружье основано на химической реакции разложения. Недостатком этого «ружья» является парниковый эффект. Снижение концентрации парниковых газов в атмосфере (метана) возможно окислительными реакциями симбиотичных организмов и адсорбцией (углекислый газ) с последующим использованием в качестве удобрения.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ОГНЕСТОЙКИХ ГЕЛЕЙ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛА

Котченко А.П.^{1,2}, Панюшкина О.А.¹, Перевалова Е.А.²

¹*Муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя школа с углубленным изучением отдельных предметов № 2 г. Волжского Волгоградской области»*

г.Волжский, ул.Маркса, д.13, school2vlz;

²*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
404121, Волжский (Волгоградская область), ул. Энгельса, 42а,
e-mail: vht@volpi.ru*

Среди требований к безопасной эксплуатации зданий и сооружений особое место занимает пожарная безопасность. Для её обеспечения помимо активных средств предупреждения и защиты от развития очага пожара в конструкции должна использоваться пассивная защита, затрудняющая возникновение и предотвращающая развитие очага пожара, в том числе и пожаростойкие элементы зданий из стеклопакетов. В последнее время в качестве таких элементов используют противопожарные стекла.

Целью данной работы является разработка составов огнестойкого заливочного гидрогеля для противопожарных остеклённых конструкций, применяемых в строительстве.

Гидрогель готовили на основе силиката натрия, дополнительно вводили золь диоксида кремния. Кроме того, в состав гидрогеля входят еще ряд веществ. Они действуют как пластификаторы. Образцы огнестойкого остекления изготавливали из оконного стекла толщиной 3 мм, формируя между ними полость толщиной 2,5-3 мм. В ячейку заливали полученный раствор и подвергают сушке в сушильном шкафу при контролируемой температуре, формируя гелиевую прослойку. Для полученных образцов гидрогеля различного состава были проведены предварительные испытания. Были изготовлены модели стеклопакета из 3 слоев стекла и 2 гелиевых прослоек размером 100x100 мм. Испытания проводили при температуре 800-900 0С в течение 60 мин. На обратной (не обогреваемой) стороне стеклоблока контролировали температуру с помощью пирометра. Установлено, что все образцы характеризуются достаточно высокой способностью обеспечивать барьер для пламени.

В ходе испытаний было установлено, что разрушение образцов стеклоблока происходило ступенчато. При одностороннем нагреве стеклоблока ближайшие к нагреваемой стороне слои гидрогеля вспучивались, образуя губчатый непрозрачный материал с низкой теплопроводностью, затрудняющий передачу тепла в последующие слои изделия. Благодаря этому более удаленные от теплового источника слои стекла и второго слоя геля сохраняют целостность, обеспечивая общую герметичность всей конструкции.

Список литературы:

1. Смирнов Г.В. Рынок светопрозрачных противопожарных конструкций / Г.В. Смирнов // Пожаровзрывобезопасность.-2003.- №4.- С.56-61.

ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВА

Дорофеев Д. А.¹, Панюшкина О.А.¹, Иванкина О. М.²

¹муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя школа с углубленным изучением отдельных предметов № 2 г. Волжского Волгоградской области»

г.Волжский, ул.Маркса, д.13, school2vlz;

²Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
404121, Волжский (Волгоградская область), ул. Энгельса, 42а,
e-mail: yht@volpi.ru

В последние годы экологические свойства топлива выдвигаются на первый план. Состав и свойства отработавших газов автомобилей зависят от состава и свойств применяемых топлив и масел. Появляется целая совокупность требований к качествам топлив и масел, обуславливающих их влияние на окружающую среду и названных экологическими.

Цель исследования – ознакомление с химическим составом нефти, способами его определения. Знакомство с методами анализа и разделения углеводородов нефти, а также с влиянием компонентов бензиновой фракции на экологические свойства топлива и процессами вторичной переработки.

Нефть представляет собой сложную смесь органических веществ. При первичной переработке нефти получают различные нефтепродукты. Бензиновая фракция содержит смесь алканов, нафтенов и ароматических углеводородов C₅ – C₁₀. Нами изучено влияние этих веществ на качество нефтепродуктов.

Арены снижают полноту сгорания и ухудшают экологические свойства топлив (образование сажи, оксидов серы в продуктах сгорания).

Нами был проанализирован качественный и количественный состав бензиновой фракции нефти Ванкорского месторождения. Фракция преимущественно состоит из нафтеновых и ароматических углеводородов, нормальные и слаборазветвленные алканы представлены в небольшом количестве.

Расчет процентного состава показал наличие ароматических углеводородов суммарно 16,15%, что соответствует требованиям, предъявляемым к качеству бензина.

Продукты первичной переработки нефти, как правило, не являются товарными нефтепродуктами. В связи с этим нефтяные фракции поступают на установки вторичных процессов, призванные осуществить улучшение качества нефтепродуктов и углубленной переработки нефти (наиболее эффективно использовать гидрокрекинг).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Базаев Р.Р., Герцев К.А., Проценко Д.А.

*студенты группы 2-17 ТОР-32
ГБ ПОУ «Волжский политехнический техникум»,
г. Волжский, Волгоградская область
ул.Набережная, 1*

Современное производство предусматривает использование самых разнообразных технологических приемов, связанных с обработкой различных материалов, монтажом и сборкой изделий. Профессия техника-механика промышленного оборудования тесно связана с широким спектром технологических процессов, активно загрязняющих окружающую среду различными выбросами. В процессе работы на производстве появляются отрицательные факторы, которые могут влиять как непосредственно на человека, осуществляющего производственный процесс (например, электрический ток, световые вспышки, вращающиеся части оборудования), так и на окружающую среду (например, шумы, пыль, загрязнение воздуха химически активными веществами). В общем случае в производственном процессе могут возникать опасные физические, химические, биологические и эстетические производственные факторы.

Современное состояние биосферы характеризуется тем, что деятельность человека становится все более несопоставимой с естественными силами природы. Так, накопление в атмосфере углекислого газа в результате сжигания топлива идет более интенсивно, чем его поглощение растительностью и водами океанов и морей. Объем атмосферного кислорода уменьшается такими темпами, что к середине следующего столетия может возникнуть ряд опасных проблем. Антропогенное запыление атмосферы приблизилось к количеству пыли и золы, извергаемых вулканами, а антропогенное загрязнение морей нефтью превысило объем ее поступления через естественные разломы и трещины в земной поверхности.

Защита окружающей среды прежде всего связана со всесторонним изучением биосферы и ее эволюции, с разработкой методологии биологического и экологического прогнозирования.

Наиболее опасным видом непреднамеренного воздействия на природную среду является ее загрязнение. Метеорологические и гидрологические процессы переносят, распространяют и рассеивают промышленные загрязняющие вещества.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Кучиев Р.Р., Ягозинский О.Р.

*студенты группы 2-17 ТОР-32
ГБ ПОУ «Волжский политехнический техникум»,
г. Волжский, Волгоградская область
ул.Набережная, 1*

Человек – существо не только социальное, но в первую очередь биологическое, поэтому все природные условия и факторы окружающей среды так или иначе

оказывают влияние на его здоровье. Активная деятельность человека на протяжении тысячелетий была направлена не на гармоничное существование в биосфере, а на создание комфортных условий жизни и труда исключительно для себя. Любое условие окружающей среды, которое оказывает прямое или косвенное воздействие на живой организм в любой фазе его жизнедеятельности и на которое он выдает приспособительные реакции, является экологическим фактором.

Экологические факторы условно можно разделить на три большие группы:

1. биотические – влияние живой природы;
2. абиотические (климатические, эдафические и др.) – влияние неживой природы;
3. антропогенные – влияние разумной или неразумной деятельности человека.

В результате неразумной деятельности человека в окружающую среду попадают десятки миллиардов тонн углекислого газа, сотни миллионов тонн угарного газа и пыли, десятки миллионов тонн окиси азота, а также огромное количество фреонов, ядовитых химикатов и опасных канцерогенных веществ. Химические вещества, содержащиеся в отходах жизнедеятельности, переходят из одной цепи в другую по экологическим звеньям: из воздуха в почву, из почвы в воду, из воды в атмосферу. Загрязненность окружающей среды выражается в выпадении кислотных дождей, образовании дымных смогов и токсических эффектов. В нашей стране, как и в ряде других высокоразвитых государств, гражданину предоставлено конституционное право на экологическую безопасность, которое взаимосвязано с правом на жизнь и получением услуг здравоохранения. Но то, что написано на бумаге, – всего лишь слова! Для того чтобы на Земле не происходили техногенные катастрофы, не случались аварии на атомных станциях (Чернобыль, Фукусима), последствия которых будут отрицательно сказываться на здоровье нескольких поколений, человечество должно очень бережно относиться к природе.

СЕКЦИЯ 2

РАСЧЕТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ВОДООЧИСТНОМ РЕАКТОРЕ

Силаев А.А., Щепетнов А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Для любого химического предприятия одной из задач является обеспечение экологической безопасности производства, а в частности водоочистка. Так как предприятия потребляют большое количество воды, эта задача является актуальной и требует постоянного внимания. Повышение эффективности очистки вод можно добиться за счёт точного регулирования технологических параметров процесса очистки. Для примера рассмотрим алгоритм настройки параметров регулятора для поддержания температуры в водоочистном реакторе.

Объектом автоматического регулирования выбирается реактор (поз.1), при котором происходит повышение рН сточных вод (-1.6-).

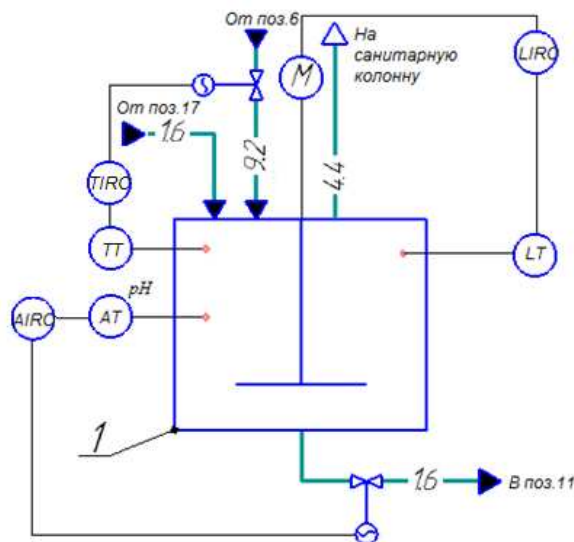


Рисунок 1 – Схема управления рН в реакторе

При увеличении расхода раствора едкого натрия (-9.2-) увеличивается температура абгазов (-4.4-) в реакторе (поз.1).

Включение мешалки в реакторе (поз.1) происходит по достижению заданного уровня. Слив сточных вод (-1.6-), в поз.11, происходит по достижению заданного уровня рН.

Абгазы (-4.4-) из реактора отводятся на санитарную колонну. Температура абгазов (-4.4-) в реакторе изменяется с изначальных 20 °С до 90 °С. Температура в реакторе (поз.1) повышается за счет химической реакции взаимодействия раствора едкого натрия (-9.2-) с ртутью, которая происходит с выделением тепла.

Вначале необходимо определить передаточную функцию реактора, для этого по полученным экспериментальным данным используется метод Ротача (рис. 2).

В результате чего была получена следующая функция:

$$W_p = \frac{k}{(Tp + 1)^n} \cdot e^{-p\tau} = \frac{1.1}{22p^2 + 9.4p + 1} \cdot e^{-p0.1},$$

где: T_1, T_2 – постоянные времени;

τ – абсолютное время запаздывания;

n – порядок объекта управления.

Исходя из передаточной функции, контур регулирования температуры в реакторе имеет второй порядок и обладает временем запаздывания равным 0.1 минут.

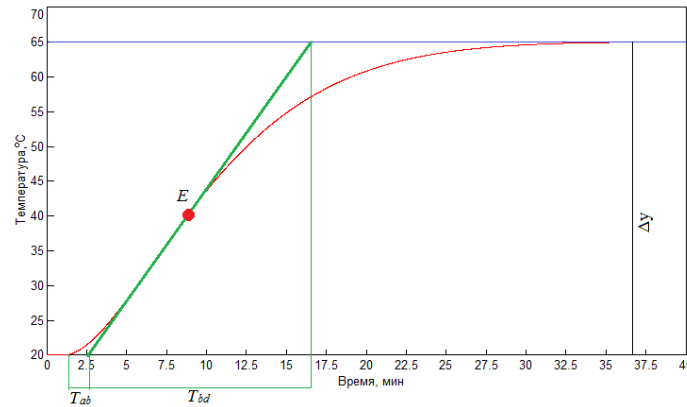


Рисунок 2 – Экспериментальная кривая

Для расчета параметров регуляторов используется метод Циглера-Николса, реализованный с помощью программного средства VisSim.

Выбора закона регулирования осуществляется по основным критериям качества переходных процессов: время регулирования, перерегулирование и колебательность переходного процесса.

Временем регулирования называют (t_p) временной интервал, отсчитываемый с момента приложения воздействия к системе (t_n) до момента установившегося значения (t_k). Рассчитывается по формуле:

$$t_p = t_k - t_n.$$

Определяем степень перерегулирования, σ называется максимальное отклонение регулируемой величины Δh_{max} от установившегося значения $h_{уст}$, выраженное в процентах:

$$\sigma = \frac{h_{max} - h_{уст}}{h_{уст}} \cdot 100\%.$$

Колебательность переходного процесса определяется числом колебаний регулируемой величины за время регулирования t_p .

Реализация ПИД-регулятора с рассчитанными настроечными параметрами в программном средстве VisSim.

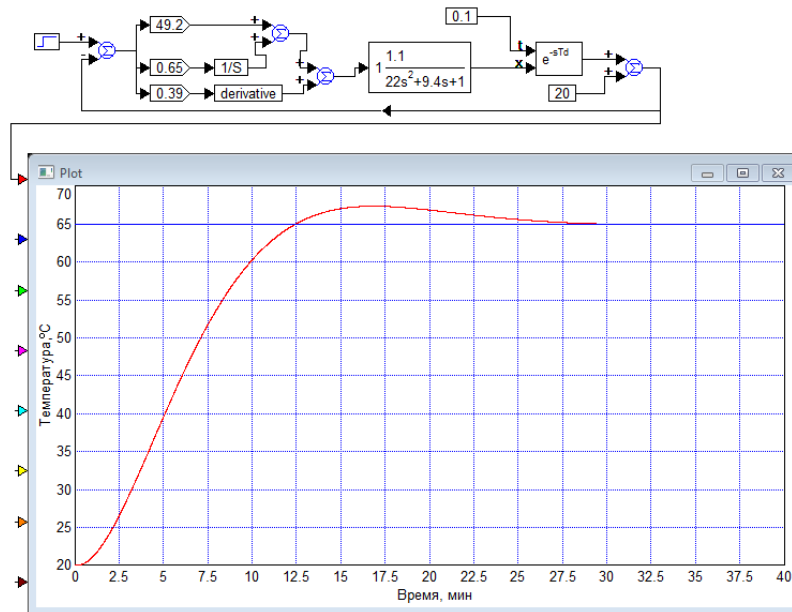


Рисунок 3 – ПИД-регулятор с рассчитаными настроечными параметрами

Вывод: По данным кривой разгона была определена математическая модель объекта управления. В ходе исследования было определено, что объект имеет второй порядок, обладает временем запаздывания, равным 0.1 минутам. По анализу критериев качества основных законов регулирования системы можно сделать вывод о том, что закон регулирования системы управления температурой в реакторе будет ПИД-закон регулирования.

Литература:

1. Сенигов П.Н. Теория автоматического управления: Конспект лекций. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001 - 93с.
2. Методические указания VisSim [Электронный ресурс] // Файловый архив для студентов URL:<https://studfiles.net/preview/6385829/> (дата обращения: 19.01.2019).
3. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат. 1985. - 296 с.
4. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов.// М.: Форум, 2012. – 224с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА

Бреус Р. Ю., Трушников М. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Гидроагрегат – устройство, состоящее из гидравлической турбины и электрического гидрогенератора [1]. Гидрогенераторы являются типом электрических машин генерирующего оборудования, предназначенные для выработки электроэнергии при вращении гидротурбины. Данные электрические машины, обычно индивидуального исполнения, сочетают в себе проблемы электромагнитных

характеристик, значительного нагрева, необходимости охлаждения, статической и динамической прочности, больших габаритов. Ввиду сложности создания центральной научно-технической проблемой является достижение максимальной эксплуатационной надежности элементов конструкции и соответствие требованиям промышленной безопасности [2]. Стремление изготовить генератор большей мощности и допустимо приемлемых размеров приводит к возрастанию плотности тока, а значит и нагреву токоведущих элементов, означающих износ и старение изоляции. Для предотвращения перегрева и выхода их строя изоляции, генераторы выполняют с искусственным охлаждением, отводящим из машин теплоэлектрические, магнитные и механические потери.

В контурах воздушного охлаждения осуществляется циркуляция воздуха из воздухоохладителей по трубам в камеру охлаждённого воздуха, а затем в полые медные трубки обмотки статора по замкнутому контуру (рисунок 1). Вода, осуществляющая охлаждение воздуха, подаётся на охладитель из водонапорного коллектора, куда поступает после фильтров механической очистки из четырёх водозаборных линий.

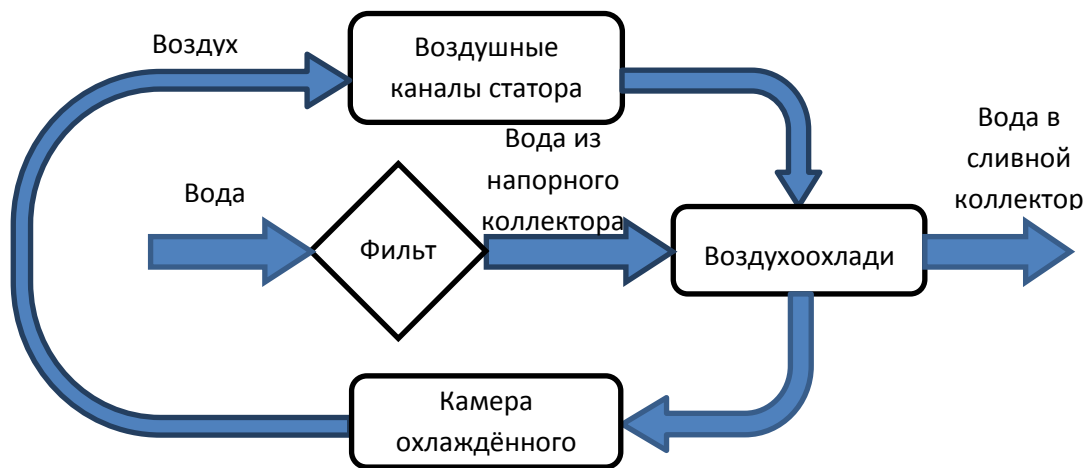


Рисунок 1 – Схема охлаждения обмоток статора гидроагрегата

Основным технологическим параметром, подлежащим регулированию, является температура воздуха в системе охлаждения статора. Применение системы автоматического регулирования (САР) температуры охлаждающего воздуха путем изменения подачи воды (рисунок 2) позволит избежать избыточных потерь мощности или выхода из строя агрегата из-за перегрева обмоток свыше допустимых температур [6].

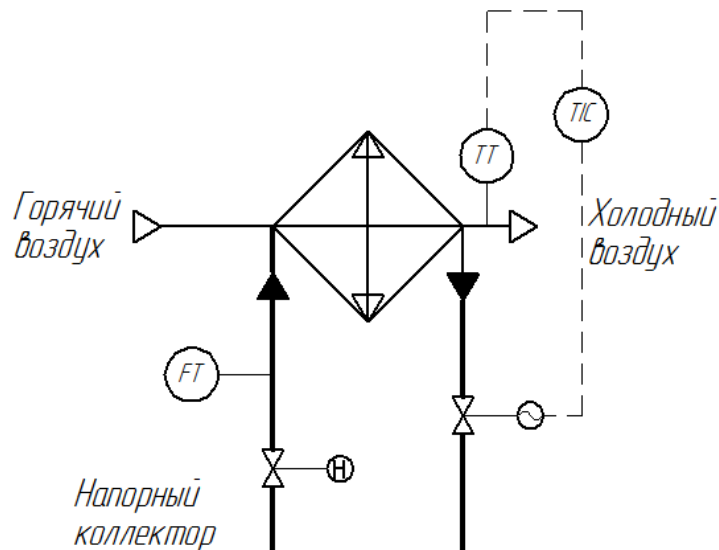


Рисунок 2 – САР температуры обмотки статора путем изменения подачи воды

По мере загрязнения фильтра достигается допустимый перепад давления в трубопроводе до и после фильтра, что говорит о необходимости очистки фильтра. Очистка осуществляется путем закрытия клапана с водозабора и открытием клапана на сливной коллектор. Обратным потоком воды с напорного коллектора фильтр промывается через определенный интервал времени. По завершении очистки клапан на сливной коллектор закрывается, а клапан с водозабора открывается. Система продолжает работать в стандартном режиме (рисунок 3). Такое решение позволяет предотвратить изменение давления в системе ниже допустимого в напорном коллекторе.

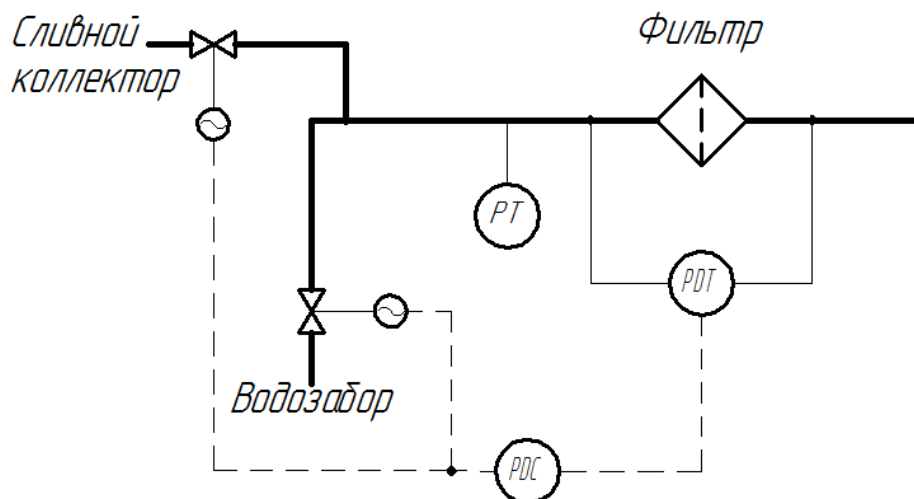


Рисунок 3 – Контур управления очистки фильтра

Визуализация технологических параметров и возможность их задачи осуществляется панелью оператора ICP DAS SV-6201 и применением программируемого логического контроллера WP-9821-CE7 [3].

Оптимальным перепадом температур воздуха на входе и выходе воздухоохладителя считается 18-25°C.

Для контроля температуры горячего воздуха на входе каждого воздухоохладителя используется датчики температуры ТСПУ Метран 276.

Для оценки уровня загрязнённости фильтров линий подачи воды в водонапорный коллектор применяется датчики перепада давления Метран 150 CD [7].

Измерение давления в трубопроводах из водозабора 1-4 (до фильтров очистки) осуществляется микропроцессорными датчиками давления Метран 150 TG [7].

Измерение расхода на воздухоохладители 1-12 осуществляется микропроцессорными расходомерами Rosemount 8800 [5].

Вывод: Внедрение системы управления охлаждением воздуха обмоток статора гидрогенератора на базе современных микропроцессорных приборов позволит улучшить качество и эффективность управления охлаждением обмоток статора, а также сократить экономические затраты на ремонт и обслуживание.

Библиографический список:

1. Кацман М.М. Электрические машины. М.: Высш.школа, 1983. 452 с.
2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование электростанций и подстанций. 3 изд. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Серия контроллеров XP-9000 // Официальный сайт фирмы ICP DAS URL: <https://f.icp-das.ru/files/add/doc/e9d/> (дата обращения: 28.03.2019г) .
4. Операторская панель SV-6201. // Индустриальный каталог продукции ICP DAS URL: <https://ipc2u.ru/catalog/sv-6201/> (дата обращения: 28.03.2019г).
5. Расходомер Rosemount 8800 // Каталог ГК новые технологии URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/automation-solutions/measurement-instrumentation/flow/rosemount-8800-vortex-ru-ru> (дата обращения: 28.03.2019г).
6. Преобразователи температуры МЕТРАН // Официальный сайт фирмы МЕТРАН URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-276-ru-ru> (дата обращения: 28.03.2019г).
7. Преобразователи давления МЕТРАН // Официальный сайт фирмы МЕТРАН. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru> (дата обращения: 28.03.2019г).

БИОТОПЛИВО: ВИДЫ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Медведева Л.И., Гаджиев Э.Э.о

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Топливо, получаемое в результате переработки стеблей сахарного тростника или семян рапса, кукурузы, сои, называется биологическим.

Основным видом исходного сырья для производства биотоплива в настоящее время является рапс (лат. Brassica napus). Это вид травянистых растений из семейства крестоцветных. Экономическое значение рапса к концу XX века существенно выросло в связи с тем, что он начал использоваться для получения биодизеля [1]. Относительно места происхождения рапса до сих пор нет единого мнения, но во многих странах Европы, Азии, Америки и Северной Африки рапс встречается в одичалом состоянии как сорняк. В России как масличную культуру его начали возделывать с начала XIX в.

При создании сортов рапса *пищевого* направления (для производства маргарина, жидких жиров олеиновой кислоты) к основным задачам следует отнести увеличение содержания масла в семенах и повышение его качества. Важное значение в селекции рапса этого направления имеет окраска семян. Предпочтительны желтосемянные сорта,

поскольку они отличаются повышенным содержанием масла и белка и низким – клетчатки.

А при создании сортов *технического* направления необходимы сорта, содержащие в своём составе те или иные жирные кислоты. Так, технические масла (гидравлическое, смазочное) и биотопливо должны обладать высоким содержанием эруковой кислоты, а предназначенные для производства синтетических моющих средств и парфюмерной продукции – лауреновой.

При создании сортов *кормового* направления необходимы сорта с высоким качеством как семян, так и зелёной массы, повышенным содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу, и низким уровнем глюкозинолатов [2].

Существует три основных вида биологического топлива, технологическое производство которых наиболее разработано.

Биоэтанол – обычный этанол, получаемый в процессе переработки растительного сырья для использования в качестве биотоплива. Полное производство этанола на 2009 было 73.9 миллиарда литров (19.5 миллиардов галлонов) согласно данным, собранным F.O. Licht. GRFA предсказывает, что глобальное производство достигнет 85.9 миллиардов литров (22.7 миллиарда галлонов) в 2010 (на 16.2% больше чем в 2009г.). В этом году производство Этанолоа переместит потребность в 370 миллионах эквивалентных баррелей нефти глобально. Мировое производство биоэтанола в 2005 составило 36,3 млрд литров, из которых 45 % пришлось на Бразилию и 44,7 % – на США. Этанол в Бразилии производится преимущественно из сахарного тростника, а в США – из кукурузы. Производство этанола из тростника на сегодняшний день экономически более выгодно, чем из кукурузы. Федеральное правительство США предоставляет производителям этанола налоговый кредит (но не субсидии) до \$0,51 за галлон этанола. Бразильский этанол дешевле из-за низких заработных плат у сборщиков сахарного тростника [3].

Биометанол – метиловый спирт, произведенный в результате переработки биологического сырья (шелухи зерен и семечек, сухих листьев, навоза, помета), а также из органического мусора. В числе относительно новых способов использования метанола, а соответственно и биометанола, выделяют:

- применение в качестве добавки к автомобильным бензинам;
- применение в топливных элементах;
- для метилирования растительных масел в процессе производства биодизеля.

Основными достоинствами биометанола являются:

- низкий объем выбросов углекислого газа;
- возможность организовать переработку (рециклинг) отходов животноводства и сельского хозяйства.

Главные недостатки биометанола:

- низкий энергетический КПД – максимум 68%;
- бесцветное пламя, что может привести к аварийным ситуациям;
- срок окупаемости проекта – до 20 лет.

Всего в мире насчитывается примерно 90 заводов по производству метанола. Темпы роста объемов их выпуска довольно низкие и составляют всего 4% в год. В мире насчитывается всего 5 перспективных проектов, касающихся биометанола, среди них: BioMCN (Нидерланды, Европа), Smithfield Foods (Юта, США), North Shore Energy Technologies (в перспективе, США), Norin Green (в перспективе, Япония), Atlantic Biomass (в перспективе, США). 20% совокупного потребления метилового спирта как в чистом виде, так и в виде его производных приходится на долю транспортных средств.

Несмотря на то, что к 2020 году доля биотоплив в транспортном секторе должна превысить 6%, доля биометанола останется довольно низкой – всего 0,2%.

Бутиловый спирт – биобутанол, бутанол, C₄H₁₀O – бесцветная жидкость с характерным запахом. Широко используется в промышленности. Энергия бутанола близка к энергии бензина. Бутанол может использоваться в топливных элементах как сырьё для производства водорода. Кроме того, бутанол используют в качестве растворителя при производстве некоторых видов лакокрасочных материалов. Россия – крупнейший производитель и экспортер бутанола. За последние пять лет более 60% произведенного в стране бутилового спирта поставлялось потребителям на внешних рынках сбыта. Бутиловые спирты в России выпускают следующие предприятия (указаны в порядке убывания производственных мощностей): «Салаватнефтеоргсинтез», «Сибур-Химпром», Ангарская НХК, «Невинномысский Азот».

Список литературы:

1. Сайт [Электронный ресурс] URL: <https://energosector.com>
2. Сайт [Электронный ресурс] URL: <https://alter220.ru>
3. Сайт [Электронный ресурс] URL: <http://ecotechblog.ru>

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОРЕАКТОРОМ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA

Грицун Б. М., Ефремкин С. И., Савчиц А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время в России слабо распространено производство биореакторов с наличием автоматизированной системы управления. Биореактор – это сложный объект управления, который требует качественно подобранных режимов управления для продуктивного выращивания конкретного биоматериала. Микроводоросль *Chlorella*, выступающая в роли данного биоматериала, может применяться в различных сферах деятельности человека: медицина, добавка в корма для животноводства, биологическая очистка сточных вод и пр., но в настоящее время наиболее распространена в качестве именно добавок в корм [1]. Применение данного биоматериала обуславливается его широким составом, а именно наличие большого количества белка, полного набора незаменимых аминокислот, углеводов, жиров, витаминов и биологических стимуляторов [2]. В качестве получаемого результата добавления в корм данной микроводоросли можно отметить:

- увеличение среднесуточных привесов при откорме крупнорогатого скота и свиней на 25-42% [2];
- сокращение падежа молодняка за счет укрепления природного иммунитета животных [2];
- увеличение плодовитости родительского стада, сокращение непродуктивных осеменений [2];
- повышение усвояемости кормов, позволяющее экономить их расходование до 22% [2].

Целью разработки является получения такой системы автоматизированного управления биореактором, которая позволяла бы поддерживать требуемые значения

параметров (температура, давление, концентрация углекислого газа и пр.) на уровне, определенном выбранным режимом работы для производства требуемого количества биоматериала.

Задачи разработки:

1. Осуществить сборку лабораторной установки (биореактора).
2. С помощью требуемых технических средств автоматизации реализовать автоматизацию биореактора.
3. Исследовать условия роста биоматериала, путем изменения параметров освещенности, давления и пр., с целью определения оптимальных их значений и последующего составления режимов работы биореактора.
4. Разработать программу для автоматизированной системы управления биореактором.
5. Разработать способ определения концентрации биоматериала, находящегося в данный момент в биореакторе.

Структурная схема биореактора представлена на рисунке 1.

Биореактор работает следующим образом.

Основным элементом является герметичная непрозрачная емкость 1, которая позволит существенно ограничить влияние внешней среды на среду выращивания микроводоросли.

Процесс начинается с залива в емкость 1 воды. Воду в емкости необходимо нагреть до оптимальной для роста микроводоросли температуры. Вода в емкости 1 нагревается при помощи змеевика 4, в котором течет греющая вода. Циркуляцию воды в змеевике обеспечивает насос. Греющая вода циркулирует между змеевиком и емкостью 2. Греющая вода нагревается при помощи нагревательного элемента 3.

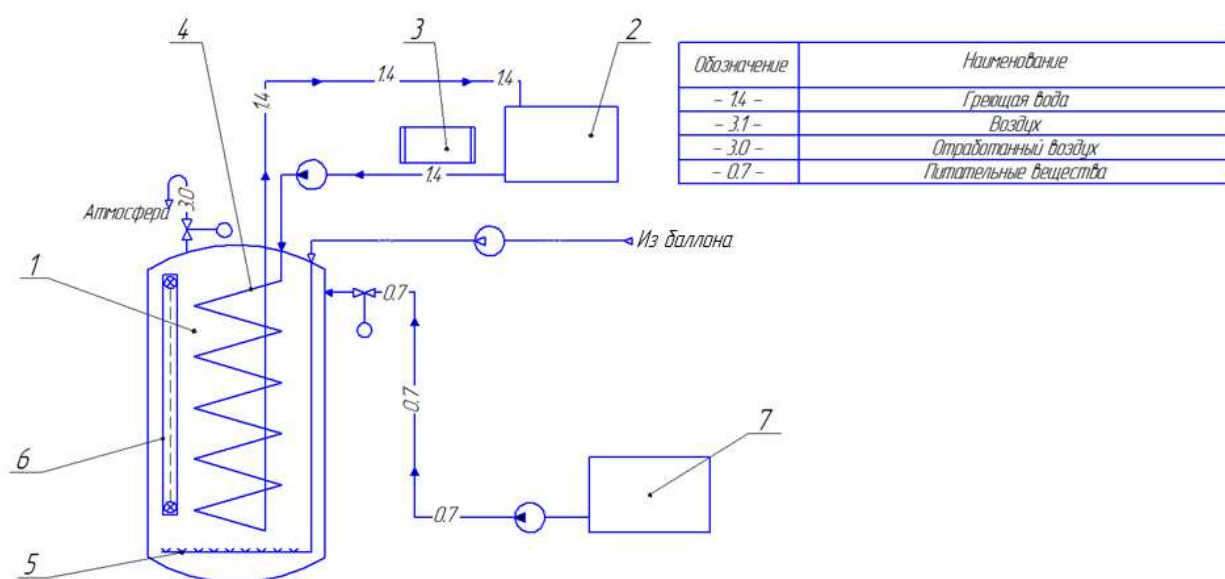


Рис.1 – Структурная схема биореактора, где 1 – биореактор, 2 – емкость с греющей водой, 3 – нагреватель, 4 – змеевик, 5 – аэраторы, 6 – светодиодные лампы, 7 – емкость с питательными веществами

Таким образом, получив в емкости 1 необходимую температуру, вводится штамм микроводоросли, получая среду для выращивания. После этого система разогрева воды в емкости 1 используется для поддержания температуры среды для выращивания.

Для выращивания микроводоросли среду в емкости 1 обогащают посредством аэрации и ежедневной подачей питательных веществ. Воздух подается при помощи компрессора на аэратор 5, который равномерно распределяет газ по всему объему жидкости. Так как это система закрытого типа, постоянная подача воздуха нагнетает внутри установки давление. Для сброса избыточного давления предусмотрен клапан. Питание производится посредством насоса из емкости с питательным веществом 7. Так же для выращивания хлореллы имеет огромное значение освещение. Освещение осуществляется при помощи светодиодных лент 6.

Процесс выращивания занимает несколько дней. По достижению необходимого размера колонии водорослей, биоматериал выкачивают из емкости, после чего процесс можно повторять неоднократно.

Вывод: На современном этапе развития страны является особенно важным укреплять экономические позиции и одним из путей этого может являться внедрение в пищевой корм специальных добавок. Микроводоросль Хлорелла уже давно показала свою биологическую ценность, поэтому создание автоматизированных установок для ее выращивания является перспективным техническим направлением.

Список литературы:

1. ООО «Башкирская птица». Технология. Хлорелла [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://башптица.рф/hlorella-ru/>
2. Сайт «ЭкоВсе». Хлорелла в животноводстве [Электронный ресурс].– Ресурс доступа: <http://ekovse.ru/hlorella/hlorella-v-zhivotnovodstve>

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ТАКТА РАБОТЫ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Казаков Д.И., Капля В.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Шаговые двигатели (ШД) широко распространены в управлении различными мобильными системами за счет высокой точности позиционирования, быстродействия и большой экономии потребления энергии.

Вращение вала ШД осуществляется путем подачи последовательности прямоугольных импульсов на обмотки статора [1]. Максимальная или предельная скорость вращения вала ШД зависит от нагрузки на двигатель и частоты управляющих импульсов. Также следует учитывать особенности конструкции каждого двигателя.

Предельное быстродействие достигается при одноимпульсном управлении с ограничением по величине воздействия. Данное утверждение справедливо только для объектов первого порядка [2, 3]. Колебательность и перерегулирование характеризуют процесс позиционирования ротора, из-за чего нельзя использовать ШД на предельных скоростях, т.к. необходимо резервирование длительности управляющих импульсов. Резервирование длительности управляющих импульсов является причиной неэффективного потребления электроэнергии.

Скорость вращения ШД при ограниченном управляющем воздействии достигается путем формирования последовательности импульсов переменной длительности и знака [5].

Представим модель шагового двигателя в виде дифференциального уравнения [6]:

$$J\ddot{y} + D\dot{y} + [2p^2\Phi nI] \cdot y = [2p^2\Phi nI] \cdot U, \quad (1)$$

где J – момент инерции, p – число пар полюсов, D – коэффициент вязкого трения, Φ – магнитный поток, n – число витков, I – сила тока, U – напряжение на обмотке статора.

Используя замену переменных, представим выражение (1) в разностном виде:

$$y = y_k; \dot{y} = \frac{y_k - y_{k-1}}{\partial t}; \ddot{y} = \frac{y_k - 2 \cdot y_{k-1} + y_{k-2}}{\partial t^2},$$

где ∂t – дискретный шаг времени.

Дифференциальное уравнение (1) в разностном виде примет следующий вид:

$$J \cdot \frac{y_k - 2 \cdot y_{k-1} + y_{k-2}}{\partial t^2} + D \cdot \frac{y_k - y_{k-1}}{\partial t} + 2p^2\Phi nI \cdot y_k = [2p^2\Phi nI] \cdot U$$

Выразив переменную y_k , получим следующую рекуррентную зависимость угла ротора y_k от дискретного времени $t_k = k \cdot \partial t$:

$$y_k = \frac{2p^2\Phi nIU + y_{k-1} \cdot \left(\frac{J}{\partial t^2} + \frac{D}{\partial t}\right) - y_{k-2} \cdot \frac{J}{\partial t^2}}{\frac{J}{\partial t^2} + \frac{D}{\partial t} + 2p^2\Phi nI} \quad (2)$$

Проверим корректность полученной зависимости (2). Для этого проведем численный эксперимент со следующими значениями параметров:

$$D = 0,319 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{рад}^{-1}; \Phi = 135 \cdot 10^{-5} \text{ Тл} \cdot \text{м}^2; p = 32;$$

$$\alpha = \frac{360}{64}; J = 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2; n = 300.$$

Решив дифференциальное уравнение (1) получаем передаточную функцию:

$$W(s) = \frac{2p^2\Phi nI}{s^2J + sD + 2p^2\Phi nI}$$

Коэффициент затухания для данной передаточной функции [7]:

$$e = \frac{D}{2 \cdot 2p^2\Phi nI \cdot \sqrt{\frac{J}{2p^2\Phi nI}}} \quad (3)$$

Существует три условия, определяющие вид временных характеристик, известных нам из теории автоматического управления:

- Характеристики имеют колебательный характер при $0 < e < 1$;
- Характеристики монотонны при $e \geq 1$;
- Характеристики имеют вид незатухающих колебаний при $e = 0$.

Коэффициент затухания (3), рассчитанный в численном эксперименте, равен 0.174, что соответствует условию (4).

Свойство колебательности процесса видно по его переходной характеристике. Подтверждением является расчетное значение функции (3). Оптимальное время шага определяется путем поиска локального экстремума, который входит в диапазон допустимого отклонения от установившегося значения, например, $\Delta = 5\%$. Поиск экстремума осуществляется в процессе итерационных вычислений до момента k , при котором выполняется следующее условие:

$$[(y_k < y_{k-1}) \wedge (y_{k-1} \geq y_{k-2}) \wedge (y_{k-1} \leq \alpha \cdot (1 + \Delta))] \vee [(y_k > y_{k-1}) \wedge (y_{k-1} \leq y_{k-2}) \wedge \wedge (y_{k-1} \geq \alpha \cdot (1 - \Delta))] \quad (5),$$

где α – угол поворота вала на 1 шаг.

Если условие (5) выполняется, то на k -м шаге получены оптимальные значения $y_{k-1} = y_{onm}$, $k - 1 = k_{onm}$ и соответственно $t_{onm} = k_{onm} \cdot \partial t$.

В результате получают значения, являющиеся оптимальным временем одного такта работы шагового двигателя, зависящие от индивидуальных параметров математической модели.

Результаты анализа математической модели и численного эксперимента позволяют определить минимальное время одного такта работы шагового двигателя. Данное время является оптимальным в случаях, когда требуется обеспечить максимальную скорость вращения вала двигателя.

Список используемых источников:

1. Кацман М. М. Электрические машины: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. Издание 5-е, перераб. и доп. – Москва: Academia, 2003, 496 с.
2. Красовский А.А. Справочник по теории автоматического управления. – М.: Наука, 1987, 712 с.
3. Лысенко А.В., Ченцов А.Г. Об асимптотических версиях одноимпульсного управления в линейной системе: множества притяжения в пространстве траекторий // Дифференциальные управления и процессы управления, 2003, № 2.
4. Емельянов А.В. Шаговые двигатели: учеб. пособие/ А.В. Емельянов, А.Н. Шилин/ ВолгГТУ. – Волгоград, 2005. – 48 с.
5. Моисеев А. А. Оптимальное управление при дискретных управляющих воздействиях // Автоматика и телемеханика, 1991, № 9, С. 123–132.
6. Kenjo Takashi, Sugawara Akira. Stepping Motors and Their Microprocessor Controls. Oxford University Press; 2 edition, 1994, 279 p.
7. Athani V. V. Stepper Motors: Fundamentals, Applications And Design. New Age International, 1997, 201 p.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Киселев Н. С., Силаев А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Качество резиновых изделий напрямую зависит от соблюдения технологии процесса вулканизации, а именно температуры и времени вулканизации и давления внутри форматора-вулканизатора. Поэтому работы по совершенствованию систем управления процессом вулканизации являются актуальными.

Целью работы является: упростить производство, сократить человеческое влияние на ход производства, улучшить качество выпуска продукции, сократить единицы материала исходного ресурса, уменьшить затраты времени на производство единицы продукции

Задачи работы: разработать математическую модель контура регулирования температуры форматора-вулканизатора; спроектировать систему управления процессом вулканизации резиновых изделий.

На форматорах – вулканизаторах производятся и формование собранной покрышки, и ее вулканизация. Функцию варочной камеры здесь выполняет специальная резиновая диафрагма, являющаяся принадлежностью вулканизатора. Применение форматоров-вулканизаторов позволило избавиться от многих трудоемких операций, связанных с применением ручного труда, таких как закладка варочных камер

в покрышки и их формование, извлечение варочных камер из покрышки после вулканизации.

Во время формования внутрь цилиндра подаётся пар, который непосредственно выворачивает диафрагму и вставляет ее внутрь покрышки. Верхняя часть формы совершает плоскопараллельные движения вниз и формирует шину, выполняя функцию верхнего диска в воздушном форматоре. Под влиянием пара диафрагма раздувается и содействует формованию покрышки.

Как только форма полностью замкнулась, внутрь диафрагмы подается перегретая вода, пресс-форма обдается паром, и вулканизация протекает приблизительно так же, как и в индивидуальном вулканизаторе.

После завершения вулканизации форма и покрышка остывают, полость диафрагмы соединяется с вакуумной линией, а верхняя часть формы поднимается. Покрышка оказывается в верхней части формы, а диафрагма извлекается из нее и уходит вниз, в цилиндр. Благодаря выталкивающему механизму покрышка после вынимается из верхней части формы.

Задача автоматического регулирования заключается в поддержании заданной температуры внутри вулканизационной камеры.

Методом Ротача В.Я. определяется передаточная функция объекта управления. Метод предназначен для объектов, переходная характеристика которых имеет S-образный вид. Зависимость температуры от расхода можно описать передаточной функцией, представленной в виде формулы:

$$W_p = \frac{k}{(Tp + 1)^n} \cdot e^{-p\tau},$$

Таким образом, передаточная функция объекта управления будет иметь следующий вид:

$$W_p = \frac{k}{(Tp + 1)^n} \cdot e^{-p\tau} = \frac{0.7}{123.2p^2 + 22.2p + 1} \cdot e^{-p0.1},$$

Объект управления имеет второй порядок и обладает временем запаздывания равным 0.1.

Для проектирования АСУТП вулканизации резиновых изделий предлагается использовать следующее оборудование: модуль ввода аналоговых сигналов МВ110 – 8А, модуль вывода аналоговых сигналов МУ110 – 8И, модуль вывода дискретных сигналов МК110 – 8ДН 4Р, расходомер-счетчик вихревой ВЗЛЕТ ВРС Г – 500, термопреобразователи ОВЕН ДТС 035-50М.В2. 120И, датчик давления ОВЕН ПД100 – ДИ 111. В качестве исполнительных механизмов предлагается выбрать: клапан проходной односедельный SAUTER AVM-234S и клапан электромагнитный DANFOSS 042U436932 EV220W. В качестве контролирующего устройства выбран сенсорный панельный контроллер СПК 110.

Таким образом, выполнены задачи по моделированию форматора-вулканизатора и проектированию автоматизированной системы управления технологическим процессом вулканизации резиновых изделий.

Список литературы:

1. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для студентов ВУЗов / В.Я. Ротач. – М.: МЭИ, 2010. – 399 с.
2. Дудников, Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности / Е.Г. Дудников – М.: Химия, 2007. – 368 с.
3. Клюев, А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов/ А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев. // Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

4. Голубятников, В.А., Автоматизация процессов в химической промышленности / В.А. Голубятников, В. В. Шувалов– М.: Химия, 2002.–362с

5. Кангин, В. В. Промышленные контроллеры в системах автоматизации технологических процессов / В.В. Кангин. // Учебное пособие – Ст. Оскол: ТНТ, 2013. – 408с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕКТИФИКАЦИИ БУТИЛОВОГО СПИРТА

Кречетова Е. В., Силаев А. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Современную жизнь трудно и даже невозможно представить без химической промышленности. Буквально все вокруг является результатом тех или иных химических процессов. Темой данной статьи является продукт, используемый в производстве большого количества товаров. Растворитель, искусственная кожа, текстиль, небьющееся стекло, резиновый клей, шеллак, плащи, фотографические пленки и духи – все эти и ещё много других разновидностей товаров имеют в своём составе бутиловый спирт. Бутиловый спирт (бутанол) – бесцветная, чуть маслянистая жидкость с характерным запахом сивушного масла.

Для получения качественной продукции необходимо соблюсти одно из важных условий, а именно, чистоту исходных продуктов. Поэтому для бутилового спирта необходимо произвести его очистку. На сегодняшний день для получения чистого бутилового спирта используют процесс ректификации.

Процесс ректификации представляет собой процесс разделения двойных или многокомпонентных смесей за счёт противоточного массообмена между паром и жидкостью.

Для осуществления данного процесса была разработана его схема. Итак, основным элементом данной схемы определено является ректификационная колонна. Но прежде, чем сырьё поступает на колонну, оно проходит этап предварительной очистки, на этом этапе неочищенный бутиловый спирт освобождается от основного количества воды. Для данного этапа были подобраны фазоразделители. Фазоразделители представляют собой горизонтальные ёмкости объемом 10 м³, оснащённые уровнемером для контроля уровня заполнения емкости, а так же уровнем раздела фаз. Для данной цели был выбран микропроцессорный преобразователь уровня буйковый САПФИР-22МП1, это объясняется тем, что данный уровнемер идеально подходит для определения уровня раздела фаз, а также имеет невысокую стоимость [4]. Далее при достижении необходимого уровня раздела фаз спирта и воды, то есть 80 и 20 процентов соответственно, открывается клапан отвода воды в сборник отработанной воды. Для регулирования подачи среды был выбран пневматический регулятор давления РУСТ 510 [8]. Выбор данного исполнительного механизма обусловлен простотой его конструкции, эксплуатационным обслуживанием, также быстрой окупаемостью, надежностью работы и возможностью использования данного механизма в больших диапазонах температур, влажности и на взрывоопасном производстве.

Далее, выходя из первого фазоразделителя, спирт попадает во второй фазоразделитель для вторичного отстаивания. Данный фазоразделитель аналогичен

первому и имеет подобный буйковый уровнемер и трубопровод отвода отстоявшейся воды. Затем отстоявшийся спирт из фазоразделителя 2 нагнетается с помощью насоса на теплообменник для предварительного нагрева для ректификационной колонны.

Для данного процесса был выбран насос 1,5ХГ-6-2,8 [9]. Данный насос предназначен для перекачивания агрессивных, горючих, содержащих вредные вещества жидкостей в различных условиях. В своём названии содержит буквы ХГ – что говорят о возможности применения его на химическом производстве, а также то, что он обладает высокой герметичностью. В качестве теплообменника была выбрана горизонтальная емкость объемом 10 м³.

Неочищенный спирт попадает в теплообменник, где его нагрев осуществляется уже очищенным спиртом, вышедшим с ректификационной колонны. На трубопроводе подачи установлены два прибора: датчик температуры для контроля достижения необходимой температуры и расходомер, управляющий клапаном подачи нагретого спирта в колонну. Для данной цели были подобраны термопреобразователь сопротивления платиновый Метран 256, а также электронный ротаметр ЭМИС-МЕТА 215 [5]. Выбор данного ротаметра обусловлен дешевизной, надежностью и неприхотливостью в использовании. В процессе ректификации главную роль играет именно температура, поэтому был выбран именно термопреобразователь сопротивления, которые отличаются высокой точностью.

Нагретый спирт поступает в ректификационную колонну. В колонне нагрев осуществляется с помощью выносного кипятильника. При достижении необходимой температуры в колонне перекрывается клапан отвода пара из кипятильника в колонну. Температура в колонне поддерживается в пределах от 100 до 120С и также регистрируется термопреобразователем сопротивления Метран 256 [6]. Также в колонне регистрируется давление с помощью интеллектуального датчика избыточного давления Метрана 150GT2, который обладает высокой точностью измерений [7]. При превышении давления осуществляется сигнализация. Очищенный спирт скапливается в кубе колонны, уровень которого измеряется уровнемером Сарфир-22МП1 [4]. Далее спирт из колонны поступает в теплообменник, где он нагревает ещё неочищенный спирт. Затем он попадает во второй теплообменник для достаточного охлаждения, где охлаждение проходит посредством воды. В итоге очищенный бутиловый спирт поступает в горизонтальную ёмкость объемом 10 м³.

Для контроля и управления данным процессом был выбран контроллер БАЗИС-100 [3]. Данный контроллер был разработан под производство, занимающееся химией и нефтехимией. Этот универсальный контроллер специализирован под химические и нефтехимические производства. Он представляет собой систему повышенной надежности, а также имеет взрывозащищенные модификации.

Вывод: разработанная система ректификации бутилового спирта обеспечивает качественную систему достижения чистого продукта за счет использования современного микропроцессорного оборудования.

Библиографический список:

1. Афонин, А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. – М.: Форум, 2011. – 192с.
2. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Введ.2014-11-01. –М.: Стандартинформ, 2015. – 26 с.
3. Модульный контроллер Базис-100. // Официальный сайт фирмы Экоресурс: http://ecoresurs.ru/controllers_b100.htm //(дата обращения: 22.05.2019г).

4. Уровнемер Сапфир // Каталог товаров СКБ URL: <https://skbps.nt-rt.ru/> (дата обращения: 22.05.2019г).
5. Расходомер ЭМИС-МЕТА // Официальный сайт фирмы ЭМИС URL: <https://emis-kip.ru/ru/> (дата обращения: 22.05.2019г).
6. Преобразователи температуры МЕТРАН // Официальный сайт фирмы МЕТРАН URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-276-ru-ru> (дата обращения: 22.05.2019г).
7. Преобразователи давления МЕТРАН // Официальный сайт фирмы МЕТРАН. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru> (дата обращения: 22.05.2019г).
8. Исполнительный механизм РУСТ // Официальный сайт фирмы РУСТ URL: <http://www.roost.ru/> (дата обращения: 22.05.2019г).
9. Насос герметичный // Каталог Power Group URL: <http://power-group.kiev.ua/> (дата обращения: 22.05.2019г).

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ЦИАНИСТОГО ВОДОРОДА

Рожков А.В., Медведева Л.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время достаточно широкое распространение получают все более разнообразные газовые смеси. С развитием науки и техники область применения и спектр таких газовых смесей непрерывно растет. С каждым годом расширяется реестр газовых смесей прошедших процедуру государственного утверждения и получивших статус ГСО ПГС (государственный стандартный образец – поверочная газовая смесь).

Рассматриваемый процесс производства цианистого водорода является промежуточным в производстве метионина. Но это не уменьшает его значения. Автоматизация процесса производства цианистого водорода позволяет улучшить качество регулирования, улучшает условия труда рабочих, так как в процессе используется высокотоксичные вещества, а применение автоматизации позволяет сократить до минимума пребывания рабочих в производственных помещениях.

Технология процесса заключается в том, что исходная тройная газовая смесь метан, аммиак, кислород (или воздух) в соотношении $\text{NH}_3:\text{CH}_4:\text{O}_2=1:(1,10-1,24):(1,10-1,5)$ в подогретом до температуры $85-100^\circ\text{C}$ состоянии подают в реактор на платинородиевый катализатор, где при температуре $1000-1200^\circ\text{C}$ происходит взаимодействие газов с образованием цианистого водорода (HCN). Затем смесь цианированных газов охлаждают в два этапа. На первом этапе, непосредственно после зоны реакции в закалочном холодильнике (6), смесь охлаждают до температуры $600-650^\circ\text{C}$ со скоростью $3000-12000$ град/с и вытесняют цианированные газы из реактора в теплообменник котла-утилизатора. Второй этап – охлаждение цианированных газов проводят до температуры $245-250^\circ\text{C}$ и отделяют целевой продукт. Закалочный холодильник 6 имеет большую поверхность охлаждения по сравнению с закалочным холодильником второго этапа 7 (Рис.1).

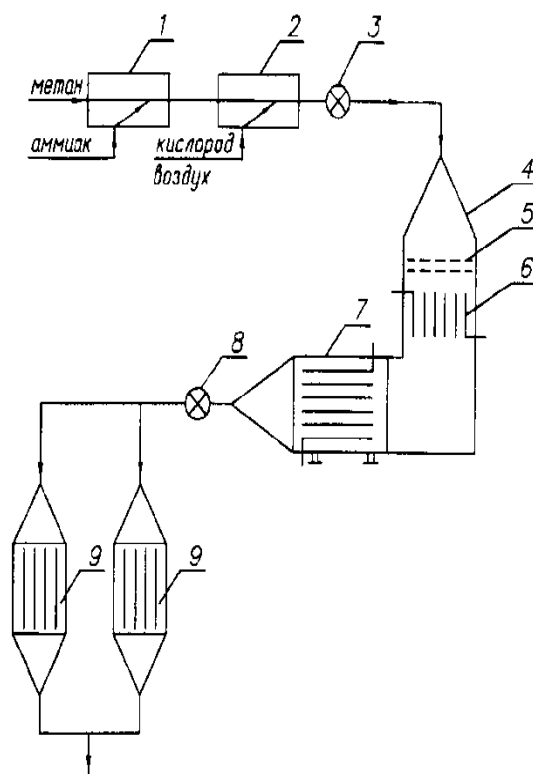


Рисунок 1 – Получение цианистого водорода (смеситель 1 для получения двойной смеси, смеситель 2 для получения тройной смеси, 3 – точка контроля температуры тройной смеси, реактор 4, платинородиевый катализатор 5, закалочный холодильник первичного охлаждения цианированных газов 6, теплообменник второго этапа охлаждения цианированных газов 7, 8 - точка контроля температуры целевого продукта, хемосорберы 9)

Поскольку разложение целевого продукта идет активно в зоне непосредственно близкой к зоне реакции, то ускоренное охлаждение цианированных газов после зоны реакции увеличивает выход целевого продукта на 10-15% [1].

Основой качественного ведения технологического процесса производства синильной кислоты, является точное соотношение исходных реагентов (метана и аммиака) и их температуры на входе в смеситель. Температура метана и аммиака может изменяться в зависимости от различных факторов: нарушения технологии в предыдущем процессе, температуры окружающей среды. Для устранения этого возмущающего воздействия установлены холодильники, в которых установлены змеевики для охлаждения метана и аммиака. Одновременно с этим появляется необходимость следить за температурой пара в холодильниках, так как при увеличении температуры эффективность змеевика резко снижается.

Расход нагретого аммиака и метана является определяющим для стадии получения синильной кислоты, поэтому для нормального хода технологического процесса этот расход необходимо стабилизировать. Одновременно на расход аммиака и метана может влиять изменение давления аммиака и метана в трубопроводе перед входом в теплообменник вследствие выделения газов. Для устранения этого возмущающего воздействия применяется одноконтурная система стабилизации давления.

Применение современных средств автоматизации позволило улучшить основные показатели эффективности, такие как состав полученной цианистоводородной кислоты,

безопасность и безаварийность процесса, при оптимальной производительности оборудования и при минимальных энергетических затратах на процесс.

Список используемой литературы:

1. Патент №2191746. [C01C3/02](#) получение цианистоводородной (синильной) кислоты. Россия, авторы Качегин А.Ф., Старовойтов М.К., Батрин Ю.Д., Крякунов М.В., Рудакова Т.В., Рябчук Г.В., Тишин О.А., Гайдин Л.И., Пестерев В.А.. Открытое акционерное общество "Волжский Оргсинтез".

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ И ФЛОТОРЕАГЕНТА ПРИ ДРОБЛЕНИИ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Соколов Д.Ю., Лапаева А.С., Савчиц А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Карбид кремния является популярным абразивом, так как обладает высокой прочностью и низкой ценой. Благодаря высокой химической стабильности, износостойкости и огнеупорности, карбид кремния применяется в качестве огнеупора в металлургической промышленности. Для изготовления абразивных инструментов, таких как шлифовальные круги, наждачная бумага, необходим измельченный карбид кремния.

Во время подготовки карбида кремния к дроблению в него добавляется техническая вода и флотореагент, которые помогают отчищать его от примесей.

На рисунке 1 представлена технологическая схема процесса подготовки карбида кремния к дроблению.

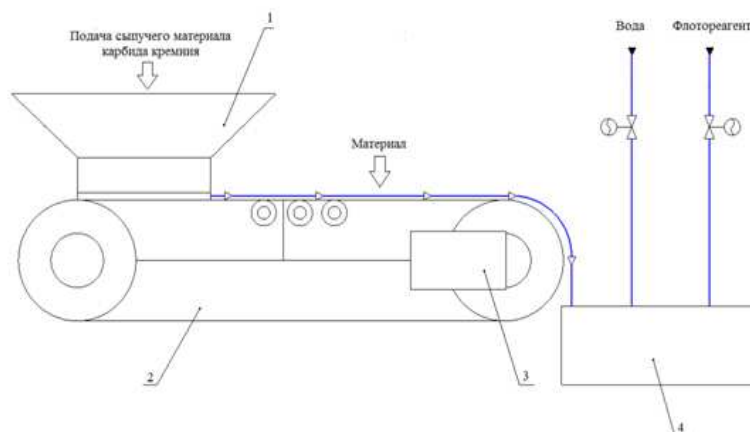


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса подготовки карбида кремния к дроблению 1 – приемный бункер; 2 – ленточный конвейер (дозатор); 3 – мотор-редуктор с асинхронным двигателем для вращения ролика ленты; 4 – приемный бункер дробилки

Нерегулируемая подачи флотореагента напрямую влияет на качество продукта. К сожалению, на многих предприятиях объем подаваемой жидкости практически не

регулируется. В связи с этим увеличивается расход флотореагента и, как было сказано выше, теряется качество итогового материала.

Для решения данной проблемы, связанной с дозированием флотореагента, мы встраиваем в систему микродозатор. Микродозатор флотореагента имеет следующую конструкцию (рисунок 2).

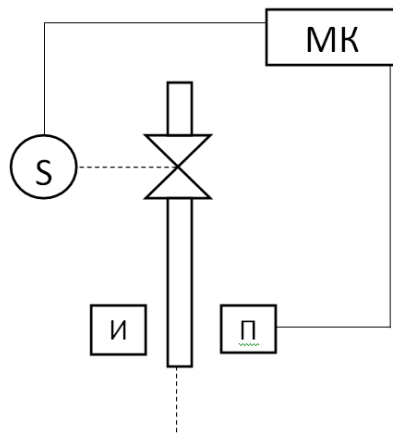


Рисунок 2 – Конструкция для регулирования флотореагента

И – излучатель, П – приемник, МК – микроконтроллер, S – исполнительный механизм

Данная конструкция позволяет увеличить точность дозирования флотореагента, отслеживать его расход, следовательно, повышает экономичность производства и качество получаемой продукции.

Автоматизированное рабочее место – это рабочее место оператора, которое оборудовано персональным компьютером, программным обеспечением и системой визуализации контролируемого процесса. Оно позволяет получать и обрабатывать информацию о состоянии процесса и при необходимости корректировать параметры, влияющие на производство продукции.

Для удобного восприятия на мониторе оператора в верхней части экрана текущие значения расхода карбида кремния, флотореагента и воды.

Оповещение оператора об отклонении какого-либо из параметров от нормы или о низком уровне флотореагента в емкости будет осуществляться с помощью анимации, в виде сигнальных ламп.

Визуализация текущего состояния работы клапанов подачи флотореагента и воды будет осуществляться с помощью изменения цвет клапанов. «Красный» – клапан перекрыт, «зеленый» – клапан открыт.

При нажатии на кнопку «Тренд» на экране оператора будет отображаться тренд, показывающий изменения значений контролируемых параметров. Кнопка «Тревога» вызывает окно с отображением информации о сигнализации. «Получить отчет» формирует файл с данными о расходе всех материалов.

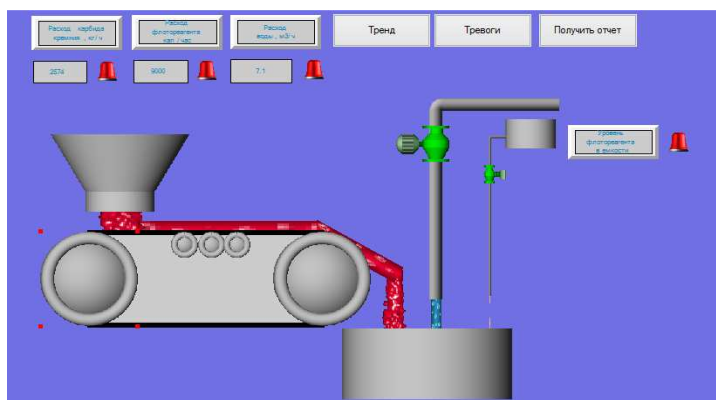


Рисунок 3 — мнемосхема технологического процесса дозирования

Список литературы:

1. Дозаторы непрерывного действия - средства автоматизации процессов дозирования. Обзорная информация. — М., 1982.- Синицын Б. Н., Ерохин А. С.
2. Автоматизированное рабочее место для статистической обработки данных. / Под ред. В.В. Шуракова, Д.М. Дайитбегова, С.В. Мизрохи, С.В. Ясеновского. - М., 2005г.
3. Автоматические микродозаторы для жидкостей. — М., 1975.- Абилов А. Г., Лютфалиев К. А.
4. Дозаторы непрерывного действия - средства автоматизации процессов дозирования. Обзорная информация. — М., 1982.- Синицын Б. Н., Ерохин А. С.
5. Карбид кремния: технология, свойства, применение/Под ред. Беляева А. Е., Конаковой Р. В. — Харьков. «ИСМА». 2010. — 532 с. (8,9 Mb) ISBN 978-966-02-5445-9.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ РЕЗИНОСМЕШЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОПОКРЫШЕК

Луговой М. С., Силаев А. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Резиносмешение трудоемкий и энергозатратный процесс, поэтому тема работы является актуальной. Создать автоматизированную систему и внедрить современные средства управления, а также заменить устаревшие компоненты системы – это возможность снижения издержек производства, повышения производительности, улучшения годовой экономической эффективности системы, а также улучшения качества и быстродействия системы.

Основной целью работы является повышение качества управления процессом.

Задачи работы: разработать математическую модель контура регулирования температуры резиносмесителя; спроектировать систему управления процессом автоматизации резиносмешения.

Целью данного процесса является приготовление резиновой смеси на резиносмесителе РС-270-30.

Процесс приготовления резиновых смесей начинается с развески ингредиентов, входящих в состав смеси, а именно: сажи, масла, серы, каолина, неозона, канифоли, битума, окиси магнезии, окиси цинка, каучуков. Резиносмеситель имеет семь весовых устройств, на каждом весовом устройстве взвешивается по несколько однотипных ингредиентов. После осуществляется загрузка в бункер весов. Далее производится поочередное взвешивание компонентов. А после этого происходит разгрузка либо в сборную емкость, либо в продувочную емкость, либо на транспортер. Подобное деление на интервалы времени и различные емкости необходимо для того, чтобы обеспечить подачу компонентов одного типа в резиносмеситель. Это называется двухстадийное смешивание, оно применяется для обеспечения более точного навешивания. После взвешивания ингредиенты поступают на общий транспортер. После окончания развески компонентов, осуществляется их загрузка в резиносмеситель. Далее происходит цикл смешения.

С целью унификации применяются типовые конфигурации технических средств: модуль вывода дискретного сигнала MB110-16P, модуль ввода сигналов тензодатчиков MB110-224.4ТД, блок питания ОВЕН БП 120С до 120 Вт, термopара ОВЕН ДТПЛ-015М-0110.120.1,0.И(8), расходомер Метран – 350P, тензодатчик М50, электромагнитный клапан DanFoss BB024DS, исполнительный механизм ГУСАР П, преобразователь частоты ОВЕН ПЧВ104-4кВт. В качестве контролирующего и регулирующего устройства используется логический контроллер ОВЕН ПЛК160 – программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации высокой и средней степени сложности совместно с сенсорной операторской панелью СП315-Р

Задача автоматического регулирования заключается в поддержании заданной температуры внутри смесительной камеры. Температура в резиносмесителе должна быть в пределах 110-120 °С при максимально возможной производительности и экономичности процесса. Поэтому необходимо регулирование температуры в смесительной камере путём изменения подачи холодной воды в камеру смешения.

Методом, предложенным Ротачем В.Я., определяется передаточная функция объекта управления. Метод предназначен для объектов, переходная характеристика которых имеет S-образный вид. Зависимость температуры в резиносмесителе от расхода холодной воды можно описать передаточной функцией, представленной в виде формулы:

$$W(p) = \frac{k}{(Tp + 1)^n} e^{-p\tau}.$$

Таким образом, передаточная функция объекта имеет вид:

$$W(p) = \frac{5}{(1,74 \cdot p + 1)^4} \cdot e^{-1,05p} = \frac{5}{9,16p^4 + 21,07p^3 + 18,165p^2 + 6,96p + 1} \cdot e^{-1,05p}$$

Следовательно, объект управления – резиносмеситель РС-270-30 имеет четвёртый порядок и обладает временем запаздывания равным 1,05.

По переходному процессу, изображенному в программном средстве VisSim, видно, что кривая переходного процесса выходит на установившееся значение. Следовательно, объект управления является устойчивым.

При ПИД регулирование система имеет меньшее количество колебаний и быстрее выходит на заданное значение.

Первый показатель эффективности – качество получаемого продукта. Второй показатель эффективности – производительность данного технологического процесса.

Третий показатель эффективности – оптимальные материальные и энергетические затраты на процесс.

Список литературы:

1. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для студентов ВУЗов / В.Я. Ротач. – М.: МЭИ, 2010. – 399 с.
2. Перепелицина К. И., Доронин Д. Э., Савчиц А. В. Автоматизация системы управления процесса приготовления бреккерных резиновых смесей в резиномесителе РС-270 // Молодой ученый. — 2018. — №5. — С. 37-40. — URL <https://moluch.ru/archive/191/48186/>
3. Бекин, Н.Г. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности / Н.Г. Бекин. – Л.: Химия, 2005. – 504 с.
4. Голубятников, В.А., Автоматизация процессов в химической промышленности / В.А. Голубятников, В.В. Шувалов– М.: Химия, 2002. – 362 с
5. Дудников, Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности / Е.Г. Дудников – М.: Химия, 2007. – 368 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ АНТИКОРРОЗИЙНОГО ПОКРЫТИЯ МУФТ

Магнева А. А., Савчиц А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В нынешнее время антикоррозийное покрытие широко используется в промышленности страны. Главная цель такого покрытия – это изоляция металлических поверхностей от агрессивной среды, сохранности их работоспособности на долгое время.

Важной составляющей антикоррозийного покрытия является сам процесс закалки деталей в щелочах и кислотах. По этой причине нужно следить за качеством кислот, пропорциями щелочей, поддержанием заданной температуры растворов, продолжительностью погружений муфт, тщательной промывки и сушки [1].

Автоматизация данного процесса приведёт к более высокому качеству выпуска продукции, сокращению времени на производство единицы продукции, снижению себестоимости выпускаемой продукции, уменьшению влияния человеческого фактора, увеличению контроля за выпуском продукции, затрат на исходные ресурсы, увеличению работоспособности всего производства.

Установка антикоррозийного покрытия муфт представляет собой комплект ванн, обслуживаемых специальным мостовым краном, и управляется соответствующим электрическим оборудованием [1].

Одним из главных показателей качества САУ является точность регулирования параметров. Эта точность зависит от выбора типа регулятора и его оптимальных параметров настройки из множества настроечных коэффициентов, обеспечивающих устойчивость САУ [3]. Объектом автоматического регулирования выбрана ванна, а параметром регулирования – температура.

Для идентификации были использованы экспериментальные данные, представленные в виде графика кривой разгона на рисунке 1.

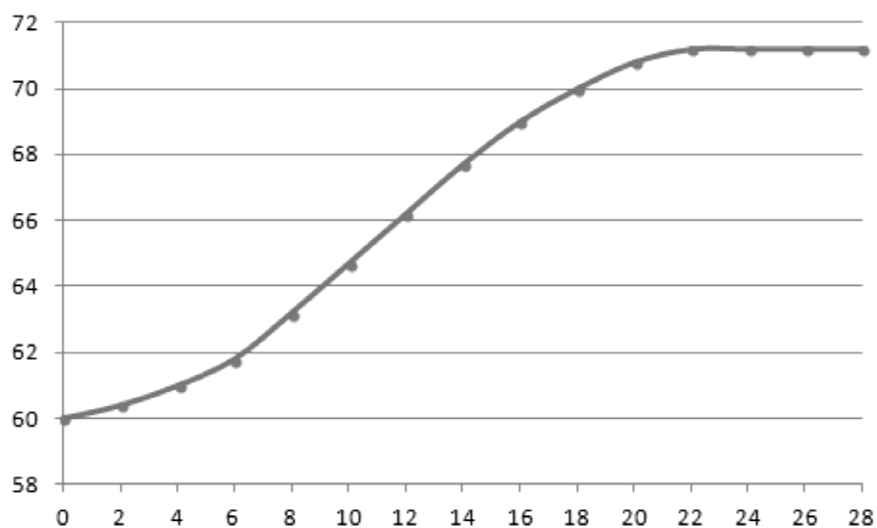


Рисунок 1 - Кривая разгона

Величина входного возмущения: $X(\infty)=10\%$

Таблица 1 - Координаты кривой разгона

t, мин	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
T, °C	60	60,4	61	61,8	63,2	64,7	66,2	67,7	69	70	70,8	71,2	71,2	71,2	71,2

Так как переходная характеристика строится в относительных координатах по оси ординат, то и полученную кривую разгона необходимо перевести в безразмерные единицы по формуле:

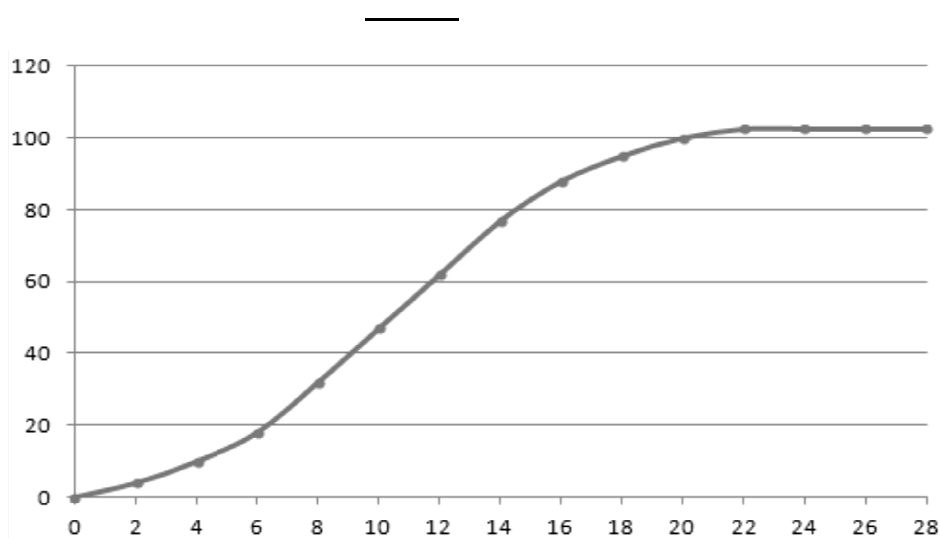


Рисунок 2 – Кривая разгона %

Таблица 2 - Координаты кривой разгона %

%	0	4	10	18	32	47	62	77	88	95	100	102,5	102,5	102,5	102,5
t, мин	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

По итогу эксперимента система с ПИД – законом регулирования имеет наименьшее значение критерия качества, следовательно, данная система автоматического управления эффективнее.

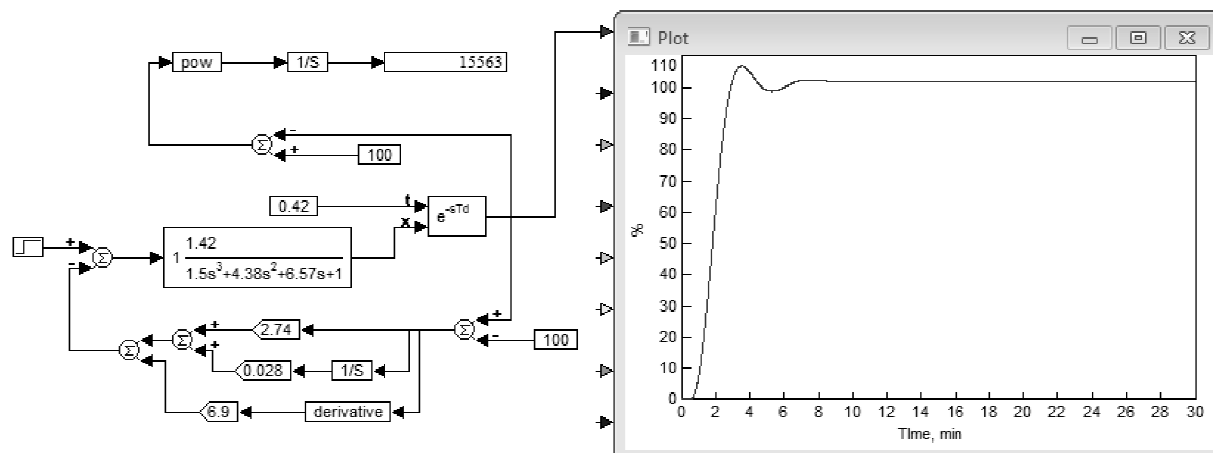


Рисунок 3 - Структурная схема замкнутой системы регулирования с параметрами коэффициента пропорциональности k_{Zi} (ПИД-закон управления)

Таблица 3 - Экспериментальные данные

k_{Zi}	1,0	5,0	5,5	6,0	6,9	9,0	15,0	20,0	25,0
I_{ci}	24682,0	20821,0	17634	15614,0	15563,0	15733,0	17177,0	21654,0	24823,0

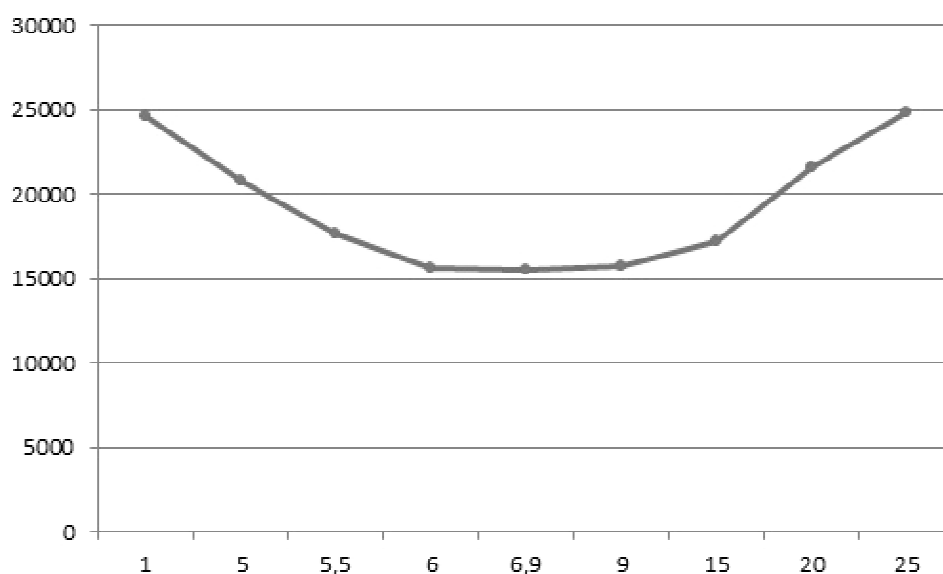


Рисунок 4 - График зависимости I_{ci} от k_{Zi}

Контролируемые и регулируемые параметры: температура раствора в емкостях; уровень раствора в ёмкостях; расход едкого натрия и эмульсола; измерение рН в ёмкостях; определение положения крана.

Для управления технологическим процессом был выбран сенсорный панельный контроллер ОВЕН СПК110 с Ethernet:

- модуль ввода аналоговых сигналов ОВЕН МВ110–8А;
- модуль вывода аналоговых сигналов ОВЕН МУ110–8И;
- модуль вывода дискретных сигналов ОВЕН МК110 – 8ДН 4Р;

Выбор средств автоматизации:

- измерение уровня в ёмкости – ультразвуковой датчик уровня Prosonic FMU40;
- измерение температуры в ванной – термосопротивление ОВЕН ДТС 015 – 50М;
- измерение рН раствора – промышленный рНметр – трансмиттер рН – 4101;
- измерение расхода – расходомер ProlineProsonicFlow 92F;
- определение положения крана – индуктивного выключателя ВБИ-В55- 55У- 1113;
- исполнительный механизм регулирования раствора – клапан проходной односедельный запорно-регулирующий КПСР SAUTER AVM-234S;
- частотный преобразователь управления двигателями ПЧВ103 – 4К0 – В;
- устройство включения тэнов – твердотельное реле ESS1-LA;
- блок питания ОВЕН БП 60;
- переключатели поворотные Siemens Sirius серии 3SB30;
- средства сигнализации – сигнальные лампочки МТ22 – D13 фирмы ОВЕН;

В работе было проведено обновление всех средств автоматизации, а также выбран панельный программный логический контроллер СПК 110, управляющий процессом антикоррозийного покрытия муфт. Использование современных средств автоматизации с современным контроллером повлияло на исключительную точность отслеживаемых и задаваемых технологических параметров [2]. Что, безусловно, влияет на качество выдаваемой установкой продукции, так как исключает «человеческий фактор» и повышает точность происходящих процессов. Помимо этого, по результатам модернизации существенно улучшились условия работы обслуживающего персонала, и возросла безопасность технологического процесса.

Список использованной литературы:

1. Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. / Голубятников В.А., Шувалов В.В. // М., Химия, 1991 .
2. Кангин, В.В. Промышленные контроллеры в системах автоматизации технологических процессов / В.В. Кангин. // Учебное пособие – Ст. Оскол: ТНТ, 2013.
3. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Курсовое проектирование / К.П. Латышенко В.В. Головин. – М.: МГУИЭ, 2011.

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ХОДОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СМЕСИ БЕНЗОЛ – ТОЛУОЛ

Макодич Э.В., Корзин В.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Технологический процесс ректификации смеси бензол – толуол является взрывоопасным, поэтому на предприятиях управление этим процессом осуществляется с помощью пневматических средств автоматизации. Применение пневматических средств автоматизации обеспечивает отсутствие возникновения искрения, в отличие от электрических и электронных устройств, в которых возможно возникновение искр в месте слабого электрического контакта, что является совершенно недопустимым при эксплуатации во взрывоопасных установках, к которым относится также и установка ректификации смеси бензол – толуол. До настоящего времени для управления взрывоопасными технологическими процессами используются пневматические

приборы расходомеры, преобразователи давления и т.д. системы «Старт», выполненные на мембранных элементах УСЭППА [1]. Давление питания приборов системы «Старт» составляет 140 кПа, габаритные размеры одного мембранного блока, входящего в состав прибора составляет в среднем 50x50x50 мм.

Предлагается заменить вышеуказанные пневматические мембранные средства автоматизации на пневматические струйные, давление питания которых 4 кПа и габаритные размеры намного меньше, в среднем 40x30x5 мм [2]. Более низкое давление питания позволяет повысить экономичность работы управляющей системы. Струйный контроллер, построенный на таких элементах, будет иметь габариты, сопоставимые с габаритами электронных контроллеров, но в отличие от них не имеет необходимости в дополнительных преобразователях пневматического сигнала в электрический, что значительно удешевляет систему управления и повышает ее надежность.

Пневматические сигналы от струйных датчиков давления, расхода температуры, уровня и т.д. заводятся на аналоговые входы струйного контроллера. Одним из элементов контроллера является струйный мультиплексор, осуществляющий поочередное переключение входных каналов на один свой выход и дальнейшую передачу сигнала на аналого-цифровой преобразователь и арифметико-логическое устройство контроллера. Характеристики мультиплексора рассмотрены в [3]. Выходной сигнал контроллера также является пневматическим и после усиления поступает на исполнительные механизмы регулирующих органов.

Разработан и выполнен экспериментальный образец струйного мультиплексора на 2 входа, показавший стабильные характеристики в диапазоне питающих давлений 0,7 – 3,5 кПа, значение относительной погрешности передачи сигнала составляет 0,55% (рис. 1).

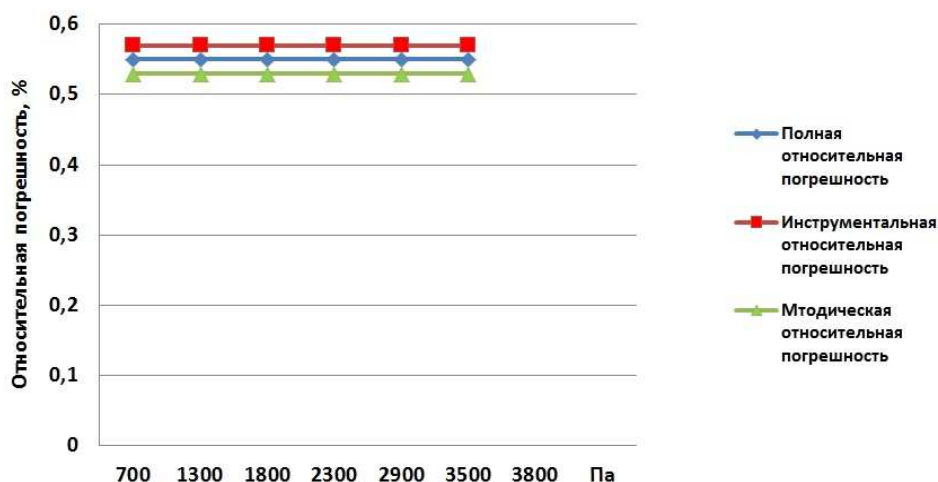


Рис. 1. Зависимость полной относительной погрешности от давления питания

Использование разработанного мультиплексора в составе пневматического струйного контроллера автоматизированной системы управления технологическим процессом ректификации смеси бензол – толуол позволит обеспечить качественное управление данным технологическим процессом.

Литература:

1. Пневматическое оборудование. URL: www.tizpribors.ru/Produkcija_Tizpribor.html (дата обращения 05.05.2019)

2. Бурков Ю.Г. Струйные логические элементы и устройства автоматического управления технологическим оборудованием / Ю.Г. Бурков, Л.Ф. Шмелев, Э.И. Чаплыгин и др. / М.: ВНИИТЭМР, 1989. – 65 с.
3. Корзин В.В. Характеристики струйных элементов / В.В. Корзин, А.В. Мордвинцев // 24-я межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов г. Волжского (г. Волжский, 2018) [Электронный ресурс]: сборник материалов конференции. ВПИ (филиал) Волг.ГТУ. – Волжский, 2018. – с. 55-57.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА МТБЭ

Малахов А. Э., Медведева Л.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) является кислородсодержащим октаноповышающим компонентом и используется для повышения октанового числа автобензинов.

В современном мире встал вопрос экономической эксплуатации транспортных средств и предотвращения загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами, что, в свою очередь, требует внедрения новых технологий при производстве топлив. Как раз МТБЭ и оказывает такие положительные свойства на топливо. Во-первых, это улучшение параметров детонационной стойкости. Во-вторых, снижение содержания в выхлопах окиси углерода и углеводородов. В результате чего важно ещё и повысить их дорожное октановое число до уровня минимальных требований общеевропейских норм [1].

В данном процессе объектом управления выбран теплообменник (так как в нем подогревается реакционная шихта, из которой в процессе получается готовый продукт – МТБЭ). Для снятия переходной характеристики, на основе которой рассчитываются параметры передаточной функции, на вход теплообменника наносится возмущение в виде скачкообразного изменения расхода метанола от 0.65 кг/сек до 0.715 кг. Согласно расчетам объект управления имеет первый порядок.

Для разработки системы регулирования температуры в теплообменнике выбирается ПИ-закон регулирования. Далее моделируется система регулирования температуры шихты в теплообменнике и проводится исследование качественных показателей системы. Система является оптимальной, так как критерии качества удовлетворяют техническим требованиям процесса.

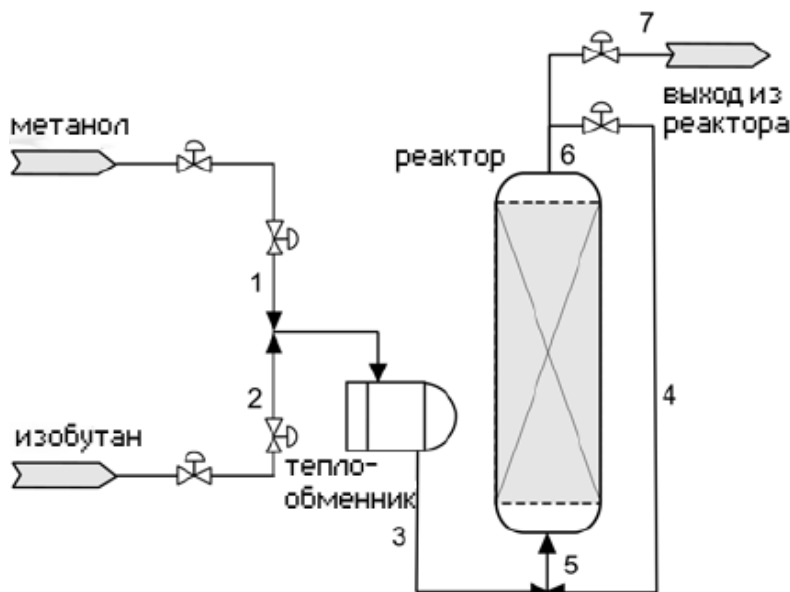


Рисунок 1. Технологическая схема процесса получения МТБЭ [2]

Синтез МТБЭ протекает в мягких условиях (температура $50 \div 80^\circ\text{C}$, давление $6 \div 12$ атм.) (рис. 1).

В качестве контролирующего и регулирующего устройства используется контроллер S7-1500 – модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации высокой и средней степени сложности. SIMATIC S7-1500 является универсальным контроллером. Он отвечает самым жёстким требованиям промышленных стандартов, обладает высокой совместимостью, высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам. Установка и замена модулей контроллера может проводиться без отключения питания («горячая замена») [3].

Преимущества SIMATIC S7-1500:

- 1) Высокое быстродействие. Выполнение логических инструкций за время, не превышающее 1 наносекунд.
- 2) Удобные способы установки параметров настройки. Все модули могут настраиваться с помощью стандартных форм STEP 7.

Для измерения температуры устанавливаются датчики температуры ТХАУ-205-Ех термопары с унифицированным токовым сигналом, встроенным нормирующим преобразователем [4]. Для измерения давления используется датчик давления серии Метран 150 TG2, который предназначен для работы в системах автоматического контроля, обеспечивает непрерывное преобразование избыточного давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола [5]. Для измерения уровня жидкости в ёмкости и в кубе колонны устанавливаются (поплавковые электрические) уровнемеры Сапфир 22 МП. Питание датчиков осуществляется блоком питания КАРАТ-22. Блоки питания КАРАТ-22 осуществляют преобразование напряжения 220В переменного тока в стабилизированное напряжение постоянного тока 36В (24В) для питания датчиков с унифицированными токовыми выходными сигналами. В качестве электропневматического позиционера (преобразователя) используется ЭПП-300 [6]. В качестве пускателя для насоса был выбран ПБР-2М. Для данной системы выбраны (мембранные пневматические) исполнительные механизмы «РУСТ -95» [7].

Предложенные средства автоматизации обеспечивают точное измерение технологических параметров процесса синтеза МТБЭ, а выбранный контроллер соответствует условиям эксплуатации и требованиям технологического регламента.

Библиографический список:

1. МТБЭ: Свойства, получение и применение [Электронный ресурс] // URL: <http://innnt.ru/blog/toplivo/mtbe-svoystva-poluchenie-i-primenenie> // (дата обращения: 19.05.2019)
2. Schematic flow diagram of the MTBE synthesis reactor. [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-flow-diagram-of-the-MTBE-synthesis-reactor_fig1_225397593 // (дата обращения: 28.03.2019г).
3. Модульный контроллер Simatic S7-1500. // Официальный сайт фирмы Siemens: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1500.htm> // (дата обращения: 22.05.2019г).
4. Прибор измерения температуры ТХАУ-205 [Электронный ресурс] // Официальный сайт фирмы ЭЛЕМЕР: https://www.elemer.ru/production/temperature/txxu/txxu_205n.php // (дата обращения: 22.05.2019г).
5. Преобразователи давления МЕТРАН [Электронный ресурс] // Официальный сайт фирмы МЕТРАН. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru> // (Дата обращения 20.05.2019г.)
6. Позиционер ЭПП 300 [Электронный ресурс] // Официальный сайт фирмы РУСТ URL: <http://www.roost.ru/> // (дата обращения: 22.05.2019г).
7. Исполнительный механизм РУСТ [Электронный ресурс] // Официальный сайт фирмы РУСТ URL: <http://www.roost.ru/> // (дата обращения: 22.05.2019г).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОМ С ПОВОРОТНО-ЛОПАСТНОЙ ТУРБИНОЙ

Мальцев А. М., Трушников М. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Поворотно-лопастная гидротурбина – это реактивная гидротурбина двойного регулирования, в которой изменение её мощности осуществляется одновременным поворотом лопаток направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса. Особенностью рабочих колес поворотных гидротурбин является возможность во время своей работы изменять угол разворота лопастей.

Направляющий аппарат является органом регулирования расхода воды через гидротурбину и формирования направления потока воды, поступающего на рабочее колесо, а также средством защиты гидроагрегата от разгона в случае неполадок в системе регулирования. Он представляет собой круговую решётку профилей (лопаток), оси поворота которых находятся на горизонтальной цилиндрической поверхности. Расход и направление потока воды осуществляется поворотом всех направляющих лопаток, т.е. изменением степени открытия направляющего аппарата [4].

Приводы направляющего аппарата и рабочего колеса представляют собой гидравлические сервомоторы. В них используется жёсткая связь между входным управляющим воздействием от ПИД-регулятора с комбинатором и выходными положениями угла разворота рабочего колеса и степенью открытия направляющего аппарата. Устройство привода показано на рисунке 1. Управляющее воздействие в виде электрического сигнала поступает в привод и заставляет двигаться подпружиненный

постоянный магнит. Тот, в свою очередь, двигает шток золотника 1, регулирующий вход-выход масла.

Таким образом, меняются между собой области высокого и низкого давления, что вызывает перемещение поршня 3. Через систему механизмов поршень изменяет угол разворота лопаток направляющего аппарата или лопастей рабочего колеса, в зависимости от того, который привод используется. Привод охвачен обратными связями, т.е. является следящей системой [5].

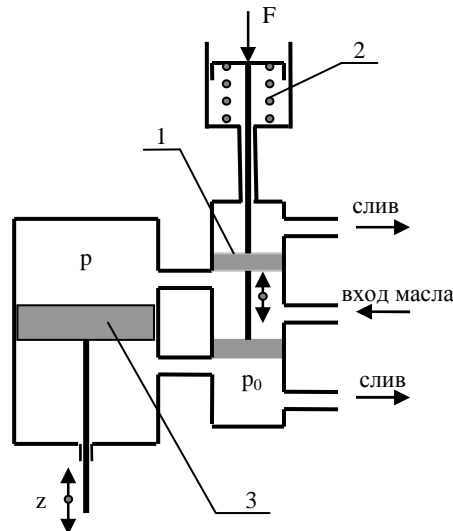


Рисунок 1. – Устройство электрогидравлического привода

- 1 – шток золотника;
- 2 – пружина;
- 3 – поршень исполнительного механизма;

F – управляющее воздействие, создаваемое электромагнитом;

z – перемещение штока поршня исполнительного механизма (переменная состояния привода);

p, p₀ – области высокого и низкого давления.

Преобразование энергии воды в механическую энергию на валу осуществляется в рабочем колесе за счёт взаимодействия потока с лопастями рабочего колеса, представляющего собой вращающуюся решётку профилей.

Процесс пуска гидроагрегата осуществлён в штатном режиме. В начальный момент времени происходит открытие направляющего аппарата, и ротор начинает вращаться. Набор частоты происходит за счёт открытия направляющего аппарата и изменения угла разворота лопастей рабочего колеса по апериодическому закону. При достижении частоты 100% происходит стабилизация этого режима до момента включения генератора [1].

Процесс останова произведен в штатном режиме. После отключения нагрузки от генератора гидроагрегата происходит плавное закрытие направляющего аппарата. После полного закрытия направляющего аппарата частота вращения ротора снижается под действием сил внутреннего сопротивления. В момент времени, когда частота вращения становится меньше 30%, включают тормозящую нагрузку, и ротор полностью останавливается.

В процессе работы гидроагрегата железо статора нагревается вследствие воздействия переменного магнитного потока ротора и переменного магнитного потока, образованного током, протекающим через стержни статора. Стержни статора

нагреваются в процессе прохождения тока через них. Поэтому статор требует охлаждения [2].

Поток воздуха нагнетается лопатками, установленными на верхних и нижних внешних поверхностях ротора. Воздух проходит через вентиляционные каналы статора (в этот момент происходит теплообмен между железом статора и воздухом – железо охлаждается, воздух нагревается), далее воздух проходит через 12 воздухоохладителей, на выходе охлаждённый воздух попадает в камеру охлаждённого воздуха. Выше и ниже статора есть вентиляционные отверстия, по которым воздух из камеры охлаждённого воздуха попадает в ротор и далее процесс циклически повторяется [3].

Список использованной литературы:

1. Ключев, А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев. // Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Лозовецкий, В.В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин / 2012.
3. Румянцева, А.Н. Гидравлика и гидропневмо-привод / А.Н. Румянцева, Т.М. Лысенко, Т.В. Артемьева // 2014.
4. Щапов, Н.М. Турбинное оборудование гидростанций / 1961.
5. Полушкин, К.П. Монтаж гидроагрегатов / 1971.

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОГО ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОСУШКИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

Мельников Е. В., Корзин В.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

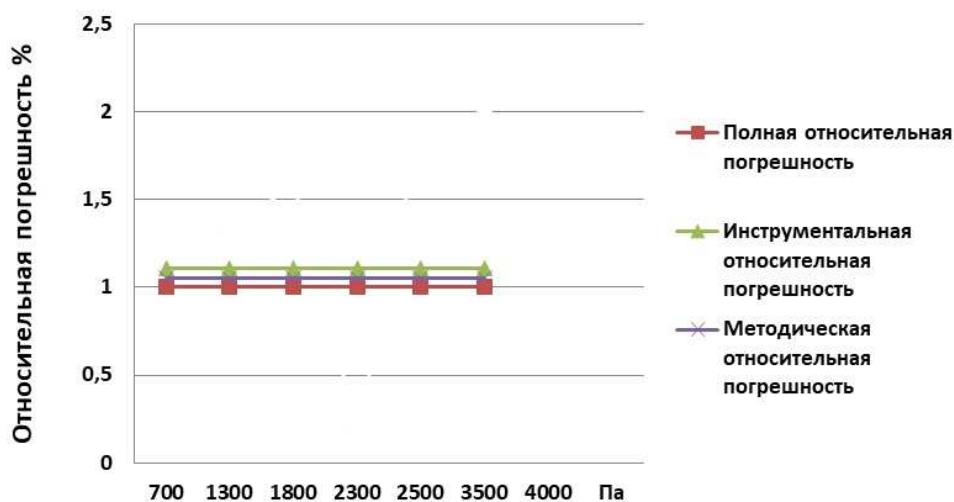
При дроблении и сухом измельчении железной руды, а также при сухом грохочении, сухой магнитной и электрической сепарации, при транспортировании сухих материалов образуется пыль, то есть устойчивая взвесь в воздухе твердых частиц крупностью не более 0,5 мм. Кроме того, что промышленная пыль вредно влияет на здоровье обслуживающего персонала, а также на механическое состояние оборудования, она, при определённой концентрации в воздухе, может вызвать взрыв в случае возникновения искры. Для предотвращения взрывоопасности управление технологическим процессом осушки железной руды должно осуществляться с помощью взрывобезопасных пневматических средств автоматизации. Такими средствами могут являться пневматические мембранные приборы системы «СТАРТ» [1], однако они обладают значительными габаритами и массой, а также невысокой экономичностью вследствие значительной величины питающего давления 140 кПа.

Альтернативой данным средствам являются струйные средства измерения и управления, разработанные на основе элементов «Волга» [2], давление питания которых составляет всего 3-4 кПа и габаритные размеры значительно меньше. Благодаря такому низкому давлению питания экономичность управляющей системы является намного более высокой.

Одним из элементов струйной автоматизированной системы управления технологическим процессом осушки железной руды является струйный

демультиплексор [3], предназначенный для распределения управляющих сигналов струйного контроллера по аналоговым и дискретным выходам.

Согласно результатам проведенных экспериментальных исследований экспериментального образца демультиплексора на 2 выхода получено стабильное значение относительной погрешности изменения входного сигнала в зависимости от величины давления питания элемента равное 1 %. Графики полной относительной, инструментальной относительной и методической относительной погрешностей приведены на рис.1.



Струйный демультиплексор, являясь одним из элементов пневматического струйного контроллера автоматизированной системы управления, способствует оптимальному проведению технологического процесса осушки железной руды.

Литература:

1. Пневматическое оборудование. URL: www.tizpribors.ru/Produkcija_Tizpribor.html (дата обращения 07.05.2019)
2. Бурков Ю.Г. Струйные логические элементы и устройства автоматического управления технологическим оборудованием / Ю.Г. Бурков, Л.Ф. Шмелев, Э.И. Чаплыгин и др. – М.: ВНИИТЭМР, 1989. – 65 с.
3. Чжен А.Г. Струйный логический элемент «демультиплексор на два выхода / А.Г. Чжен, Д.Б. Мелехов, В.В. Корзин // 18-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 21-25 января 2018) [Электронный ресурс]: сборник статей. – Волгоград, 2019. – с. 134-138.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Митин В. А., Савчиц А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Автоматизация технологических процессов в наше время помогает решать различные экономические, производственные и социальные задачи. Например, уменьшение затрат на производство, увеличение скорости производства, улучшения качества жизни и т.д.

В связи с высокой востребованностью специалистов в сфере автоматизации технологических процессов возникает большой рынок труда. Возникает необходимость обучения специалистов для покрытия востребованности. Однако, в связи с достаточно быстрым развитием технологических средств для автоматизации процессов, а также в виду их многообразия процесс обучения становится довольно трудоемкой задачей.

В первую очередь обучением подобных специалистов занимаются высшие учебные заведения. Среди них высока конкуренция, а значит, необходимо повышать качество обучения специалистов.

Современные экономические реалии и быстрое развитие техники и информационных технологий требуют от выпускников технических вузов соответствующего уровня теоретических знаний и практических навыков. Это достигается рациональным сочетанием лекционных занятий и лабораторных практикумов в процессе обучения, что, в свою очередь, требует постоянной модернизации материально-технической базы учебных лабораторий [1].

Важным фактором при обучении студента является его мотивация к обучению. Содержание лабораторных работ должно быть ориентировано на практическую пользу в профессии, к которой готовят специалиста. Главным образом, поставленная задача должна помочь решать реальные производственные проблемы. Только так можно замотивировать учащегося к усвоению материала и пониманию способов решения реальных задач и проблем.

Выполнение лабораторных работ с помощью лабораторных стендов поможет в решении вышеописанной проблемы, так как студентами будут решаться реальные производственные задачи.

Соответственно, лучшим дополнением к лекционным занятиям будут являться лабораторные работы на свежих, отвечающих современным требованиям образования лабораторных стендах.

Примером может послужить разработанный стенд на основе контроллера ОВЕН. Стенд является универсальным, с достаточно большим набором возможностей, поэтому на его базе можно построить целый комплекс лабораторных работ для полноценного обучения студентов или для научно-исследовательской деятельности. Стенд позволяет максимально приближенно к реальности работать с различными реальными объектами управления.

В ходе выполнения лабораторных работ на стенде студенты получают навыки:

- работы с реальным оборудованием;
- конфигурирования ПЛК;
- программирования пользовательских задач в ПЛК на языках стандарта МЭК 61131-3;

- задания параметров автоматического регулирования;
- основам промышленных сетей и интерфейсов;
- диагностике технологических сетей;
- резервирования ПЛК;
- создания распределенных систем управления;
- создания систем управления повышенной надежности.

Стенд позволяет работать с комплексом различных лабораторных работ, может программироваться любым языком из стандарта МЭК 61131-3 или с помощью программного продукта CoDeSys.

Таким образом, для улучшения качества образования в высших учебных заведениях необходимо использовать лабораторные стенды, отвечающие современным требованиям материально-технического обеспечения.

Список использованных источников:

1. Митин В. А. Разработка лабораторного стенда для изучения работы с модулями ввода-вывода промышленного контроллера на базе ПЛК-110 // Молодой ученый. — 2018. — №21. — С. 64-65. — URL <https://moluch.ru/archive/207/50710/> (дата обращения: 26.05.2019)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА АММИАКА

Наумов А. В., Медведева Л.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В данной статье исследуется автоматизированная система регулирования технологического процесса синтеза аммиака. В настоящее время производство аммиака является перспективным направлением, так как сфера его использования многозначна и определяется конкретным направлением: химическая промышленность (производство азотных удобрений, взрывчатых веществ, полимеров и т.д.); холодильная техника (в качестве холодильного агента); медицина (10 % раствор аммиака, чаще называемый нашатырным спиртом, применяется при обморочных состояниях (для возбуждения дыхания), а также наружно – невралгии, миозиты, укусах насекомых, для обработки рук хирурга). В связи с этим необходимо подчеркнуть, что синтез аммиака является актуальным направлением для современной промышленности.

Основными параметрами, регулирование которых необходимо по технологическому регламенту и для получения готового продукта надлежащего качества, являются:

- температура в колоннах синтеза;
- уровни жидкого аммиака в сепараторе и конденсационной колонне;
- температура газа, выходящего из аммиачного конденсатора;
- состав циркуляционного газа по содержанию инертных примесей (СН₄ и Ar);
- выдача жидкого аммиака из газоотделителя на склад;
- давление в газоотделителе [1].

Каждый узел регулирования состоит:

- из датчика, преобразующего контролируемую или регулируемую величину в

выходной сигнал, удобный для дистанционной передачи и дальнейшего преобразования в соответствующий импульс;

- контроллера, состоящего из одного или нескольких блоков, обеспечивающих поддержание заданного закона регулирования технологического параметра;
- исполнительного механизма – регулирующего клапана с пневмоприводом или другого устройства.

Визуализация технологических параметров и возможность их задачи осуществляется панелью оператора VPI HMI TP62K и применением программируемого логического контроллера ADAM-5510EKW/TP [2].

Оптимальным перепадом температур воздуха на входе и выходе воздухоохладителя считается 18-25°C. Для контроля температуры газовой смеси используются датчики температуры ТСПУ Метран 205.

Для измерения давления были выбраны датчики давления фирмы Элемер АИР-20/М2 ДИ [3].

Для измерения уровня в колоннах применяется уровнемер Rosemount 5300, который устанавливается в выносной камере [4].

Измерение расхода осуществляется микропроцессорными расходомерами Rosemount 8800 [5].

Вывод: Внедрение системы управления синтезом аммиака на базе современных микропроцессорных приборов позволит улучшить качество и эффективность управления качеством аммиака на выходе, а также сократить экономические затраты на ремонт и обслуживание.

Список литературы:

1. Автоматизация процесса производства аммиака [Электронный ресурс]// Энциклопедия «Химические технологии». URL: engineer-oht.ru/index.php?catid=217&id=574:2014-08-21-03-07-05&Itemid=260&option=com_content&view=article // (дата обращения 20.05.2019).
2. Контроллеры и станции ввода/вывода серии ADAM-5000 [Электронный ресурс] //Компания ПРОСОФТ URL:<http://www.prosoft.ru/products/brands/vipa/3418/479057.html> // (дата обращения 20.05.2019г.).
3. Каталог продукции НПП «ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс]// Научно-производственное предприятие «ЭЛЕМЕР». URL: https://www.elemer.ru/production/pressure/air_20.php // (дата обращения 20.05.2019г.).
4. Уровнемер Rosemount 5300 [Электронный ресурс]// Emerson Process Manager. URL: <http://www2.emersonprocess.com/ru-RU/brands/rosemount/Level/Guided-Wave-Radar/5330-Series/Pages/index.aspx> // (дата обращения 20.05.2019г.).
5. Вихревой расходомер Rosemount 8800 [Электронный ресурс]// Emerson Process Manager. URL: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/rosemount-8800-multivariable> // (дата обращения 20/05/2019г.).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ КАТАМАРАНОМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Новгородов К.И., Савчиц А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В век активной автоматизации всего мира рыбоводные хозяйства все еще полагаются на работу человека, что несет в себе определенные сложности. Например, такую работу, как подкормка рыбы и введение удобрений и медицинских препаратов в водоемы, осуществляет человек. Но, к сожалению, невозможно проконтролировать качество его работы. К примеру, невозможно узнать равномерно ли по водоему работник распределил корм и произвел ввод удобрений и медицинских препаратов, весь ли корм использован.

Проект автономного автоматизированного катамарана как раз предназначен для подобных технологических операций в рыбоводном комплексе.

Его основные качества – это новизна, актуальность и уникальность, предлагаемых технических решений.

Новизна проекта заключается в том, что в настоящее время в мире не имеется подобных комплексов для выполнения технологических операций при выращивании рыбы.

Комплексная автоматизация и минимизация участия человека в процессах рыбоводства является актуальной задачей.

Уникальность проекта состоит в том, что в ходе его реализации предполагается создание автономной (использующей солнечную энергию), многофункциональной универсальной платформы для модулей технологического оборудования прудовых хозяйств, предназначенной для кормления и других технологических операций и процессов в товарном рыбоводстве.

Свою основную задачу по кормлению рыбы и других технологических операциях обслуживания рыбоводных прудов катамаран будет осуществлять с помощью бункера-дозатора (рис. 1).

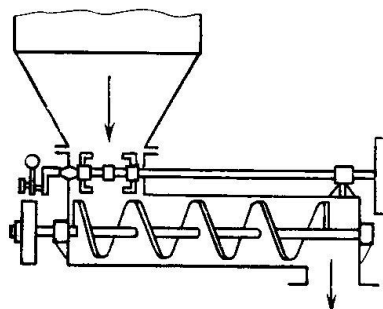


Рисунок 1. Принцип работы бункера-дозатора

В конструкции бункера-дозатора находится два емкостных датчика для двух границ (максимум, минимум) для контроля расхода корма.

На катамаране установлены датчики контроля состояния параметров воды (температура, кислород, рН, аммиак). Информация с датчиков передается по беспроводному каналу связи в диспетчерскую. В зависимости от показаний датчиков

формируется программа и карты кормления, что обеспечивает рациональное использование кормов.

Движение катамарана будет происходить за счет электрических двигателей постоянного тока. Питание электродвигателей осуществляется от тяговых аккумуляторных батарей глубокого разряда. Заряд аккумуляторных батарей производится от фотоэлектрических преобразователей с помощью контроллера заряда.



Рисунок 2. Прототип гелиокатамарана

В ходе работы над проектом уже создан мини-прототип (рис. 2), который прошел успешные испытания. Реализация данного проекта позволит предать рыболовному комплексу новые качества и значительно повысить его эффективность, уменьшить затраты ГСМ и исключить человеческий фактор.

Библиографический список:

1. Варламов, Е.П. Конструирование скоростных кордовых моделей судов/ Е.П. Варламов. – М.: ДОСААФ, 1973. — 50 с.
2. Курденков, К.Н. Рулевые устройства и регулировка на воде самоходных моделей кораблей/ К.Н. Курденков. – М.: ДОСААФ, 1955. — 50 с.
3. Руководство по расчету и проектированию железобетонных стальных и комбинированных бункеров/ – М.: Москва: Стройиздат 1983 г. - 200 с.
4. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов М.: Энергия, 1974. — 120 с.
5. Родионов Д. А., Суворина И. В., Макеев П. В., Князев Ю. В. Классификация и назначение дозаторов // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 409-413.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ

Семенов А.В., Силаев А.А., Костин В.Е.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Исходя из общемировых тенденций и современного состояния аквакультуры в нашей стране, можно прогнозировать к 2020 году производство гидробионтов в аквакультуре на уровне – 410 тыс. т, что в 4 раза больше, чем в настоящее время [1]. В связи с этим встаёт вопрос об эффективном выращивании рыбы.

В настоящее время применяются корма, содержание питательных веществ в которых может не соответствовать биологической потребности рыб, что может привести к неэффективному рыбопроизводству, болезням и даже гибели рыб. Кроме того, зачастую корма вносятся вручную, без жёсткого контроля по количеству и месту внесения, что может вызвать или голод у рыб, или загрязнение воды, что, безусловно, тоже вредит рыбам.

Поэтому важно обеспечить рыб качественным кормом, которым могут являться насекомые – природная пища рыб [2].

В настоящее время известны несколько способов дополнительной подкормки рыбы. Большинство этих способов связано с привлечением насекомых к источнику света, их уничтожением тем или иным способом и последующим скармливанием.

Существует два основных способа уничтожения привлечённых источником света летающих насекомых:

- механический (уничтожение быстровращающимся элементом: стержнем или гибкой полимерной жилкой);
- электрический (привлечённые насекомые уничтожаются электрическим разрядом).

Второй способ является более распространённым. Рассмотрим его подробнее.

Электрические ловушки для летающих насекомых – это устройства, которые привлекают комаров, мошек и бабочек светом специальной лампы (обычно мягким ультрафиолетом) и затем уничтожают их электрическим разрядом при приближении к металлической сетке, находящейся перед лампой. Напряжение на металлической сетке обычно составляет 500-1000 вольт, однако сила тока при разряде весьма небольшая, так что устройства вполне безопасны для человека и животных.

Устройство для кормления рыб живыми насекомыми устанавливается в толще воды. В темное время суток лампа освещает толщу воды и поверхностные отражатели, к которым подлетают насекомые. Они устремляются к лампе и при приближении к металлической решётке получают электрический разряд. Убитые или как минимум оглушённые этим разрядом насекомые падают в воду.

Но напряжение целесообразно подавать не постоянно, а периодически. Таким образом насекомые не смогут привыкнуть к постоянному электромагнитному полю вокруг решётки. Вдобавок к этому, привлечение половозрелых особей комаров-толкунцов и звонцов приведёт к размножению, откладке яиц, получению личинок – хирономид. Суть данной технологии состоит в том, что личинки всех видов рыб питаются одинаковой пищей – зоопланктоном. Вначале это инфузории и коловратки, затем – ракообразные: дафнии и циклопы. Но наибольшее кормовое значение для личинок и мальков рыб семейства карповых представляют именно хирономиды [3].

При благоприятных условиях личинки комаров выклевываются из отложенных яиц через 2-3 суток после кладки. Личинки падают в воду и служат кормом для рыб [4].

Для улучшения условий размножения комаров рекомендуется в рыбоводных прудах оставлять небольшие участки не выкошенной водной растительности (тростника, камыша, рогоза и др.) Эти участки являются местами роения и размножения комаров. Если оставить участки водной растительности возможности не представляется, то следует использовать плавающие пучки соломы или небольшие сетчатые деревянные рамы, покрытые тонким слоем скошенной травы.

В заключении хочется отметить, что докорм рыбы является не единственным возможным направлением в оптимизации и автоматизации рыбоводных хозяйств, но одним из наиболее эффективных и полезных среди прочих.

Список литературы:

1. Галатдинова, И.А. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры/ И.А. Галатдинова. И.А – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2016., 4с.

2. Подкормка рыбы на выростных прудах / В.Е. Костин, С.А. Мальцев, А.В. Савчиц, А.В. Саразов, Н.А. Соколова, А.С. Корнеев // Фермер. Поволжье. - 2017. - № 11 (65). - С. 68-69.

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. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. 186 с.

4. Блягоз, А.М. Электрооптический преобразователь для защиты садов от насекомых-вредителей с погруженным источником-аттрактантом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/ А.М. Блягоз, Краснодар – 2010 г.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ ФЛОТОРЕАГЕНТА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ ПРИ ДРОБЛЕНИИ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Соколов Д.Ю., Лапаева А.С., Савчиц А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Карбид кремния является довольно популярным абразивом, так как обладает высокой прочностью и низкой ценой. Благодаря высокой химической стабильности, износостойкости и огнеупорности, карбид кремния применяется в качестве огнеупора в металлургической промышленности. Также карбид кремния применяется в машиностроении, химическом аппаратостроении, электротехнике и других отраслях промышленности. Для изготовления абразивных инструментов, таких как шлифовальные круги, наждачная бумага, необходим измельченный карбид кремния.

Во время подготовки карбида кремния к дроблению, в него добавляется техническая вода и флотореагент, которые помогают отчищать его от примесей.

На рисунке 1 представлена технологическая схема процесса подготовки карбида кремния к дроблению.

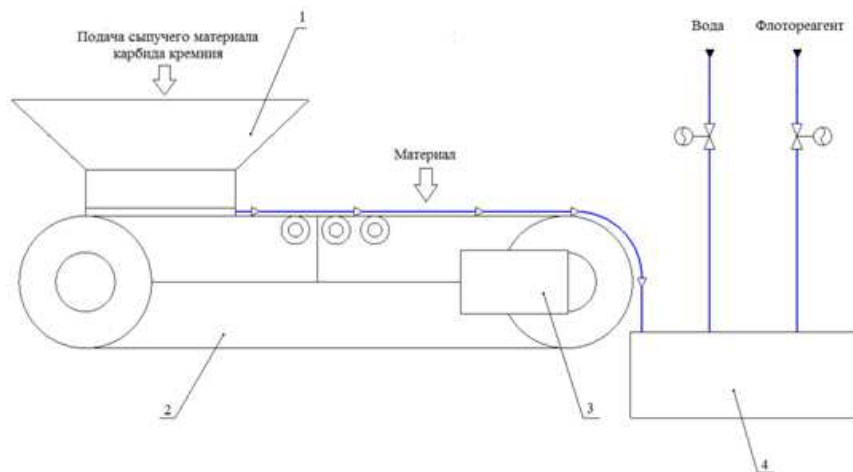


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса подготовки карбида кремния к дроблению: 1 – приемный бункер; 2 – ленточный конвейер (дозатор); 3 – мотор-редуктор с асинхронным двигателем для вращения ролика ленты; 4 – приемный бункер дробилки

Нерегулируемая подачи флотореагента напрямую влияет на качество продукта. В связи с этим возникает вопрос, с помощью чего можно регулировать количество подаваемого флотореагента? К сожалению, на многих предприятиях, объем подаваемой жидкости практически не регулируется. В связи с этим увеличивается расход флотореагента и, как было сказано выше, теряется качество итогового материала.

Для решения данной проблемы, связанной с дозированием флотореагента, мы встраиваем в систему микродозатор. Так как на сегодняшний день микродозаторы жидкости имеют очень высокую стоимость либо применяются исключительно в лабораторной практике и не подходят для условий, в которых происходит дробление карбида кремния, мы предлагаем использовать следующую конструкцию микродозатора флотореагента (рисунок 2), где:

- И - излучатель;
- П - приемник;
- МК - микроконтроллер;
- S - Исполнительный механизм

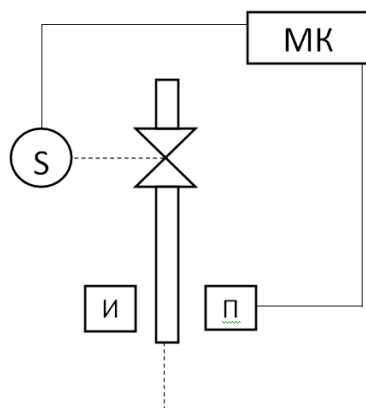


Рисунок 2 – Конструкция для регулирования флотореагента

Данная конструкция позволяет увеличить точность дозирования флотореагента, отслеживать его расход, а следовательно, повысить экономичность производства и качество получаемой продукции.

Автоматизированное рабочее место – это рабочее место оператора, которое оборудовано персональным компьютером, программным обеспечением и системой визуализации контролируемого процесса. Оно позволяет ему получать и обрабатывать информацию о состоянии процесса и при необходимости корректировать параметры, влияющие на производство продукции.

Оператор управляет системой дозирования, контролирует расход реагентов и сравнивает фактический расход с требуемым.

На сегодняшний день оператор со своего рабочего места не может повлиять на объем подаваемого флотореагента при дроблении карбида кремния. Это, в свою очередь, сказывается на качестве конечного продукта.

Для решения данной проблемы, связанной с информированием оператора о состоянии всех параметров процесса, в систему встраиваются микрорасходомер, расходомер и тензометрический датчик веса, которые передает данные на контроллер. Контроллер, в свою очередь, связан с компьютером оператора, где и выводится информация о процессе (рисунок 3).

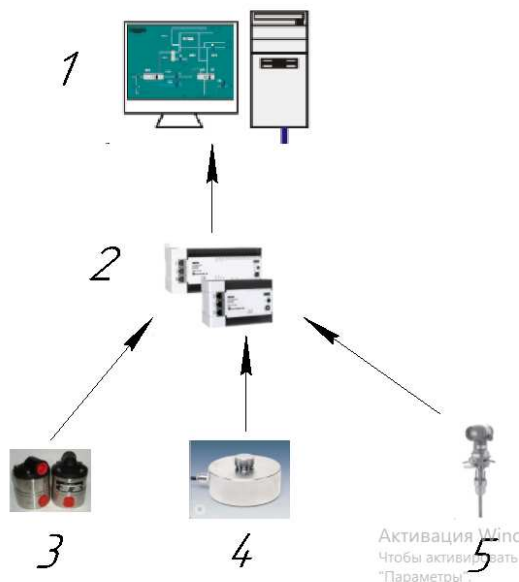


Рисунок 3 – Схема передачи данных на компьютер оператора: 1 – ПК оператора; 2 – контроллер; 3 – микрорасходомер для флотореагента; 4 – тензометрический датчик веса; 5 – расходомер для воды

Для удобного восприятия на монитор оператора, в верхней части экрана, выводится в реальном времени текущие значения расхода карбида кремния, флотореагента и воды.

Оповещение оператора об отклонении какого-либо из параметра от нормы или о низком уровне флотореагента в емкости будет осуществляться с помощью анимации, в виде сигнальных ламп.

Визуализация текущего состояния работы клапанов подачи флотореагента и воды будет осуществляться с помощью изменения цвет клапанов. «Красный» – клапан перекрыт, «зеленый» – клапан открыт.

При нажатии на кнопку «Тренд» на экране оператора будет отображаться тренд, показывающий изменения значений контролируемых параметров за все время работы с момента включения.

При нажатии кнопки «Тревоги» на экране будет появляться диалоговое окно, где отображается время, дата и параметры, вызвавшие сигнализацию.

При нажатии кнопки «Получить отчет» в назначенной папке формируется текстовый файл «Отчет», в котором указаны данные о расходе карбида кремния, флотореагента и воды за день, месяц и год.

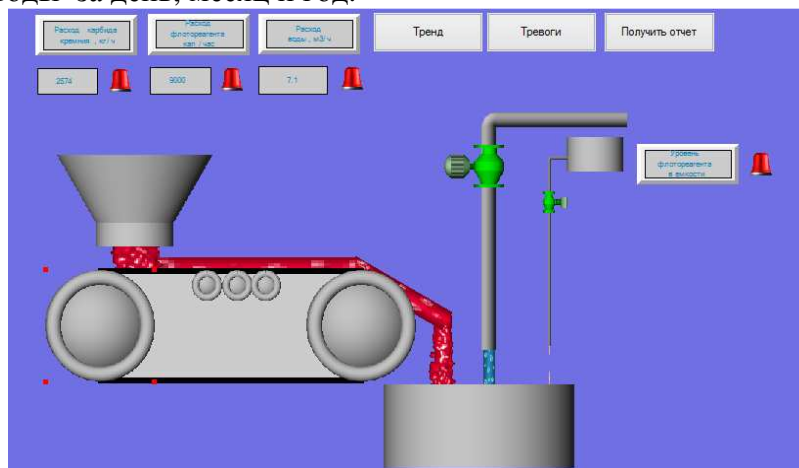


Рисунок 4 – мнемосхема технологического процесса дозирования

1. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. -- СПб.: Издательский дом "Питер", 2002. -- 528 с..
2. Дозаторы непрерывного действия - средства автоматизации процессов дозирования. Обзорная информация. — М., 1982.- Сеницын Б. Н., Ерохин А. С.
3. Автоматизированное рабочее место для статистической обработки данных. / Под ред. В.В. Шуракова, Д.М. Дайитбегова, С.В. Мизрохи, С.В. Ясеновского. - М., 2005г.
4. Автоматические микродозаторы для жидкостей. — М., 1975.- Абилов А. Г., Лютфалиев К. А.
5. Дозаторы непрерывного действия - средства автоматизации процессов дозирования. Обзорная информация. — М., 1982.- Сеницын Б. Н., Ерохин А. С.
6. Карбид кремния: технология, свойства, применение/Под ред. Беляева А. Е., Конаковой Р. В. — Харьков. «ИСМА». 2010. — 532 с. (8,9 Мб) ISBN 978-966-02-5445-9

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА ГИДАНТОИНА

Силаева Е.Ю., Цыбульник Е.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Гидантоин – одна из технологических стадий производства метионина. Метионин является органической добавкой, его применяют для увеличения веса птицы

и крупного рогатого скота. Также существует фармацевтическая разновидность метионина, применяемая для лечения людей с маленьким весом. Фармацевтический метионин получают с помощью более высокой степени очистки кормового метионина.

Так как метионин в современном мире используется все больше и больше, то увеличивается перечень контролируемых и регулируемых параметров:

Температура поступающего АМТП может изменяться в зависимости от различных факторов: нарушения технологии в предыдущем процессе и температуры окружающей среды.

Расход АМТП является определяющим для стадии синтеза гидантоина, поэтому для нормального хода технологического процесса этот расход необходимо стабилизировать.

Цианистый натрий подаётся в технологический процесс из хранилища. Для нормального хода технологического процесса необходимо обеспечить бесперебойную подачу цианистого натрия в реакционную цепь. Исходя из этого, возникает потребность поддерживать уровень цианистого натрия в хранилище.

Аммиачная вода также подаётся в технологический процесс в соответствии с расходом АМТП.

Чтобы поддерживать все эти параметры в норме, были выбраны следующие средства автоматизации:

- Контроллер Базис-100
- Панель управления Б100.611
- Промышленный 5-портовый неуправляемый коммутатор NS-205G
- Датчик давления Метран-150
- Термопреобразователь универсальный ЭЛЕМЕР ТПУ 0304
- Индукционный (электромагнитный) расходомер FLONET FH10XX
- Уровнемер магнитострикционный Левелтач F
- Регулирующий клапан РУСТ 500
- Электропневматический позиционер ЭПП 300
- Устройства плавного пуска и торможения для асинхронных двигателей

Schneider electric Altistart 01

- Источник питания Phoenix Contact INTERFACE QUINT POWER- QUINT 24 V DC/20 A
- Модуль диодный Phoenix Contact QUINT-DIODE/12-24DC/2x20/1x40

Повышение уровня автоматизации является важной задачей для предприятий. Для решения этой задачи было сделано следующее:

- разработана автоматизированная система управления технологическим процессом синтеза гидантоина с полным выбором параметров контроля, регулирования, сигнализации и расчёта автоматических устройств;
- произведён выбор необходимых для автоматизированной системы управления технологическим процессом синтеза гидантоина средств автоматизации.

Использование промышленного контроллера в системах автоматизации позволяет:

- значительно увеличить точность задания параметров;
- уменьшить время переходных процессов в аппаратах;
- появляется возможность хранения архивов в памяти контроллера;
- открываются широкие возможности для создания территориально распределённых систем;

- практически полностью исключает «человеческий фактор» при управлении технологическим процессом.

Кроме выше перечисленных преимуществ, использование промышленных контроллеров в системах автоматизации значительно облегчает задачу применения систем верхнего уровня для отображения на ней текущего состояния процесса и регистрации его параметров. Появляется возможность осуществлять информационный обмен с верхним уровнем по стандартизированным протоколам передачи данных. Появляется возможность анализировать в реальном времени значения параметров, полученных с приборов, формировать и передавать инициативные сообщения при определении аварийной ситуации на верхний уровень.

Список литературы:

1. Рачков, М.Ю. Технические средства автоматизации / М.Ю. Рачков. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 180 с.
2. Каталог продукции «Phoenix Contact» [Электронный ресурс]//Компания «Phoenix Contact» URL: [http:// www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com) (дата обращения: 01.02.2019)
3. Каталог продукции «Schneider-electric» [Электронный ресурс]//Компания «Schneider-electric» URL: [http:// www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru) (дата обращения: 01.02.2019)

СЕКЦИЯ 3

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПРИ КАЛИБРОВКЕ

Шипаева Е. А., Тиханкин Г.А, Пушкарев О.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Измерения являются одним из основных способов познания природы, её явлений и законов. Каждому новому открытию в области естественных и технических наук предшествует большое число различных измерений и их непосредственное оценивание.

Целью данной статьи является исследование метода расчета неопределенности измерений средств измерений электрических величин, а именно, амперметров, вольтметров, ваттметров, применяемых на «Волжском трубном заводе».

При проведении калибровки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- оценивание неопределенности.

Одной из насущных проблем современной метрологии является оценка неопределенности при проведении калибровки и поверки средств измерений.

Калибровочные лаборатории, аккредитованные органами по аккредитации, должны оценивать неопределенности измерения в соответствии с «Руководством по выражению неопределенности измерений» (GUM), а также Дополнениями к нему и/или в соответствии с ИСО Guide 35.

В соответствии со стандартами неопределенность измерения – это параметр, связанный с результатом измерения и характеризующий разброс значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине.

Оценивание неопределенности результатов измерений при калибровке амперметров, вольтметров и ваттметров выполняют с учетом рекомендаций, приведенных в ГОСТ 34100.1, ГОСТ 34100.3, ГОСТ 34100.3.1, ГОСТ 34100.3.2.

При оценке соответствия средства измерения электрических величин при калибровке необходимо учитывать стандартную неопределенность по типу А и по типу В. Неопределенность, оцениваемая по типу А (неопределенность типа А), – неопределенность, которую оценивают статистическими методами, получение статистических оценок на основе результатов ряда измерений. Стандартная неопределенность по типу А u_{AV} , характеризующая значения входной измеряемой величины, изменяющейся случайным образом при постоянных условиях измерения, полученные путем n независимых наблюдений x_i , определяется по формуле:

$$u_{AV} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

где n – число независимых измерений, проведенных в каждой точке измерений (рекомендовано $n = 5$);

x_i – значения входной измеряемой величины;

\bar{x} – среднее арифметическое значение измеряемой величины, определяемое формулой:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}. \quad (2)$$

где x_{ij} – полученные значения при калибровке, мм.

Неопределенность, оцениваемая по типу В (неопределенность типа В), – неопределенность, которую оценивают нестатистическими методами, получение оценок на основе априорной нестатистической информации. Стандартная неопределенность по типу В может быть вызвана множеством факторов, таких как отклонением эталонного прибора, разностью температур калибруемого и эталонного прибора, ценой деления калибруемого средства измерения, округлением, механическими эффектами, напряжением сети. Согласно Руководству [3] неопределенность измерения измеряемой величины вычисляется при известных неисключенной систематической погрешности ($u_{\text{НСП}}$, $u_{\text{НСП}}$) и стандартном отклонении ($u_{\text{СО}}$, $u_{\text{СО}}$) вольтметров. То есть, $u_{\text{В}}$ (V) определяют по формуле:

$$u_{\text{Вк}}(V) = \sqrt{(u_{\text{НСП}}(V))^2 + (u_{\text{СО}}(V))^2}, \quad (3)$$

так как измерение является многократным, стандартное отклонение вычисляется по формуле:

$$u_{\text{СО}} = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

$$u_{\text{НСП}}(V) = \frac{\Delta_{\text{НСП}}}{\sqrt{3}}, \quad (4)$$

где $\Delta_{\text{НСП}}$ – НСП, задаваемая пределом допускаемого значения (классом точности вольтметров поверяемого и образцового).

Входные величины не коррелированы, следовательно, нет необходимости оценки степени их корреляции.

Оценка основной погрешности калибруемых средств измерений в процентах от нормирующего значения рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{д}}}{V_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $V_{\text{изм}}$ – значение измеряемой величины, определяемое по показаниям поверяемого вольтметра;

$V_{\text{д}}$ – действительное значение измеряемой величины, определяемое по показаниям образцового средства измерений;

$V_{\text{н}}$ – нормирующее значение. Основную погрешность вольтметров классов точности 0,05; 0,1; и 0,2 определяют на каждой числовой отметке шкалы. Для вольтметров класса точности 0,5 и менее точных, а также для вольтметров с равномерной шкалой, у которых числовых отметок более 10, допускается определять основную погрешность показаний лишь на пяти отметках шкалы, равномерно распределенных по диапазону измерений.

Суммарная стандартная неопределенность представляет собой оценку стандартного отклонения измеряемой величины и характеризует разброс значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны этой величине. Суммарная неопределенность измерения рассчитывается по формуле:

$$u_{\text{с}} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (c_1 \cdot u_{A_j})^2 + \sum_{k=1}^p (c_2 \cdot u_{B_k})^2}, \quad (6)$$

где u_{A_j} – максимальное значение стандартной неопределенности типа А;

u_{B_k} – стандартная неопределенность типа В.

$c_i = \frac{\partial \gamma}{\partial v_i}$ – коэффициент чувствительности.

А умножив суммарную неопределенность на коэффициент охвата, получим значение расширенной неопределенности.

Расширенная неопределенность – это величина, которая определяет интервал около результата измерения, в границах которого, вероятно, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным на то обоснованием могут быть приписаны измеряемой величине. Коэффициент охвата, коэффициент покрытия (коэффициент распределения погрешности) – коэффициент, зависящий от вида распределения неопределенности результата измерений. Расширенная неопределенность определяется по формуле:

$$u = k_p \cdot u_c, \quad (7)$$

где u_c – суммарная неопределенность измерений;

k_p – коэффициент охвата.

При условии нормального распределения возможных значений показаний средства измерения, расширенная неопределенность u соответствует уровню доверия $p = 0,95$, то коэффициент охвата $k_p = 1,96$.

Неопределенность измерения – это общее понятие, связанное с любым измерением, которое используют при необходимости принятия обоснованных решений в разных областях практической деятельности и теоретических исследований. По мере наблюдаемого ужесточения допусков в технологических процессах роль неопределенности измерений при оценке соответствия этим допускам все более возрастает. Неопределенность необходима для определения действительных метрологических характеристик с целью подтверждения пригодности к применению.

Литература:

1. ГОСТ 34100.1-2017 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по выражению неопределенности измерения
2. ГОСТ 8.497-83. Государственная система обеспечения единства измерений. Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методы и средства поверки.
3. Guide to the Expression of Uncertainty in measurement/First edition-ISO/Switzerland. 1993/-101 с. Руководство по выражения неопределенностей измерения / Русский перевод; научный редактор В.А. Слаев. – СПб: НПО ВНИИМ им. И.М.Менделеева, 1999.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН ШЛИФОВАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Александров А.А., Чекменев С. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Исследование геометрических параметров размеров и форм зерен шлифовальных порошков является одним из актуальных вопросов абразивной обработки. Начиная с 2006 года в России введен новый стандарт на зерновой состав шлифовальных порошков ГОСТ Р 52381-2005, что требует актуализации ранее проведенных исследований геометрии зерен шлифовальных порошков.

Актуальность данного вопроса состоит в том, что форма и размер зерен используемых порошков напрямую влияют на процесс абразивной обработки деталей машин и такие показатели абразивного инструмента, как режущая способность, износостойкость, качество обработанной поверхности, температура и сила резания [1 - 3].

Например, в случае обработки шлифовальными кругами (закрепленными зернами) уменьшение коэффициента формы абразивных зерен приводит к снижению эффективной мощности, к значительному снижению износа и, как следствие, существенному росту коэффициента шлифования (отношение массы снятого материала к массе израсходованного материала инструмента). Все это говорит о целесообразности использования кругов с контролируемой формой зерен (рис.1) [4].

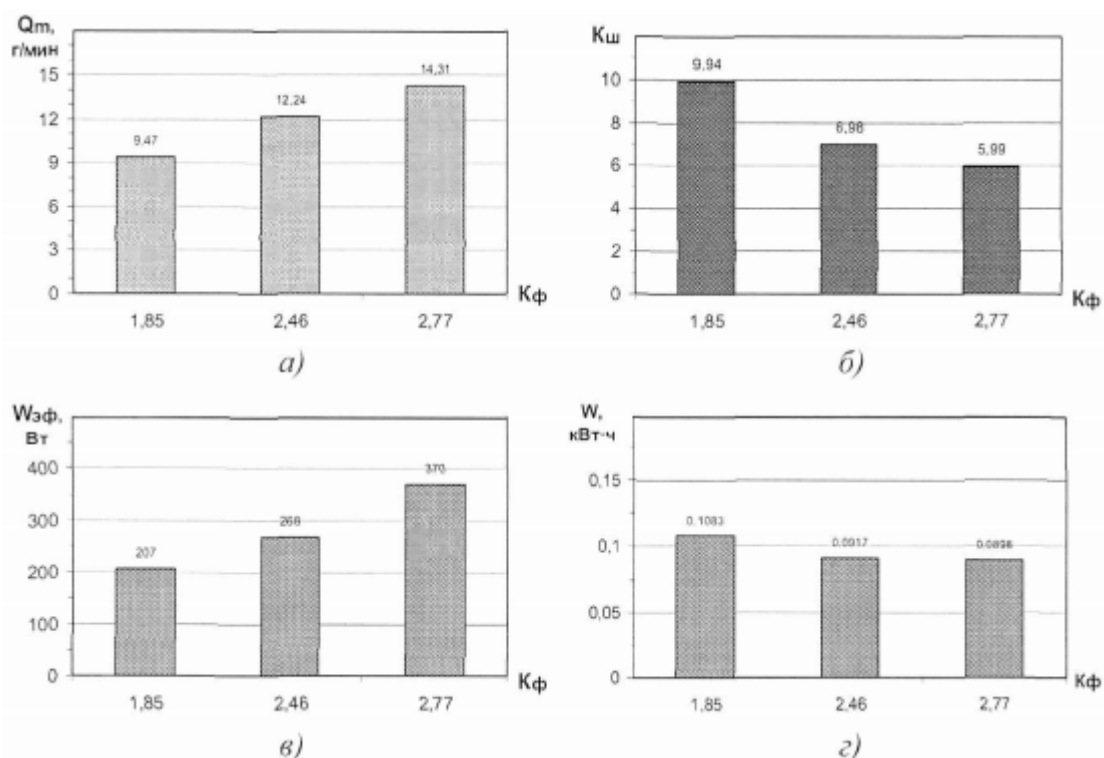


Рисунок 1 — Режущая способность (а), коэффициент шлифования (б), эффективная мощность (в) и энергозатраты (г) отрезных кругов с контролируемой формой зерен

С увеличением коэффициента формы зерен K_{ϕ} режущая способность отрезных кругов и эффективная мощность резания растут, а коэффициент шлифования и энергозатраты падают. Выявленные закономерности, для первых трёх параметров, адекватно отражаются следующими математическими моделями:

$$; \quad (1)$$

$$; \quad (2)$$

$$. \quad (3)$$

Необходимо, чтобы зерно обладало благоприятной, для данного случая резания, геометрией, которая зависит от двух главных факторов – формы и расположения в теле инструмента. Решение проблемы по упорядочению формы и ориентации зерен

открывает возможность более полного использования их потенциальных возможностей и на этой основе повышения эксплуатационных показателей инструментов в целом.

При виброабразивной обработке (незакрепленными зернами) наибольшее влияние на износ рабочей среды оказывает форма гранул, а именно количество их ребер [5]. Использование гранул в форме пирамиды, в основании которой лежит невыпуклый восьмиугольник, позволило добиться повышения производительности на 20% (по сравнению с гранулами в виде конуса) при практически том же износе.

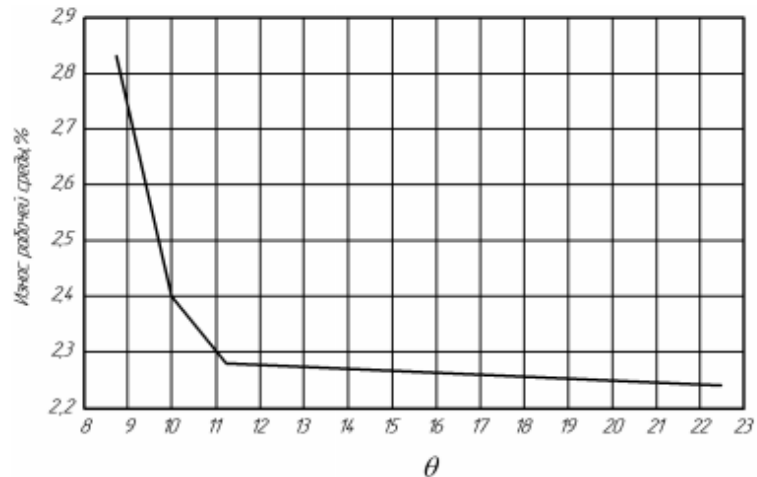


Рисунок 2 – Зависимость износа абразивной гранулы от ее формы, определенной как отношение угла в основании правильной многоугольной пирамиды к количеству углов в многоугольнике θ

Можно заметить значительную зависимость износа абразивной гранулы от ее формы. Зависимость износа среды от отношения угла многоугольника в основании призмы к количеству этих углов, представленная на рисунке 3, показывает однозначную корреляционную связь между этими параметрами.

Из синтезированных алмазов для испытаний в инструменте были выбраны алмазы фракций 125/100 и 250/200. Проанализировано процентное содержание в алмазных порошках определенных габитусных типов. Из опытных партий алмазных порошков, полученных при различных условиях кристаллизации, были изготовлены чашечные шлифовальные круги на металлической связке.

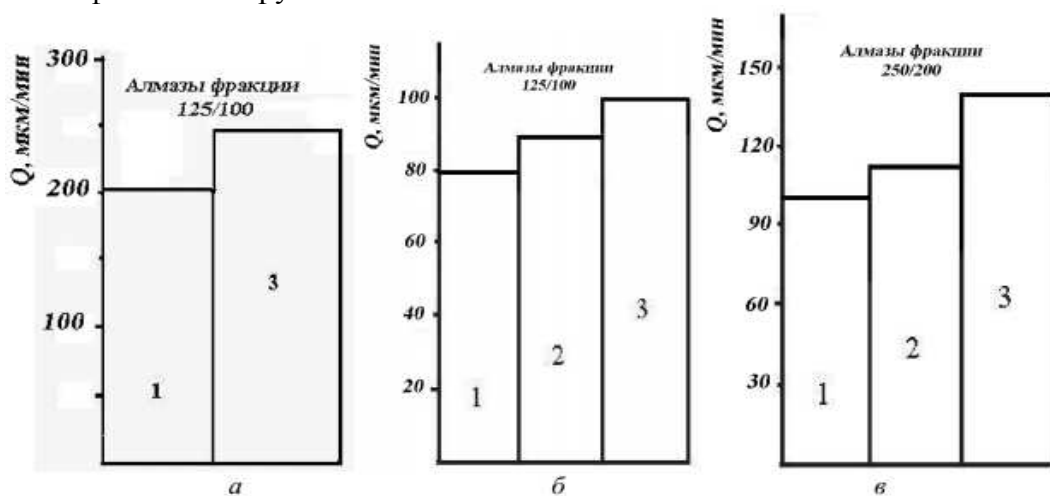


Рисунок 3 — Зависимость режущей способности шлифовальных кругов от габитусного состава алмазных порошков: а – обрабатываемый материал – режущая керамика; б и в – обрабатываемый материал Композит

Испытания показали, что в условиях низкотемпературного прецизионного шлифования труднообрабатываемых сверхтвердых материалов (эльбора и керамики) режущая способность (рисунок 3) кругов с повышенной концентрацией алмазов и характерной морфологией (октаэдры, октаэдры характерного габитуса) повышается на 25-30 %.

Литература:

1. Байкалов, А.К. Введение в теорию шлифования материалов. К.: Наукова думка. – 1978. – 207 с.
2. Katha Badu, M. Studies on recharging of abrasives in abrasive water jet machining / M. Katha Badu, O.V. Krishnaiah Chetty // International Journal of Manufacturing Technology, 2002, №19, P. 697 – 703.
3. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. Под редакцией доктора технических наук профессора А. Н. Резникова. М. – Машиностроение. – 1977 – 391 с.
4. Korotkov, V.A. Research of the exploitation abilities of the cutting discs, which consist of the abrasive grams with controlled onentation // Modern techniques and technologies (МТТ 2007). Proceeding of the 13-th international scientific and practical conference of students, post-graduates and young scientists, March 26 - 30, 2006 - Tomsk, Russia, 2007, P 49-51.
5. Лубенская, Л.М. Исследование влияние геометрии абразивных гранул на производительность процесса вибрационной обработки / М. Лубенская // Вестник КДПУ им. М. Остроградского. – 2009. – Вып. 2. – Ч.1. – С.56-59

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА

Тюлюгунов Р. С., Пушкарев О. И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Гидроагрегат – устройство, состоящее из гидравлической турбины и электрического гидрогенератора [1]. Гидрогенераторы являются типом электрических машин генерирующего оборудования, предназначенные для выработки электроэнергии при вращении гидротурбины. Данные электрические машины, обычно индивидуального исполнения, сочетают в себе проблемы электромагнитных характеристик, значительного нагрева, необходимости охлаждения, статической и динамической прочности, больших габаритов. В данном вопросе научно-технической проблемой является достижение максимальной эксплуатационной надежности элементов конструкции и соответствие требованиям промышленной безопасности [2]. Стремление изготовить генератор большей мощности и допустимо приемлемых размеров приводит к возрастанию плотности тока, а значит, и нагреву токоведущих элементов, означающих износ и старение изоляции. Для предотвращения перегрева и выхода их строя изоляции генераторы выполняют с искусственным охлаждением, отводящим из машин тепло, электрических, магнитных и механических потерь.

В контурах воздушного охлаждения осуществляется циркуляция воздуха из воздухоохладителей по трубам в камеру охлажденного воздуха, а затем в полые медные трубки обмотки статора по замкнутому контуру (рисунок 1). Вода,

осуществляющая охлаждение воздуха, подаётся на охладитель из водонапорного коллектора, куда поступает после фильтров механической очистки из четырёх водозаборных линий.

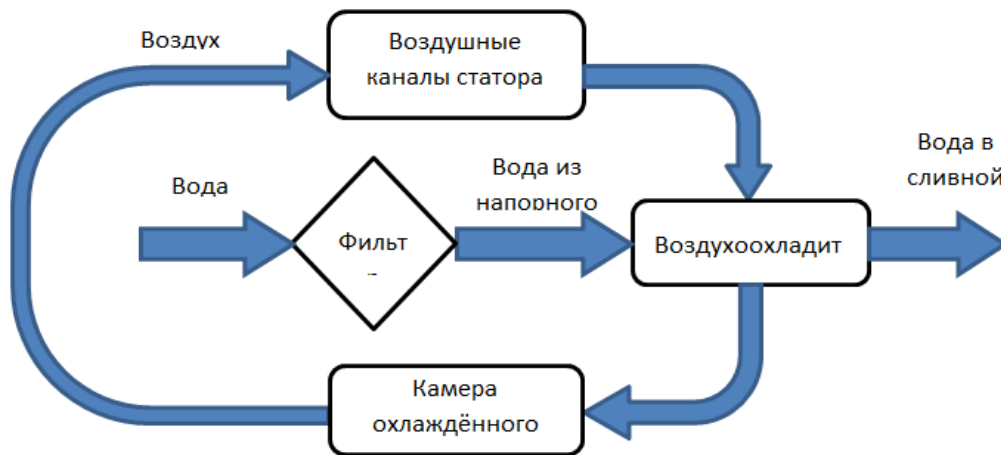


Рисунок 1 – Схема охлаждения обмоток статора гидроагрегата

Основным технологическим параметром, подлежащим регулированию, является температура воздуха в системе охлаждения статора. Применение системы автоматического регулирования (САР) температуры охлаждающего воздуха путем изменения подачи воды (рисунок 2) позволит избежать избыточных потерь мощности или выхода из строя агрегата из-за перегрева обмоток свыше допустимых температур [6].

Визуализация технологических параметров и возможность их задачи осуществляется панелью оператора ICP DAS SV-6201 и применением программируемого логического контроллера WP-9821-CE7 [3].

Оптимальным перепадом температур воздуха на входе и выходе воздухоохладителя считается 18-25°C.

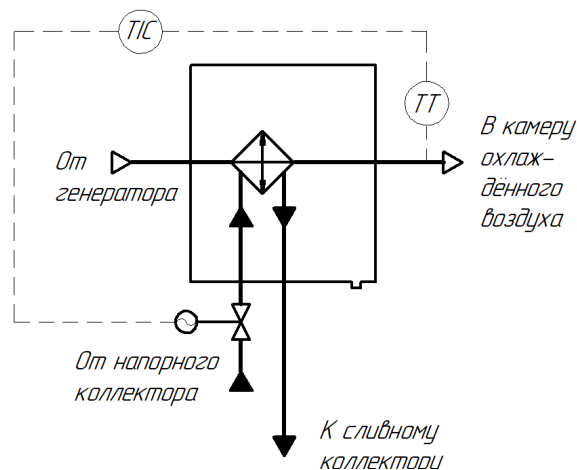


Рисунок 2 – САР температуры обмотки статора путем изменения подачи воды

Для контроля температуры горячего воздуха на входе каждого воздухоохладителя используется датчики температуры ТСПУ Метран 276.

Для оценки уровня загрязнённости фильтров линий подачи воды в водонапорный коллектор применяется датчики перепада давления Метран 150 CD [7].

Датчики перепада давления входят в контур автоматической очистки фильтра, что позволяет предотвратить изменение давления в системе ниже допустимого в напорном коллекторе.

Измерение давления в трубопроводах из водозабора 1-4 (до фильтров очистки) осуществляется микропроцессорными датчиками давления Метран 150 ТГ. [7].

Измерение расхода на воздухоохладители 1-12 осуществляется микропроцессорными расходомерами Rosemount 8800 [5].

Вывод: Внедрение системы управления охлаждением воздуха обмоток статора гидрогенератора на базе современных микропроцессорных приборов позволит улучшить качество и эффективность управления охлаждением обмоток статора, а также сократить экономические затраты на ремонт и обслуживание.

Литература:

1. Кацман М.М. Электрические машины. М.: Высш.школа, 1983. 452 с.
2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование электростанций и подстанций. 3 изд. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Серия контроллеров XP-9000 // Официальный сайт фирмы ICP DAS URL: <https://f.icp-das.ru/files/add/doc/e9d/> (дата обращения: 28.03.2019г).
4. Операторская панель SV-6201. // Индустриальный каталог продукции ICP DAS URL: <https://ipc2u.ru/catalog/sv-6201/> (дата обращения: 28.03.2019г).
5. Расходомер Rosemount 8800 // Каталог ГК новые технологии URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/automation-solutions/measurement-instrumentation/flow/rosemount-8800-vortex-ru-ru> (дата обращения: 28.03.2019г).
6. Преобразователи температуры МЕТРАН // Официальный сайт фирмы МЕТРАН URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-276-ru-ru> (дата обращения: 28.03.2019г).
7. Преобразователи давления МЕТРАН // Официальный сайт фирмы МЕТРАН. URL: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru> (дата обращения: 28.03.2019г).

ТРЕЩИНЫ И МИКРОТРЕЩИНЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ШЛИФОВАНИЯ

Капинос А. А., Худяков К.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Трещины и микротрещины – это разрыв поверхностного слоя материала заготовки под воздействием внутренних напряжений. Трещины и микротрещины на поверхности заготовки появляются только в том случае, если величина концентрации внутренних напряжений на этих участках выше предела прочности материала заготовки на разрыв.

В настоящее время нет классификации трещин на поверхностях заготовок. В зависимости от причин образования трещины на поверхностях заготовок можно подразделить на пять групп:

- термические, являющиеся результатом термической обработки заготовок;
- шлифовочные, являющиеся следствием неправильной абразивной обработки;

- термошлифовочные, выявляющиеся при шлифовании в результате напряжённого состояния, возникающего при термообработке и шлифовании;
- эксплуатационные, являющиеся результатом наложение напряжений, образующихся при эксплуатации, на скрытые термомеханические напряжения, заложенные в поверхностном слое деталей;
- конструкторские, являющиеся результатом концентрации внутренних напряжений в отдельных зонах деталей из-за недоработки их конструкции и неправильного выбора материала деталей.

В зависимости от внутренних напряжений в поверхностном слое заготовок трещины разделяются на две группы: трещины с вогнутыми краями от напряжений растяжения; трещины с выпуклыми краями от напряжений сжатия.

Шлифовочные трещины (Рис. 1) – группа мелких и тонких разрывов, как правило, в виде сетки на шлифованной поверхности металла. Возникают при шлифовании сталей некоторых марок, склонных к образованию трещин, – закаленных высокоуглеродистых и легированных, цементированных, азотированных и хромированных [1].

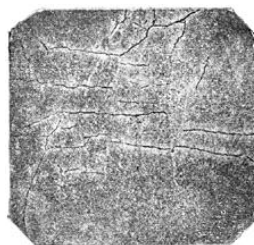


Рис. 1. Шлифовальные трещины

Термомеханические трещины (Рис. 2) образуются на заготовке в результате наложения шлифовочных внутренних напряжений на имеющиеся в металле термические внутренние напряжения. При этом если напряжения одного знака и направления, то их величины складываются, если разных знаков – имеет место уменьшение величины напряжений. Кроме того, на операциях шлифования выявляются трещины, образующиеся из-за дефектов материала: флокенов, волосовин, неметаллических включений и других.

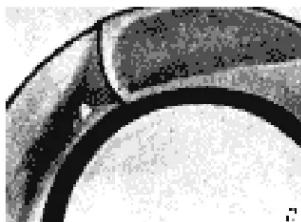


Рис. 2. Трещина, вызванная шлифовальным прижогом

Трещины на заготовках при шлифовании, за исключением термических трещин, выявившихся на шлифовальных операциях, всегда сопровождаются прижогами. Это объясняется следующим. При локальных нагревах металл расширяется в пределах малой нагретой зоны. В то же время окружающий холодный металл оказывает сопротивление расширению нагретой зоны. В результате по границам зоны возникают сжимающие напряжения, а в её центре растягивающие.

При охлаждении нагретого участка до температуры основного металла его объём сокращается, и по краям зоны возникают растягивающие, а внутри – сжимающие напряжения. Если величина напряжений превысит предел прочности металла на разрыв или сжатие, произойдёт разрыв поверхностного слоя заготовки в центре или на

границах прижогового участка, т.е. в местах ослабления прочности вследствие структурных изменений в металле и местах концентрации внутренних напряжений.

Непосредственными факторами, вызывающими появление микротрещин на заготовках, являются: концентрация внутренних напряжений; необратимые изменения микроструктуры в поверхностном слое заготовок; наличие дефектов и неоднородности структуры материала заготовок, а также теплостойкость легирующих элементов, повышающих склонность металла к трещинообразованию. Поэтому причинами появления трещин при обработке заготовок являются все показатели процесса обработки, способствующие появлению этих факторов.

Рассмотрим решение предотвращения появления видов трещин от фактора, который их вызывает.

Так как термические трещины образуются в результате перегрева поверхностей, то подобным станкам (SwaAGL-125) и более старым моделям, которые эксплуатируются большей частью в настоящее время, имеет смысл ввести электронный датчик, условное обозначение которого приведено на рис. 3.



Рис. 3. Датчик вспомогательной технологической оснастки с лазерным пирометром ЛУЧ-СМ для определения температуры заготовки в зоне резания

Принцип действия датчика основан на лазерном определении температуры в зоне резания. Датчик посылает сигнал, если сигнал выходит за установленную в программе (или более дешевом варианте автоматизация может быть аналоговая), то станку (станочнику) сообщается сигнал или станок сам переходит в более «мягкий» режим резания, например, снижает скорость резания и тем самым уменьшает температуру в зоне резания, что препятствует образованию трещин в заготовке ввиду температурных деформаций.

Остальные виды трещин – задача уже других приборов, и в данной статье для краткости содержания мы рассматривать не будем.

Вывод. Мы рассмотрели проблему образования трещин и их негативное влияние на заготовки. Предложен новый метод предотвращения образования трещин в них.

Литература:

1. Методы и приборы дефектоскопии изделий: Учебное пособие / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: Павлов И.В. СПб, 2013, 73 с.
2. Зубарев Ю. М. Устойчивость процесса шлифования с учетом его динамических характеристик / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 388 с.
3. Пирометр частичного излучения ЛУЧ - СМ. Руководство по эксплуатации 4211. 001. 48036674 – 99 РЭ.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОЛИКОВ ПОДШИПНИКОВ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В ОАО "ЕПК ВОЛЖСКИЙ"

Тиханкин Г.А., Забродин А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Обеспечение качества продукции сегодня вышло на первый план и стало ключевой задачей предприятия. В условиях постоянного усиления конкурентной борьбы на мировых рынках фактор качества является все более решающим, особенно при поставках продукции на рынки дальнего зарубежья, компаниям-лидерам, а также при выходе на новые рынки сбыта.

Данная тема выбрана для поиска условий повышения качества продукции (подшипников) за счет улучшения качества роликов, а также повышения конкурентоспособности продукции ОАО «ЕПК Волжский» и, как следствие, сохранения и расширения рынка сбыта. Достижение этого возможно только при условии снижения уровня дефектности.

Подшипник – сборочный узел, являющийся частью опоры или упора, поддерживающий вал, ось или иную подвижную конструкцию с заданной жесткостью.

Подшипники классифицируются по следующим признакам:

- Направлению воспринимаемой нагрузки (радиальные, радиально-упорные, упорные);
- Форме тел качения (шариковые, роликовые цилиндрические/конические);
- Числу рядов тел качения (однорядные, двухрядные, многорядные);
- Точности изготовления (0,6 класс точности для общего машиностроения; 5,4,2 класс точности для станкостроения);
- Наличию защиты внутренней полости подшипника (с встроенными уплотнителями, без смазки и заполняемые смазкой);
- Способу монтажа в опоре (с цилиндрическим/коническим отверстием, с упорным бортом на наружном кольце, широким наружным кольцом).

В таблице 1 представлен технологический процесс изготовления конического ролика У-1027313А.04

Таблица 1 – Технологический процесс (операции) изготовления конического ролика

Протирачная, смазочная	Сферошлифовальная чистовая
Сортировочная 10%	Бесцентрово-шлифовальная чистовая

Заточная 10%	Сферошлифовальная окончательная
Горизонтально-высадочная	Бесцентрово-шлифовальная окончательная
Галтовочная	Суперфинишная
Отборочная от концов	Промывочно-протирачная
Взвешивание	Контрольная по внешним дефектам
Бесцентрово-шлифовальная до термообработки	Дефектоскопия 5%
Торцешлифовальная до термообработки	Размагничивание
Термообработка	Сортировочная
Взвешивание	Контрольная окончательная
Галтовочная для фасок	Взвешивание
Дробеструйная	Упаковочная с консервацией
Бесцентрово-шлифовальная предварительная	

При анализе выявлены следующие основные виды брака роликов на производстве:

- Отклонение геометрических параметров от заданных;
- Брак в результате штамповки;
- Срез по образующей;
- Срез по сфере и торцу;
- Забоины;
- Трещины;
- Окарины.

На подшипники составлены технологические процессы по изготовлению роликов, где операции производятся на имеющемся оборудовании на ОАО «ЕПК Волжский». Учитывая, что оборудование, на котором производится изготовление, эксплуатируется с прошлого века, и принимая во внимание, что средний срок эксплуатации станков 20-25 лет и срок ресурса по точности (ГОСТ 7599-82) 11-14 лет, можно сделать вывод, что имеющееся оборудование устарело физически, морально, выработало свой точностной ресурс, а также не отвечает современным требованиям к оборудованию по безопасности для обслуживающего персонала и окружающей среды, эргономическим показателям. Следовательно, имеющееся оборудование не может обеспечивать требования заказчика к подшипникам.

Для устранения брака рекомендуется модернизировать роликовое производство на предприятии, для этого предлагается внедрить:

1. Трех-матричный пресс-автомат FORMAX plus

Преимуществом автомата является возможность начать формирование роликов с проволоки меньшего диаметра и, благодаря ударам предварительного формирования, избавиться от любых возможных дефектов отрезанной заготовки, таких как: наружные трещины, сколы, продольные риски, волосины, заусенцы, захват и смещение профиля. Технология формирования ролика за три удара обеспечивает возможность производства деталей более высокого и постоянного качества. Благодаря избавлению от дефектов отрезанной заготовки, появляется возможность уменьшения припуска на дальнейшую механическую обработку.

2. Конвейерный агрегат типа АТ-400Е фирмы «REMIX» для закалки в масло и низкого отпуска конических и цилиндрических роликов подшипников.

Термическая обработка на новом оборудовании позволит получать детали без окарины и с минимальным обезуглероженным слоем. В результате получения минимального обезуглероженного слоя, возможно уменьшение припуска на обработку. Также за счет уменьшения до минимального уровня обезуглероженного слоя

уменьшится вероятность образования забоин, что приведет к уменьшению шумовых и вибрационных параметров подшипника.

3. Шлифовальную линию фирмы «Modler».

Шлифовальная обработка на новом оборудовании приведет к:

- Повышению точности и стабильности геометрических параметров;
- Уход от забоин по рабочим поверхностям;
- Уменьшение вероятности возникновения дефектов при шлифовании;
- Сокращение времени обработки.

Комплексное внедрение нового оборудования позволит исключить ряд операций:

- Галтовочная;
- Отборочная от концов;
- Взвешивание до термообработки;
- Бесцентрово-шлифовальная до термообработки;
- Торцешлифовальная до термообработки;
- Взвешивание после термообработки;
- Галтовочная для фасок;
- Дробеструйная;
- Бесцентрово-шлифовальная предварительная;
- Сферошлифовальная чистовая;
- Промывочно-протирочная.

В таблице 2 приведены изменения в технологическом процессе до и после внедрения оборудования.

Таблица 2 – Изменения в технологическом процессе

Технологический процесс (операции) изготовления роликов до внедрения оборудования		Технологический процесс (операции) изготовления роликов после внедрения оборудования	
Протирочная, смазочная	Сферошлифовальная чистовая	Протирочная, смазочная	Взвешивание
Сортировочная 10%	Бесцентрово-шлифовальная чистовая	Сортировочная 10%	Упаковочная консервацией с
Заточная 10%	Сферошлифовальная окончательная	Заточная 10%	
Горизонтально-высадочная	Бесцентрово-шлифовальная окончательная	Горизонтально-высадочная	
Галтовочная	Суперфинишная	Термообработка	
Отборочная от концов	Промывочно-протирочная	Бесцентрово-шлифовальная чистовая	
Взвешивание	Контрольная по внешним дефектам	Сферошлифовальная окончательная	
Бесцентрово-шлифовальная до термообработки	Дефектоскопия 5%	Бесцентрово-шлифовальная окончательная	
Торцешлифовальная до термообработки	Размагничивание	Суперфинишная	
Термообработка	Сортировочная	Контрольная по внешним дефектам	

Взвешивание	Контрольная окончательная	Дефектоскопия 5%	
Галтовочная фасок для	Взвешивание	Размагничивание	
Дробеструйная	Упаковочная консервацией с	Сортировочная	
Бесцентрово-шлифовальная предварительная		Контрольная окончательная	

Преимущества от комплексного внедрения оборудования:

- Стабильность геометрических параметров за счет высокой точности станков;
- Отсутствие дефектов на отрезанной заготовке;
- Уменьшение припуска по диаметру на операции до термообработки, после термообработки на последующие операции, уменьшение припуска на обработку торцов.
- Получение деталей без окалины;
- Минимальный обезуглероженный слой;
- Уменьшение вероятности образования забоин;
- Получение заготовок более высокого и постоянного качества;
- Снижение нормы расхода металла;
- Сокращение времени обработки ролика.

Литература:

1. ГОСТ 520-2011 Подшипники качения. Общие технические условия.
2. ГОСТ 7599-82 Станки металлообрабатывающие. Общие технические условия.
3. Руководства по качеству РК ЕПК Волжский 001–2018.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА АВТОНОМНОЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО РЫБОВОДОВ (АМУР-1)

Тиханкин Г.А., Спивакова К.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Появление новой продукции требует разрабатывать документацию на нестандартную продукцию, на которую не существует Национальных стандартов. Целью данного исследования является рассмотрение процесса разработки и внедрения ТУ на автономное автоматизированное устройство с оптическими аттрактантами.

Согласно ст. 21 ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» № 162 – ФЗ технические условия (ТУ) – вид стандарта организации, утвержденный изготовителем продукции или исполнителем работы, услуги, документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования, и провести идентификацию продукции.

В нашей стране основной причиной низкого качества выпускаемой продукции считается ее производство по техническим условиям. Является ли это суждение обоснованным? На данный вопрос каждый эксперт найдет «свой ответ».

Как известно, ТУ – это технический документ на производство продукции (сырья/изделия/товара/). ТУ являются последствием разработки новых изделий. Технические условия не только «подготавливают базу» для национальных стандартов, так как являются первыми документами для новой продукции, но и заменяют, дополняют ГОСТы.

Технические условия повышают уровень безопасности жизни и здоровья граждан и охраны природы, обеспечивают научно-технический прогресс, способствуют повышению конкурентоспособности продукции, рационализируют использование ресурсов, помогают принять верное решение во взаимозаменяемости продукции.

В технических условиях производитель обязан точно и однозначно указать: наименование продукции, ассортимент, потребительские свойства продукции, ее безопасность, а также конкретные требования к используемому сырью, маркировке, правилам приемки, упаковке, транспортированию и хранению. При этом необходимо учитывать определенные требования к их построению, оформлению и содержанию.

Технические условия – это внутренний документ организации, в котором регламентируются основные технические требования к выпускаемой продукции:

- основные параметры и характеристики;
- требования к сырью и материалам;
- комплектность; маркировка,
- упаковка;
- требования безопасности;
- требования охраны окружающей среды;
- правила приемки;
- методы контроля;
- транспортирование и хранение;
- указания по эксплуатации;
- гарантии изготовителя.

Разработка ТУ происходит согласно ГОСТ 2.114-2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия.

- Настоящий стандарт устанавливает общие требования, правила и нормы к выполнению технических условий.

- Настоящий стандарт распространяется на изделия машиностроения и приборостроения всех отраслей промышленности, изготавливаемых и применяемых по конструкторской документации, выполняемой в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации.

- На основе настоящего стандарта могут быть разработаны стандарты, учитывающие особенности выполнения технических условий изделий различных видов техники с учетом их специфики

Именно через ТУ, разработанные изготовителем, согласованные и утвержденные в установленном порядке, реализуются требования технических регламентов и стандартов, являющиеся нормативной базой при подтверждении соответствия. И осуществлять контроль необходимо на стадии разработки технических условий, что выступает не только в интересах потребителя, но и в первую очередь – в интересах производителя.

ТУ обязаны опираться на последние достижения науки и техники. Технические условия должны разрабатываться с учетом интересов потребителей, основываться на действующие технические регламенты и национальные стандарты.

При разработке технических условий наибольшее внимание нужно уделять декларированию соответствия (обязательное подтверждение качества продукции на соответствие всем установленным нормам и требованиям безопасности).

Основные исходные данные, необходимые для разработки ТУ.

Для разработки ТУ заказчик должен предоставить следующую информацию:

1. Описание продукции (внешний вид, чертежи, схемы, технические характеристики, область применения).

2. Описание технологического процесса.

3. Сертификаты на сырье и комплектующие.

4. Список оборудования, на котором производится продукт.

5. Сведения по фасовке и упаковке.

Нами проведена разработка проекта Технических условий для «Автономного Многофункционального Устройства Рыбоводов».

Особенности устройства:

Устройство предназначено для привлечения ночных летающих насекомых с целью подкормки рыбы и акустическим модулем для отпугивания рыбоядных птиц.

Основными модулями являются:

- фотоэлектрический модуль;

- акустический модуль.

При разработке ТУ были использованы следующие стандарты:

– ГОСТ Р МЭК 62124-2013 Системы фотоэлектрические автономные. Проверка работоспособности;

– ГОСТ 23262-88 Системы акустические бытовые. Общие технические условия;

– ГОСТ Р МЭК 60598-2-3-99 Светильники. Часть 2. Частные требования.

В ходе данной работы были разработаны Технические условия на оригинальное автономное автоматизированное устройство, которое будет востребовано на рыбоводных заводах и хозяйствах.

Литература:

1. Макушина Г. «Подтверждение соответствия – гарантия безопасности продукции» [Электронный ресурс]: Уралтест. – Режим доступа: <http://www.uraltest.ru>

2. ГОСТ 2.114-2016 «Единая система конструкторской документации. Технические условия».

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ НА АО ВТЗ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Поляков А. Н., Тиханкин Г. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Современный рынок диктует заводам-производителям труб нефтегазового сортамента жесткие требования к качеству готовой продукции, процессам

производства. Освоение производства труб с различными параметрами на имеющемся оборудовании представляет трудоемкий процесс.

В целом по российскому рынку, на начало 2018 года, спрос увеличился на 5-7 % на трубы электросварные газонефтепроводные магистральные, обсадные и бурильные (кондукторные).

В связи с получением квалификации на расширение номенклатуры труб АО «Волжский трубный завод» начал осваивать производство электросварных прямошовных труб с приваренными резьбовыми деталями (коннекторами) для расширения подводного морского устья скважины и посадочных переходников, применяемые в бурильных установках.

Кондукторная колонна – колонна обсадных труб, соединённых между собой конической резьбой посредством муфт, предназначенных для разобщения верхнего интервала разреза горных пород, изоляции пресноводных горизонтов от загрязнения, монтажа противовыбросового оборудования и подвески последующих обсадных колонн при строительстве глубоководных скважин. Схема буровой установки с использованием кондукторов представлена на рисунке 1.

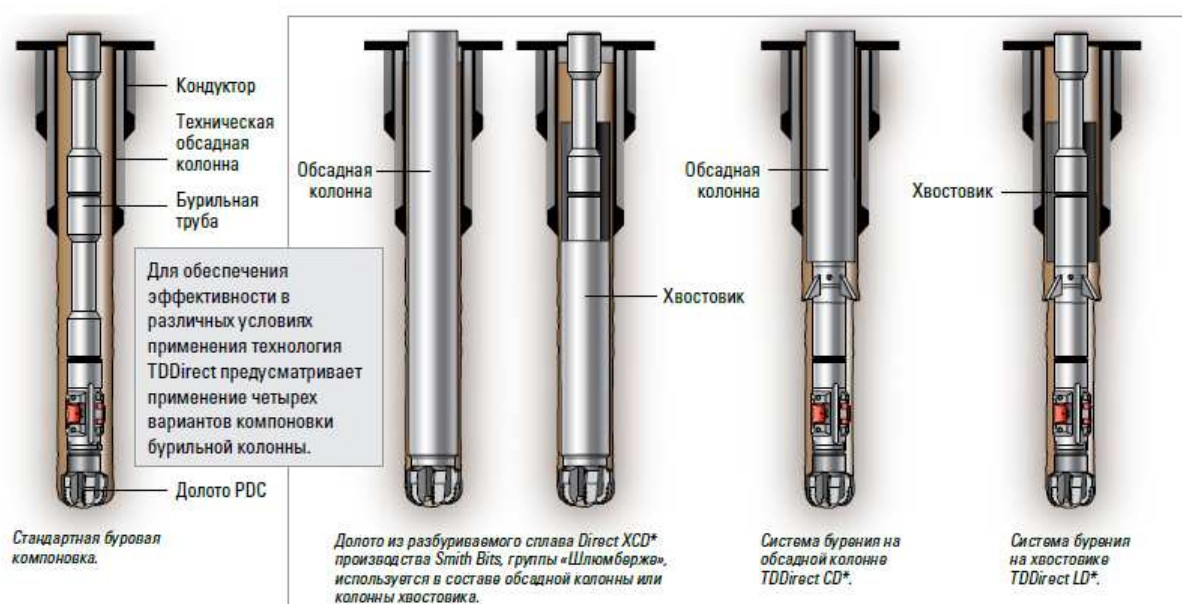


Рисунок 1 – Схема стандартной буровой установки

Качество и эффективность буровых работ, проводимых в различных производственных сферах, в большей степени зависят от качества используемого бурового оборудования и, в том числе, кондукторных труб. Важное место в обширной номенклатуре бурильных труб занимают кондукторные трубы с приваренными коннекторами. Конструктивно такие трубы состоят из: тела трубы и коннектора с наружной резьбой, коннектора с внутренней резьбой, приваренных к телу трубы методом дуговой сварки под флюсом (рисунок 2).

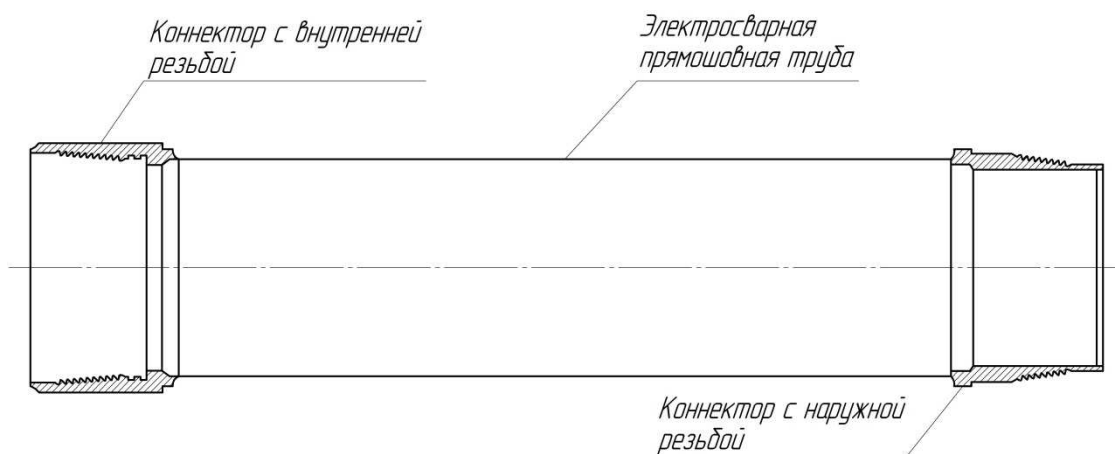


Рисунок 2 – Схема кондукторной трубы с приваренными коннекторами

Важной характеристикой сварных соединений кондукторных труб, в значительной мере определяющей трудоемкость и точность бурения, а также срок службы кондукторной колонны, является соосность и перпендикулярность, приваренных коннекторов и тела трубы.

Согласно требованиям [2], отклонение от перпендикулярности коннекторов и трубы не должно быть более 1,59 мм на 304,8 мм.

Соосность коннекторов и трубы должна быть не более 12,7 мм.

На основании данных требований необходимо усовершенствовать измерения соосности и перпендикулярности прямошовных труб с приваренными коннекторами.

Был проведен анализ существующих методов контроля отклонения от перпендикулярности и соосности:

- контроль отклонения от перпендикулярности с помощью поверочного угольника и набора щупов;
- контроль отклонения от перпендикулярности с помощью лекального угольника «на просвет»;
- измерение отклонения от перпендикулярности с помощью измерительной головки, поверочного угольника и поверочной плиты;
- измерение отклонения от перпендикулярности с помощью измерительной головки с жестким упором, поверочного угольника и поверочной плиты;
- измерение отклонения от перпендикулярности с помощью оправки с измерительной головкой и жестким упором.

На основании проведенного анализа был выбран метод измерения перпендикулярности и соосности с помощью лазерного прибора API Tracker 3, так как этот метод обеспечивает необходимую точность измерений.

Литература:

1. Технологическая инструкция по изготовлению прямошовных труб на АО «ВТЗ» ТИ 01.1.18 / В. В. Вятченников, С. Ю. Лях // АО «ВТЗ», Волжский, 2014. –174 с.
2. Технический регламент № ТР-ЦЗЛ-ТЭСЦ-24-12-15. Сборка и сварки кондукторных труб // АО «ВТЗ», Волжский, 2016. –10 с.
3. Требования к продукции для эксплуатации в усталостной среде. Конструкционные и направляющие трубы для расширения подводного морского устья скважины и посадочных переходников ЕМТМР-PUR-265. – 3 с.
4. Гольдштейн А.Е., Якимов Е.В. Измерение отклонения от соосности сварных соединений бурильных труб // УДК 531.7: 681.2-112.6.001.63.

5. Сароян А. Е. Трубы нефтяного сортамента: Справочник/ Под общей ред. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 488 с.

ВИДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОДШИПНИКОВ ОАО «ЕПК ВОЛЖСКИЙ» И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО УЛУЧШЕНИЮ

Тиханкин Г.А., Живницкий С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В эксплуатации подшипников возникает их естественный износ, из-за этого появляются самые различные дефекты. Эти дефекты выражаются в стирании контактных поверхностей, появлении различных трещин, царапин, усталостных разрушений и т.д. Значительную часть всех этих разрушений можно избежать, если воспользоваться возможностями дефектоскопии. Этот комплекс целенаправленных действий, целью которых является выявление скрытых дефектов изделия. Эти дефекты также могут возникнуть вследствие производственного брака.

Действие вихретокового контроля качества подшипников основывается на создании в изделии вихревых токов, после этого на выходе преобразователя появляется сигнал. Фаза и амплитуда этого сигнала определяется с помощью действующего вторичного поля.

В настоящее время в процессе производства колец подшипников периодически выявляются детали с дефектами штамповочного происхождения и с шлифовальными прижогами. В связи с увеличением номенклатуры колец, изготавливаемых из штучной заготовки, увеличивается риск поставки потребителю продукции с дефектами штамповочного происхождения. В настоящее время при обнаружения в партии колец с трещинами для контроля деталей используется трудоемкий и малопроизводительный магнитопорошковый метод.

С целью предотвращения попадания на сборку подшипников колец с отклонениями необходимо внедрить оборудование неразрушающего контроля на наличие поверхностных дефектов после шлифовальной обработки. В настоящее время осуществляются следующие виды контроля колец:

- выборочный контроль в процессе шлифовальной обработки. Шлифовщик контролирует по внешнему виду каждое 10-е кольцо;
- выборочный контроль по альтернативному признаку (ГОСТ Р 2859-1-2007) при приемке продукции ОТКиИЗ. Отбор единиц продукции проводит контролер методом наибольшей объективности из разных слоев колец в технологической таре по ГОСТ 18321. Объем выборки в соответствии с РД ВПЗ и таблицей.

Таблица – Зависимость объема партии от объема выборки

Объем партии	Объем выборки, шт.
2...8	2
9...15	3
16...25	5
26...50	8
51...90	13
91...150	20
151...280	25

281...500	32
501...1200	50

Отсутствие сплошного контроля приводит к пропуску колец с отклонениями и последующей сборке подшипников с дефектными деталями. Наличие поверхностных дефектов (волосовин, трещин, раковин, срезов, рисок, мягких пятен, прижогов) на деталях приводит к преждевременному разрушению подшипника при эксплуатации.

Вихретоковый стенд дефектоскоп предназначен для вихретокового контроля колец и шайб буксовых подшипников.

Типы контролируемых деталей:

- кольцо наружное,
- кольца внутренние,
- упорная шайба.

Основные особенности:

1. Контролируются одновременно все шлифованные поверхности.
2. Контроль детали любого типа без переналадки.
3. Полностью автоматическая настройка и калибровка по контрольным образцам.
4. Время контроля одной детали – 60 с (вместе с загрузкой-выгрузкой).
5. Ширина выявляемой трещины 2 мкм.

В комплект входит демагнитизатор. Время размагничивания кольца – 5 с.



Рисунок 1 - Вихретоковый стенд дефектоскоп

Использование оборудования для неразрушающего контроля колец подшипников на наличие поверхностных дефектов позволит исключить попадание подшипников с дефектными деталями потребителю, и, как следствие, повысить качество выпускаемой продукции.

Литература:

- 1 Производство подшипников [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.s-t-group.com/catalogs/stock/tyrolit/Tyrolit.pdf> (дата обращения: 20.04.2019 г.);
2. ГОСТ 16504-81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения».

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 2-17717ЛК

Александров А.А., Тарасов А. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Одним из важнейших факторов роста эффективности производства является повышение качества продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями, расцениваемое в настоящее время, как решающее условие ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, которое невозможно без внедрения высокоэффективных технических решений. Например таких, как использование на операции абразивной обработки применение твердых смазочных материалов (ТСМ) [1]. Применение ТСМ имеет как достоинства, так и недостатки. Основными достоинствами являются: увеличение износостойкости абразивного инструмента; повышение качества поверхности; уменьшение теплонапряженности процесса; уменьшение образования шлифовочных трещин, а также уменьшение расхода по сравнению с СОЖ и большая экологичность. Тем не менее к недостаткам ТСМ относятся: необходимость постоянного возобновления смазки на поверхности абразивного инструмента и незначительное увеличение себестоимости операции [2].

В работе исследуется подшипник роликовый конический однорядный основного конструктивного исполнения 2-17717ЛК, а именно наружное и внутреннее кольца.

Поверхности колец подвергаются токарной и шлифовальной обработкам.

Технология применения ТСМ на операциях абразивной обработки заключается в нанесение твердой смазки на рабочую поверхность вращающегося шлифовального круга после его правки.

Проанализировав способы подачи ТСМ, выбран способ подачи ТСМ в зону обработки с помощью приспособления (рисунок 1).

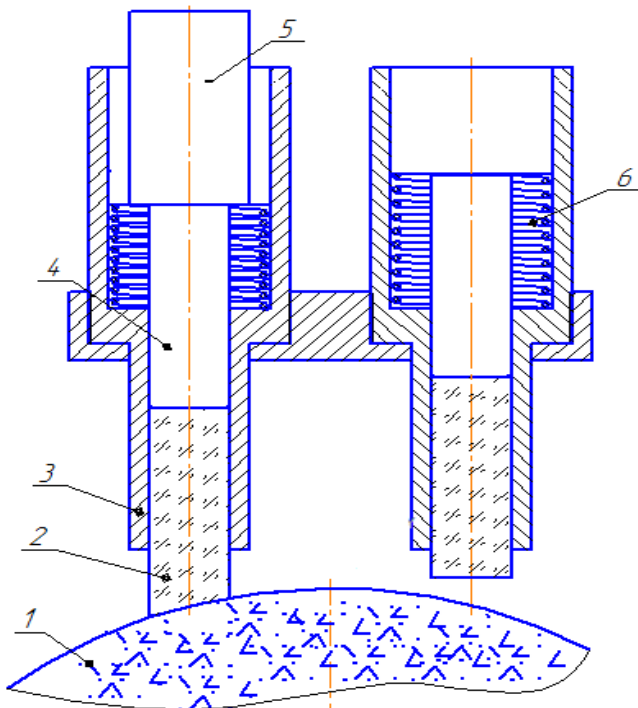


Рисунок 1 – Приспособление для подачи СОЖ в зону обработки

Подача ТСМ осуществляется поршнем 4 при воздействии на него груза 5 массой 5 кг. Для осуществления возвратного движения установлена пружина 6. За счет конструктивных особенностей устройства подачи ТСМ наличие двух поршней, расположенных в стаканах 3, позволяет одновременно или последовательно наносить два различных смазочных покрытия.

Также эффективность применения ТСМ на операциях шлифования в значительной степени зависит от свойств смазочного материала. В состав твердых смазок входят 3 основных компонента: основа (парафин, стеарин), химически-активные вещества и специальные вещества.

Для выбора оптимального состава ТСМ рассмотрели несколько составов, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Исследованные составы твердых смазочных материалов

Обозначение состава	Компоненты, % масс.						
	Серая глина	Парафин	Графит	Диатомит	Дисульфид молибдена	Нанопорошок Cu	Нанопорошок Al
М1	-	60	10	-	30	-	-
Г2	40	60	0	-	-	-	-
Г5	25	60	15	-	-	-	-
Д1	-	60	0	40	-	-	-
Д4	-	60	15	25	-	-	-
Г2М5	40	59,5	0	-	-	0,5	-
Г2А5	40	59,5	0	-	-	-	0,5
Д1М5	-	59,5	0	40	-	0,5	-
Д1А5	-	59,5	0	40	-	-	0,5

Заготовки шлифовали на плоскошлифовальном станке мод. ЗЕ711ВФ2 при варьировании скоростью стола V_{cm} в диапазоне от 5 до 15 м/мин, врезной подачей S_{ep} - 0,01 ... 0,03 мм/дв.ход, твердостью S - 49 ... 55 ЗИ, и зернистостью шлифовального круга F46.

В качестве критериев оценки технологической эффективности были выбраны: средняя контактная температура T_k и шероховатость шлифованных поверхностей по параметрам Ra (рисунок 2).

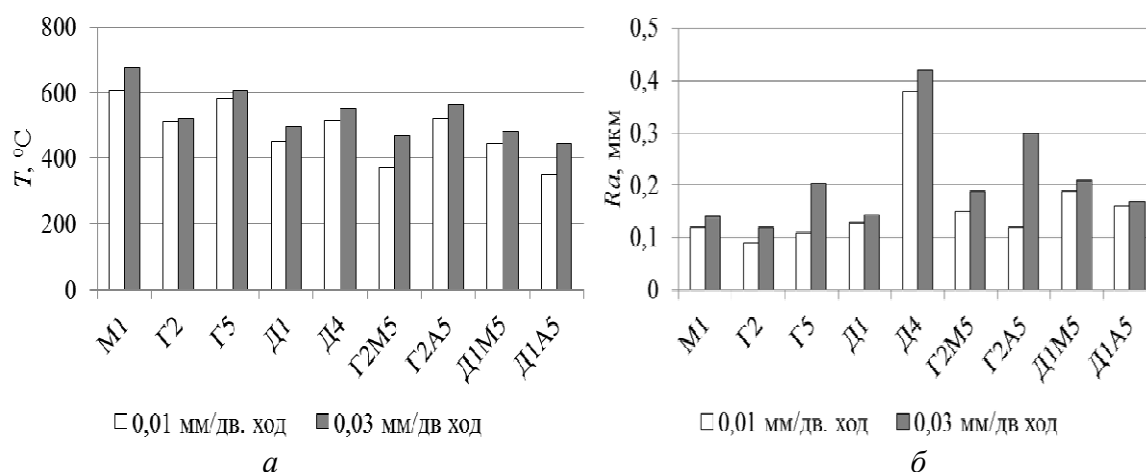


Рисунок 2 – Зависимость средней контактной температуры T , °C (а) и параметра шероховатости Ra , мкм от врезной подачи S , мм/дв. ход и состава ТСМ

По результатам натуральных экспериментов было установлено, что введение в состав ТСМ наполнителей из высокодисперсных порошков голубой глины, диатомита, а также нанопорошков меди повышает эффективность процесса шлифования по сравнению с базовыми составами М1. Поэтому по совокупности параметров выбираем Г2М5 в качестве состава ТСМ.

Литература:

1. Худобин, Л. В. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. / Л.В. Худобин, Е.Г. Бердичевский - М.: Машиностроение, 1977. - 189 с. ил.
2. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под общей ред. С. Г. Энтелеса, Э. М. Берлинера. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. - 1995. - 496 с.; ил.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА КАЛИЯ В АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ» И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ

Тиханкин Г.А., Марков В.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Данная тема выбрана для совершенствования технологического процесса с целью улучшения качества ксантогената калия бутилового, так как продукт не удовлетворяет требований потребителей.

Бутиловый ксантогенат калия (БКК) выпускается на АО «Волжский Оргсинтез» с 1996 года по СТО-00204168-003-2009 «Ксантогенат калия бутиловый». Представляет собой порошок от светло-серого до желтовато-зеленого с выраженным специфическим запахом. В порошкообразном продукте могут находиться комочки и чешуйки, рассыпающиеся при приложении незначительных усилий.

БКК – флотореагент, используется при обогащении руд тяжелых цветных, благородных и редких металлов, самородной меди в качестве реагента-собирателя. Эффективен для флотации всех сульфидных руд, а также окисленных минералов свинца и меди после их сульфидизации в гидрометаллургической промышленности. Применяется как ультраускоритель для самовулканизирующихся клеев и при низкотемпературной вулканизации, а также при аналитическом определении молибдена.

В настоящее время промышленный синтез БКК осуществляется в температурном интервале 38-44 °С, данная технология не всегда обеспечивает требуемое качество товарного продукта, что приводит к необходимости утилизации водно-солевого отхода. Новая технология процесса синтеза направлена на увеличение качества готового продукта и снижение образования отходов.

Нами проанализированы теоретические основы оптимизации процесса, а также результаты экспериментов по новой технологии процесса синтеза БКК.

Одним из важнейших параметров, влияющих на скорость и селективность химических процессов, является температура.

В общем случае скорость реакции зависит от температуры следующим образом:

$$r = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \cdot f(C), \quad (1)$$

где r – скорость реакции;

$R=8,314$ Дж/моль*К – универсальная газовая постоянная;

T – температура, К;

$f(C)$ – некоторая функция концентраций реагентов и продуктов, определяемая механизмом реакции;

A – предэкспоненциальный множитель;

E – энергия активации

Величины A и E являются константами для данной реакции.

Вследствие разных значений энергии активации скорость каждого химического превращения по-разному откликается на изменение температуры. Чем больше энергия активации, тем быстрее увеличивается скорость реакции с ростом температуры.

При синтезе БКК на ряду с основной реакцией:



протекают также побочные:



В научно-технической литературе имеются сведения о примерных значениях энергий активации для каждой из указанных выше реакций 1,2,3:

$E_1=31$ кДж/моль; $E_2=83,8$ кДж/моль; $E_3=88,0$ кДж/моль. Из представленных данных видно, что энергия активации основной реакции примерно в 2,5 раза ниже, чем у побочных процессов, следовательно, для увеличения селективности синтеза БКК необходимо вести процесс при пониженной температуре (при снижении температуры скорость побочных процессов будет уменьшаться быстрее, чем скорость основной реакции).

Согласно нормам ТР № 9 дозировка CS_2 в промышленных реакторах ведется при температуре 38-44 °С. Проведение синтеза БКК при более низких температурах в интервале 28-36 °С создает возможность для улучшения характеристик действующего периодического синтеза БКК и проведения его оптимизации.

Во время синтеза необходимо не допускать кристаллизации БКК из раствора, так как это будет приводить к забивке форсунок на стадии сушки. По мере протекания реакции содержание БКК в реакционной массе увеличивается, следовательно, возрастает опасность его кристаллизации. Таким образом, наиболее рациональным способом ведения синтеза БКК в периодических условиях является дозировка сероуглерода в несколько этапов с повышением температуры на каждом этапе. На основе проведенных ранее предварительных исследований были рекомендованы следующие параметры синтеза БКК в оптимизированном режиме:

а) Дозирование сероуглерода в 3 этапа;

б) Мольное соотношение реагентов $KOH:CS_2(1):CS_2(2):CS_2(3):CS_2$ (общ): $BuOH:H_2O = 1:0,400:0,310:0,225:0,935:2,87:6,0$;

в) Температура на каждом этапе дозировки $t_1 = 27-29$ °С; $t_2 = 31-33$ °С; $t_3 = 35-37$ °С;

г) Выдержка реакционной массы в течение 1 ч при температуре 35-37 °С.

Достижение низкой температуры на первом этапе дозировки возможно только при низкой температуре оборотной воды, т.е. в осенне-весенний период. В летний период для поддержания температурного режима необходимо использовать рассол 0 °С.

Полученные результаты оценивались по следующим параметрам: выход по KOH , выход по CS_2 , состав высушенного продукта, расходная норма по KOH (кг KOH / 1 т техн. БКК), расходная норма по CS_2 (кг CS_2 / 1 т техн. БКК), норма образования

водно-солевого отхода (кг отхода /1т техн. БКК). Сравнение результатов работы стадии синтеза БКК в оптимизированном и регламентном режимах работы представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты работы стадии синтеза БКК в типовом и оптимизированном режимах

		Оптимизированный	Регламентный
Выход по КОН, %		89,74	86,79
Выход по CS ₂ , %		95,94	93,46
Расходная норма по КОН, кг/1 т техн. БКК		314	336
Расходная норма по CS ₂ , кг/1 т техн. БКК		394	423
Норма образования водно-солевого отхода, кг/1 т техн. БКК		0	27
Содержание основного вещества в сухом БКК, %	С отделением отхода	–	92
	Без отделения отхода	93	91,5
Дополнительные энергетические затраты, кДж/1 т техн. БКК(Гкал/1 т техн. БКК)		137570 (0,033)*	–

Из таблицы по результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1) Оптимизация температурного режима синтеза БКК приводит к росту селективности процесса и позволяет увеличить выход по КОН на 3 %, а по CS₂ – на 2,5 %, что дает возможность экономить 22 кг КОН /1 т техн. БКК и 29 кг CS₂/1 т техн. БКК. Данные значения являются ориентировочными, поскольку точные значения экономии КОН и CS₂ по нашему мнению, могут быть получены только при длительной работе производства в оптимизированном режиме и полной инвентаризации всех остатков сырья и полупродуктов;

2) Оптимизация температурного режима синтеза БКК приводит к уменьшению количества примесей, что позволяет исключить образование водно-солевого отхода и увеличить содержание основного вещества в техническом продукте до 93,0 %;

3) Однако работа стадии синтеза БКК в оптимизированном температурном режиме требует дополнительных энергетических затрат в виде рассола 0 °С в количестве 0,033 Гкал/1т техн. БКК.

Тем не менее в целом очевиден положительный результат синтеза БКК в оптимизированном режиме.

Литература:

1. Органический синтез: лабораторный практикум/Н.Н. Быкова, А.П. Кузьмин. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2017г.–80 с.

2. Бретшнайдер С. Общие основы химической технологии,- Разработка и проектирование технологических процессов /Пер. с польского под ред. Романкова П.Г.- Л.: Химия, 2010 г.–504 с.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА В ОАО «ЭКТОС-ВОЛГА» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Тиханкин Г.А, Ефимова Н.Ю.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

МТБЭ – октаноповышающая добавка, которая предназначена в качестве замены тетраэтилсвинца в бензинах, самой дешевой, но и канцерогенной октаноповышающей добавкой к моторным топливам, в т.ч. к автомобильным бензинам.

В промышленно развитых странах на долю автотранспорта приходится до 60 % вредных выбросов от общих источников загрязнения атмосферы, в крупных городах эта доля значительна и может составлять 80-90 %.

Поэтому снижение экологической опасности топлив и продуктов их сгорания представляет значительную проблему, признанную мировым сообществом.

Мировое потребление моторных топлив ежегодно составляет более 1,7 млрд.т., в т.ч. автомобильных бензинов более 800 млн.т.

В России прогнозируется значительный рост автомобильного парка:

к 2010г. – он составил 33 млн. ед.;

к 2015г. – он составил 38 млн. ед.

В соответствии с международными обязательствами по сдерживанию эмиссии вредных веществ в атмосферу в России осуществляется переход на выпуск автомобильных топлив, в т.ч. бензинов, удовлетворяющих требования системы стандартов «Евро».

В 2005г. утвержден специальный технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории РФ, вредных (загрязняющих) веществ», которым определены сроки введения в действие технических нормативов выбросов автомобильной техникой экологических классов 2-5.

Оксигенаты характеризуются большой экологической чистотой.

В Европе МТБЭ широко используется уже около 20 лет. В настоящее время потребление МТБЭ в Европе оценивается в 3 млн.т./год. Суммарное производство МТБЭ за 2007год оценивается \approx 23 млн.т./год.

Метил-трет-бутиловый эфир должен быть изготовлен в соответствии с требованиями технических условий по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

Получение МТБЭ основано на реакции взаимодействия изобутилена и метанола в присутствии сульфокатионитных катализаторов. Тепловой эффект реакции составляет 10 ккал/моль.

Синтез МТБЭ осуществляется по обратимой реакции:



Равновесие реакции сдвинуто вправо условиями проведения процесса.

Реакция протекает в жидкой фазе с выделением тепла.

В процессе образуется небольшое количество побочных продуктов: димеры изобутилена, триметилкарбинол, диметилловый эфир.

Образование данных продуктов происходит по следующим реакциям:

Димеризация изобутилена:



Гидратация изобутилена:
 $\text{изо-C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

Межмолекулярная дегидратация метанола:

$\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Конверсия изобутилена - 92,5%

Конверсия метанола - 87,7%

Выход МТБЭ на превращенный изобутилен - 98,6% мол

Выход МТБЭ на превращенный метанол - 99,3% мол

Установка состоит из одной технологической линии, включающей следующие стадии:

- подготовка углеводородной шихты;
- синтез МТБЭ;
- дебутанизация продуктов реакции;
- отмывка возвратной фракции C_4 от метанола;
- переработка промывных вод.

В качестве изобутилен содержащего сырья используется изобутан–изобутиленовая фракция и метанол.

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) – один из главных кислородосодержащих высокооктановых компонентов, используемых при получении неэтилированных автомобильных бензинов. Применяется в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов. Трет-Бутиловые эфиры значительно более безопасны для окружающей среды и двигателей по сравнению с этиловой жидкостью (тетраэтилсвинцом) или ароматическими углеводородами, которые также используются для повышения октанового числа бензинов. МТБЭ в настоящее время считается самым перспективным антидетонатором. Для получения бензинов АИ-95 и АИ-98 обычно используют добавки МТБЭ или его смесь с трет-бутиловым спиртом, которая называется Фэтэрол – торговое название Октан-115. В последние годы в мировой практике прослеживается тенденция перепрофилирования установок производства метил-трет-бутилового эфира для получения высококонцентрированного изобутилена.

В городе Волжский производство МТБЭ осуществляет предприятие «Эктос-Волга»

Изобутиленсодержащие фракции могут быть получены в процессах пиролиза углеводородного сырья, каталитического крекинга, а также дегидрированием изобутана. Процесс выделения изобутилена из углеводородных фракций через синтез – выделение – разложение МТБЭ характеризуется меньшим энергопотреблением. Серьезным аргументом в пользу этого направления служит то, что производство эфиров хорошо вписывается в технологические условия нефтеперерабатывающих заводов. В зависимости от колебания цен и спроса на эфиры последние могут быть направлены на процесс выделения изобутилена или использоваться как высокооктановые добавки при производстве моторных топлив. Производство МТБЭ в России увеличивается с каждым годом. В данной работе предлагается на стадии синтеза установить более эффективный реакционно-ректификационный аппарат, в котором синтез эфира осуществляется одновременно с разделением продуктов. Синтез метил-трет-бутилового эфира основан на реакции селективного взаимодействия изобутилена и метанола. Реакция осуществляется в мягких условиях в присутствии сульфоанионитного формованного катализатора. Узел синтеза МТБЭ, включающий каталитическую ректификацию совместно с прямоточным реактором, является наиболее универсальным. Он обеспечивает высокую конверсию изобутилена и может быть рекомендован для переработки любых изобутиленсодержащих C_4 -фракций. Процесс осуществляется в

колонном аппарате, заполненном ионитным катализатором в средней зоне и имеющем массообменные устройства в нижней и верхней ректификационных зонах. Внедрение технологических решений позволит увеличить производительность установки за счет повышения выхода продукта, а также снизить энергоемкость процесса за счет выделения в ректификационной системе отработанной фракции углеводородов C₄, не содержащих остаточного количества спирта и эфира, так как нет необходимости проводить ее очистку от спирта.

Литература:

1. Емельянов В.У. Проблемы производства отечественных автомобильных бензинов и пути их решения // Мир нефтепродуктов. 2010. № 3. С. 10-13.

2. Мовсумзаде Э.М., Полетаева О.Ю., Муслимзаде М.Д. Авиационное топливо: XIX -XX вв. М.: Химия, 2006. 241с.

РАЗРАБОТКА МЕР УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ»

Дубовиков Э.А., Худяков К.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Под менеджментом качества на предприятии понимается следующее:

- «Планирование» - установление целей и планов в области качества;
- «Управление» - выполнение требований к качеству;
- «Обеспечение» - создание уверенности у потребителя, что требования к качеству будут выполнены;
- «Улучшение» - увеличение способности предприятия выполнять требования к качеству.

Цели в области качества – конкретные ориентиры, конечные состояния или результаты, которых хотела бы достичь организация или ее подразделения.

Цели должны быть:

- специфические, т.е. приемлемые конкретно для предприятия, подразделения;
 - измеримые, т.е. имеющие количественные исчисляемые характеристики;
- следуя этому принципу, мы создаем четкую базу отсчета для последующих решений и оценки хода работы;
- реальные и достижимые; достижимость цели повышает уверенность и мотивацию персонала;
 - определенные во времени, ориентация цели по времени повышает ответственность руководителя и персонала за ее своевременное достижение.

Главная цель, изложенная в Политике в области качества, — удержание имеющихся и освоение новых рынков сбыта продукции и укрепление имиджа предприятия.

Главная цель Политики сопровождается сопутствующими целями, способствующими ее достижению.

Качество — степень, в какой совокупность присущих характеристик соответствует требованиям.

Требование — потребности или ожидание, которое установлено (чертежами, проектами, потребителем), обычно предполагается (требования предприятия —

технология, техмаршруты) или является обязательным (законодательные требования, ГОСТы).

Анализ деятельности подчиненного подразделения

Особая роль при внедрении стандарта о системе менеджмента качества отводится анализу деятельности подчиненного подразделения.

Что подразумевается под грамотным анализом:

- определение критериев анализа, отражающих сущность процессов, основным свойством таких критериев должна быть измеримость;
- мониторинг (отслеживание) критериев во времени;
- сравнение значений критериев с течением времени, выявление тенденций и закономерностей;
- выработка выводов, корректирующих и предупреждающих действий.

На АО «Волжский Оргсинтез» была проведена работа по внедрению системы управления качеством продукции в связи с возрастающей конкуренцией на рынке сбыта.

На предприятии существуют основные положения по управлению, обеспечению и улучшению качества продукции завода, касающиеся всех производственных подразделений, служб маркетинга, проектирования и сбыта.

Создана служба качества, координирующая все подразделения предприятия в области качества. Служба качества разрабатывает методические рекомендации по качеству. Функционально и административно эта служба подчиняется только Генеральному директору.

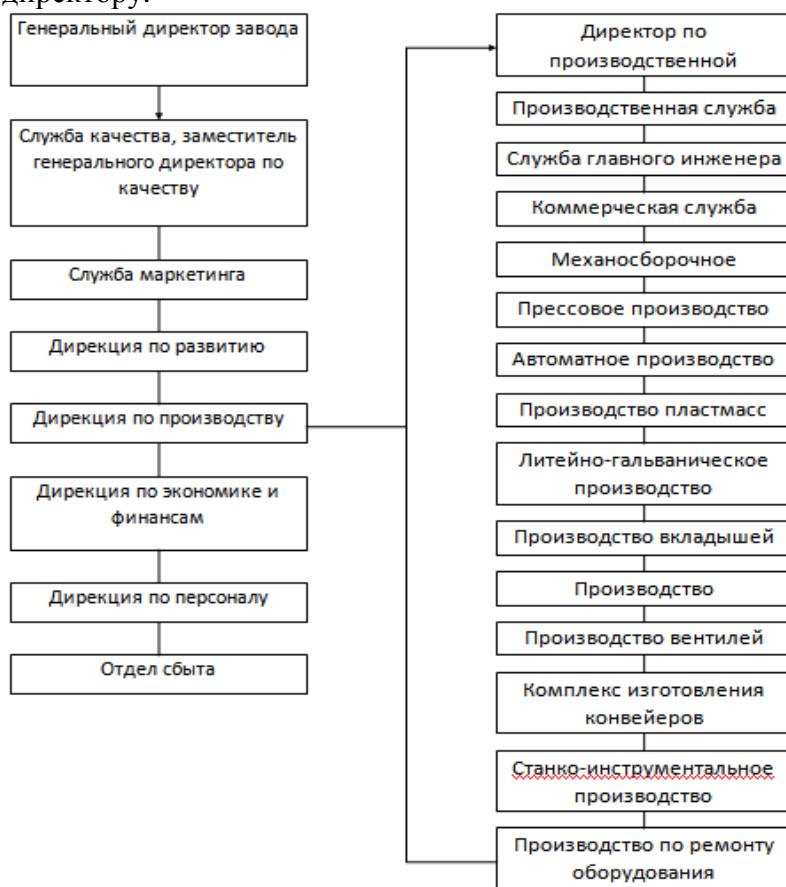


Рисунок 1 .Функциональная подчиненность служб завода службе качества

Совершенствование системы управления качеством продукции Предложения.

Основные направления совершенствования следует рассматривать в следующих аспектах:

1. Расширить круг задач по управлению качеством продукции;
2. Выбрать адекватные экономико-математические модели, позволяющие контролировать качество выпускаемой продукции;
3. Внедрить автоматизированную систему принятия проектных решений по управлению качеством продукции.

АО «Волжский Оргсинтез» следует уделить внимание техническому обеспечению системы управления качеством продукции. Внедрение инновационных технологий позволит наиболее эффективно контролировать процесс производства. Также следует уделить внимание квалификации задействованного персонала, так как чем выше уровень подготовки специалистов, тем эффективней будет происходить процесс контроля качества выпускаемой продукции.

Исходя из концепции международных стандартов по качеству международной организации по стандартизации (ИСО), АО «Волжский Оргсинтез» нужно определить главную цель в области качества: достижение высокой конкурентоспособности продукции на предприятии. Для достижения этой цели необходимо определить ряд сопутствующих задач:

1. Минимизация рисков, связанных с:

- 1.1 Потерей репутации предприятием;

- 1.2 Потерей рынков сбыта;

- 1.3 Предъявлением рекламаций;

- 1.4 Неоправданным расходом трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

Результаты: рост прибыли за счет систематического снижения затрат и издержек, связанных с обеспечением стабильного качества продукции.

Исследование системы качества, существующей на АО «Волжский Оргсинтез».

Согласно результатам исследования предлагаются следующие перспективные пути развития и совершенствования системы качества рассматриваемого предприятия:

- Все элементы и компоненты системы качества должны быть предметом постоянной и регулярной внутренней проверки и оценки.

- Реализация целей системы качества должна обеспечиваться техническим, административным и человеческим факторами, влияющими на качество производимой продукции.

- Система качества должна быть надлежащим образом документирована. На управление качеством большее влияние оказывает достоверность и точность контроля, своевременное обнаружение отклонений в технологическом процессе, прослеживаемость и идентификация.

Литература:

1. Мюллер К. Некоторые аспекты внедрения системы качества в промышленности // Стандарты и качество. 2007. №3 С. 58-64.

2. ГОСТ ISO 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. Дата введения 28.09.2015 г.

3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_менеджмента_качества

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ «ТД «ВОЛТЕРА» И КОНТРОЛЯ ЕЁ КАЧЕСТВА

Гиренко Т.Н., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Полное наименование предприятия: Общество с ограниченной ответственностью «Торговый Дом "ВОЛТЕРА"».

ООО "ТД "ВОЛТЕРА" является заводом и находится в России, городе Волжском, Волгоградской области.

Предприятие в настоящее время специализируется на производстве крупной и мелкой бытовой техники:

- стиральные машины, центрифуги, сушилки и комплектующие;
- жарочные шкафы, электросушилки, чайники и комплектующие.

Товары для птицеводства и фермерства:

- поилки и кормушки;
- перощипальные машины;
- домашний мини-огород;
- корпус внешнего учета (КВУ).

Литье под давлением – метод формования изделий из полимерных материалов. Термопластичный материал нагревается до вязкотекучекого состояния, впрыскивается в пресс-форму и, приобретая конфигурацию ее внутренней полости, затвердевает. Для литья под давлением применяют специальные литьевые машины – термопластавтоматы, на которых устанавливаются литьевые формы.

Этим методом получают большинство изделий из пластмасс. Применение технологии литья под давлением позволяет организовать крупносерийный выпуск продукции с минимальной себестоимостью. Это означает, что за единицу времени выпускается большое количество деталей, поэтому для литейного производства очень важна правильная организация всех технологических процессов.

Технологическая схема производства изделий из термопластов методом литья под давлением включает в себя следующие стадии:

- прием, транспортирование, растаривание, хранение сырья и его входной контроль;
- подготовка сырья;
- подача сырья от участка подготовки к литьевым машинам (термопластавтоматам);
- литье изделий под давлением;
- обработка отливок (зачистка литников, механическая доработка);
- контроль качества готовой продукции;
- упаковка и хранение готовой продукции;
- переработка отходов производства;
- обслуживание и ремонт оборудования и коммуникаций;
- обслуживание и ремонт пресс-форм.

Для качественной работы описанной выше технологической схемы необходимо:

- 1) правильно скомпоновать производственные площади,
- 2) правильно организовать работы каждого подразделения и их взаимодействие между собой,

3) разработать и выпустить качественную продукцию с минимальными отходами и трудозатратами.

Для выполнения первой задачи компоновочные решения производства должны соответствовать принятой в технологическом процессе схеме транспортирования сырья, оснастки, готовой продукции и отходов. Производственные цеха подразделяются на основные (литьевое производство, ремонтно-инструментальное хозяйство и др.), подсобные (складского, энергетического и транспортного назначения), обслуживающие (офисного и бытового назначения), вспомогательные (вентиляция, теплообмен, санитарно-очистные сооружения). Существуют жесткие нормативы на планировку помещений, отопления и вентиляции, размещение оборудования и материалов, организацию проездов, проходов, рабочих мест и мест складирования.

Причины образования брака при литье под давлением.

1. Спаи (холодные спаи, сварные швы, стыковые швы).

В период заполнения формы на поверхности изделия могут образовываться спаи, или их ещё называют другими терминами – холодные спаи, сварные швы, стыковые швы.

Спаи образуются в результате соединения двух (или нескольких) потоков расплава, образующихся при заполнении материалом формы.

Для снижения влаги материал нужно тщательно сушить перед переработкой.

Важную роль в устранении спаев играет тщательная проработка расположения литников и вставок на стадии проектирования изделия.

Спай можно устранить декорированном поверхности изделия, если спай не удалось устранить при проектировании изделия. В месте возможного образования спая делают так называемую "шагреновую кожу". Для чего в форме делают определенные рифления.

Устранению спая способствует увеличение размеров поперечного сечения впусков.

2. Волнистая поверхность.

"Волнистая" поверхность обычно образуется на изделии, если форма заполняется на двух режимах.

Увеличить текучесть материала и обеспечить заполнение формы на первом режиме можно добавлением к основному материалу модифицирующих добавок.

Если есть возможность, то для устранения рассматриваемого дефекта нужно перейти на более низковязкую марку полимера.

3. Серебристые полосы.

При течении гигроскопичных полимеров, если они недостаточно хорошо высушены, на поверхности фронта потока или около его внутренней поверхности находятся пузырьки влаги.

После того, как пузырьки влаги достигли фронта потока, они начинают двигаться вместе с фронтом перпендикулярно основному потоку течения и доходят до стенок формы. На стенке формы пузырьки влаги расплющиваются и растягиваются по направлению течения материала. На поверхности изделия образуются характерные блески от влаги – серебристые полосы.

Для устранения серебристых полос на поверхности изделий материал перед переработкой нужно тщательно сушить для уменьшения в нем влаги.

Уменьшению "серебра" на поверхности изделий способствует понижение температуры материала T_l и снижение скорости заполнения формы Q .

4. Облой (подлив, грат).

Причины образования облоя могут быть разные.

Одна из причин заключается в том, что в процессе формования (в период заполнения или нарастания давления) в форме возникают высокие давления. Это особенно характерно для тонкостенных изделий и изделий с длинными путями течения. Усилие, возникающее в форме, может превысить усилие запаривания формы.

В этом случае половинки формы приоткрываются, и в образовавшийся зазор затекает материал. На изделии образуется облой. Его также называют подливом или гратом.

Такой вид брака приводит к дополнительной обработке изделий (зачистке) и перерасходу материала.

Эффективным способом устранения облоя является организация режима формования со сбросом давления. Такой режим предотвращает развитие в форме чрезмерно высоких давлений.

5. Пригары.

Пригары – вид брака, при котором в крайних от литников областях изделия образуются обугленные точки или участки.

Для устранения этого дефекта при проектировании формы требуется предусмотреть каналы для выхода воздуха.

В случае возникновения этого дефекта на уже изготовленных формах следует уменьшить объемную скорость впрыска Q . Уменьшению пригаров способствует также снижение давления литья.

Таблица – Виды контроля.

Признак классификации	Вид контроля
Стадия технического контроля	Контроль опытного образца, производственный контроль, контроль при эксплуатации
Стадия производственного процесса	Входной, операционный, контроль качества готовой продукции, транспортирования, хранения
Вид воздействия	Разрушающий, неразрушающий
Объем контролируемой продукции	Сплошной, выборочный
Цель контроля	Приемочный. Управление качеством продукции
Характер контроля	Инспекционный, летучий
Принимаемое решение	Активный, пассивный
Применение средств контроля	Органолептический, визуальный, инструментальный
Характер поступления продукции на контроль	Партиями, непрерывный
Контролируемый параметр	По количественному признаку, по качественному признаку, по альтернативному признаку
Степень участия оператора в контроле	Ручной, автоматизированный

Мы установили, чтобы литье пластмассы мелкосерийное или в промышленных масштабах было наиболее качественным, необходимо при изготовлении устанавливать

комплексный поход, поскольку отдельные меры не приводят к достижению той или иной цели.

Чтобы проводить систематический контроль, а также объяснять и устранять дефекты, производитель данного производства должен использовать хорошую, исправную конструкцию пресс-формы, а также быть уверенным в правильной установке параметров машин и технологических параметров переработки, режимов литья, а также должен контролировать входной контроль полимерного материала во избежание бракованного или некачественного материала.

Литература:

1. Бихлер М. Литье под давлением: кратко и ясно. Нижний Новгород, НПП "Симплекс", 2000. - 74 с.
2. Бихлер М. Детали из пластмасс - отливать без
3. Власов С.В., Кандырин Л.Б., Кулезнев В.Н. и др. Основы технологии переработки пластмасс. Учебник для ВУЗов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Химия, 2004. — 600 с.
4. Калинин Э.Л. Справочное пособие для эффективного литья пластмасс под давлением: технология, материалы, оснастка. М.: б/м, б/г. – 253 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ИНЭЛ» И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В ЦЕЛОМ

Пискунова А.А., Тиханкин Г. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Развитие современных производств невозможно представить без научно-технического процесса в виде цифровых технологий, роботизации или, по крайней мере, автоматизации отдельных участков. Научно-технический прогресс берет свое начало с непрерывного совершенствования современных технологий, которые характеризуются усложнением конструкций, более усиленными требованиями потребителей к качеству и его постоянному совершенствованию, а также технико-экономическим показателям выпускаемых изделий. Кроме того, ежегодно расширяется с геометрической прогрессией номенклатура изделий, и увеличиваются темпы сменяемости моделей.

На любом производстве, без исключения, осуществляется планирование, которое разделяется на уровни применительно к предприятию: межцеховой и внутрицеховой. Планирование на уровне предприятия является сравнительно несложной задачей, решаемой высшим руководством и без привлечения специальных средств автоматизации. Однако планирование на вышеперечисленных уровнях является первостепенными задачами автоматизированных систем управления (АСУ) производством. При этом отметим, что планирование на внутрицеховом уровне самое сложное, потому как имеет дело с такими элементарными объектами учёта, как:

технологический процесс, рабочие, станки, вспомогательное оборудование, технологическая оснастка, заготовки, материалы и т.д.

Составление оперативно-календарного плана запуска/выпуска деталей для производственных участков – трудоемкая работа, требующая предварительного глубокого анализа реальных условий производства в каждом цехе, выявления характерных особенностей и рациональных элементов в сложившейся системе планирования.

В данной статье нами рассмотрено применение экспертных систем в области промышленного сектора, т.н. программные продукты, применяемые в проектировании, аналитике и прогнозировании на предприятиях.

Предприятие ООО «ИНЭЛ» является разработчиком и производителем пластмассовых, резинотехнических, полиуретановых, фторопластовых изделий и термоэластопластов.

Актуальной и приоритетной задачей ООО «ИНЭЛ» в настоящее время является выведение производства на новый уровень, а значит необходимо проанализировать работу производственных участков и выявить проблемные вопросы, решение которых поможет в разработке мероприятий по повышению эффективности предприятия в целом.

Нами был проанализирован один из производственных цехов – участок производства неформовых изделий, где требуются доработки в вопросе оптимизации планирования загрузки оборудования и учёта заготовок и материалов.

На межцеховом уровне планирования невозможно оперативно реагировать на изменения производственной ситуации в конкретном цехе (на отсутствие, к примеру, управляющей программы (УП) для станков, отсутствие заготовок, выход оборудования из строя и др. сбои) и, как правило, для учёта подобных обстоятельств просто увеличивается нормативная трудоемкость изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ). В результате, часто возникают ситуации, когда современное дорогостоящее оборудование недогружено и, соответственно, нерентабельно.

Одним из основных путей повышения коэффициента загрузки оборудования является составление производственного расписания его работы, контроль выполнения и оперативная коррекция. Но, как уже было сказано нами ранее, эта задача является достаточно сложной, так как для оптимизации загрузки станков требуется учитывать значительное количество условий и ограничений.

Система автоматизации ОКП для оптимальной загрузки оборудования на участке производства неформовых изделий и механической обработки предназначена для повышения эффективности работы участков за счет возможности оперативной коррекции учёта заготовок и расписания работ согласно текущей производственной ситуации.

Для разработки системы автоматизации ОКП необходимо:

- проанализировать временные потери и выбрать критерии эффективности системы автоматизации;

- разработать алгоритм методики оптимизации плана загрузки оборудования.

Анализ использования непроизводственного времени на участке неформовых изделий и механической обработки показал, что наиболее существенными временными потерями являются:

- время, затрачиваемое на переналадку оборудования при учете, что за ним осуществляют работы поочередно разные операторы с различным заданием;

- время, затрачиваемое на транспортировку заготовок и комплектующих, оснастки и инструмента.

Проанализировав ситуацию, нами был сделан вывод, что само время переналадки изменить нельзя, но можно варьировать порядок запуска деталей, и тем самым изменять время простоя станков, т.е. в качестве критерия эффективности нами было выбрано – наибольшее время простоя станка группы, который должен стремиться к минимальному значению.

Исходными данными для работы системы служат: план производства на месяц, данные о ежедневных корректировках этого плана в виде распоряжений высшего руководства, данные о движении ДСЕ на предыдущих пунктах технологических маршрутов. Благодаря системе штрих-кодирования маршрутных листов, используемых в ООО «ИНЭЛ» благодаря базе данных «1С:Предприятие» и сопровождающих партии ДСЕ, есть возможность вести учёт движения ДСЕ между цехами и получать информацию об обеспеченности заготовками. На текущий момент времени данная система позволяет отслеживать информацию не по всем цехам, поэтому участок производства неформовых изделий и механической обработки только лишь планируется модернизировать путем создания внутри сетевой папки с ограниченным доступом для отслеживания движения материалов, заготовок и комплектующих с помощью автоматизированной системы и, соответственно, активно принимаются предложения.

Также исходными данными являются: время машинное, время наладки, время снятия-установки для каждой операции по деталям. Источником этих данных является предустановленная база данных системы «1С:Предприятие». Каждая управляющая программа здесь проходит процедуру внедрения, для чего разработчик помещает УП в систему «1С:Предприятие» и запускает процесс согласования акта о внедрении в электронном виде (вкладка «Документы и файлы»). В ходе согласования время машинное вносит разработчик УП, время наладки, снятия и установки – начальник цеха.

Алгоритм методики оптимизации имеет следующий вид:

1. Пользователь формирует список согласно актуальным данным по ДСЕ и устанавливает граничные условия (очередность раскладки деталей по изделиям согласно принципу FIFO¹, выбор оборудования, которое должно быть задействовано, настройка производственного календаря);

2. Пользователь запускает процедуру оптимизации. В ходе каждой итерации этой процедуры значения параметров (порядковые номера ДСЕ) рассчитываются в соответствии с выбранным методом оптимизации;

3. Выполняется корректировка блоков операций с учетом наложения времени наладки/переналадки, снятие и установки деталей/оснастки, а также регламентированных перерывов и пересменок.

В результате система автоматизации оперативно-календарного планирования для оптимальной загрузки оборудования на участке производства неформовых изделий и механической обработки должна позволять составлять расписания загрузки оборудования и помогать в реализации учёта заготовок и материалов согласно различным производственным условиям и ограничениям, а также дать возможность оператору участка оперативно реагировать на изменения производственной ситуации.

Литература:

1. Каменев, Д. Ю. Реализация особенностей экспертных систем реального времени в управлении на машиностроительных предприятиях и организации бизнеса /

¹ Принцип FIFO – «первым пришёл, первым ушёл» – то, что на склад пришло в первую очередь, уходит первым по востребованию (материал, заготовки и полуфабрикаты – в производство, продукция – заказчику).

Д. Ю Каменев, А. Ю. Лукьянчиков, А. А. Мордвинов // Сборник научных трудов 7-й Международной научно-практической конференции. Техника и технологии: пути инновационного развития. – Курск, 29-30 июня 2018 г. – С. 130-133

2. Особенности разработки оперативно-календарных планов (ОКП). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.market-pages.ru/manpred/14.html> (дата обращения 15.05.2019).

3. Пискунова, А. А. Анализ современных систем управления технологическими процессами многономенклатурного производства ООО «ИНЭЛ» с целью повышения эффективности работы производственных участков / А. А. Пискунова, Г. А. Тиханкин // XIV межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» [Электронный ресурс] : Сборник материалов конференции / Под редакцией С.И. Благина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Волжский, 2018 г. – С. 185-189

4. Тюменцева, К. В. Система автоматизации оперативно-календарного планирования для оптимальной загрузки оборудования на участке станков с ЧПУ / К. В. Тюменцева, Д. С. Мальгавко // Материалы Всероссийской молодежной научно-технической конференции. Информационные технологии в науке и производстве. – Омск, 09-10 февраля 2015 г. – С. 172-175.

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСОСНАСТКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ

Пушкарев О.И., Варакина Н.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В связи с расширением объема использования в промышленно развитых странах изделий порошковой металлургии из высокотвердых материалов (технической керамики, абразивов, тугоплавких соединений и др.) и интенсификацией процессов их производства большое значение приобретают вопросы упрочнения поверхностей трения используемой при этом технологической оснастки. Твердость частиц прессуемых изделий в 2-3 раза превышает твердость самой прочной инструментальной стали, поэтому упрочнение стальных деталей традиционными методами (закалка, азотирование, борирование и т.п.) не дает существенного увеличения их поверхностной микротвердости и износостойкости.

Изнашивание поверхности прессоснастки при прессовании носит сложный комплексный характер, так как, во-первых, это двухэтапный процесс (собственно прессование и выталкивание), а, во-вторых, абразивные частицы взаимодействуют различным образом друг с другом и изнашиваемой поверхностью в зависимости от тех физико-механических условий, в которые они попадают. Различные условия ведут к различию в видах абразивного изнашивания.

Кроме того, на характер взаимодействия абразивных частиц с изнашиваемой поверхностью при прессовании оказывает влияние соотношение твердостей абразива и поверхности деталей.

Вид изнашивания существенно влияет на выбор метода упрочнения, требований к структуре и твердости покрытия и конструктивным особенностям оправок прессоснастки. Поэтому большое значение для разработки технологии получения

износостойких покрытий имеет изучение специфики процесса абразивного изнашивания при формировании абразивного инструмента.

Нами проведены сравнительные испытания относительной износостойкости прессформ с различными покрытиями при прессовании абразивных кругов на керамической связке в производственных условиях. В качестве рабочей детали прессформ использована оправка, формообразующая посадочное отверстие круга. Особенности ее изнашивания являются высокие давления (до 30 МПа), отсутствие смазочной пленки, комбинированный характер силового воздействия (нормальное и касательное) и незначительный допуск на износ (0,1 ... 0,2 мм на диаметр).

Испытываемые и контрольные оправки устанавливали одновременно на 6-ти позиционных прессах в производственных условиях, что обеспечивало идентичность изнашивания. Относительную износостойкость ϵ покрытия определяли как отношение износостойкости (по времени работоспособности) испытываемой оправки с упрочненной поверхностью трения к износостойкости контрольной оправки из стали У8 (HRC50).

Для установления корреляционной связи ϵ с физико-механическими характеристиками покрытий определяли методом микровдавливания восстановленную H_d , невосстановленную H_p , микротвердость и микропрочность σ покрытий, которые могут предопределять их абразивную износостойкость.

Испытания микровдавливанием осуществляли при нагрузке на индентор 3,5 Н. Размер отпечатка при этом значительно превышает размеры включений и отдельных фаз изучаемых композиционных материалов, что позволяет оценивать агрегатную прочность испытываемой поверхности, реализуемую в реальных процессах абразивного изнашивания. Коэффициент вариации при подсчете физико-механических характеристик не превышал 0,06 на базе 20 отпечатков индентора. Результаты исследований приведены на рисунке.

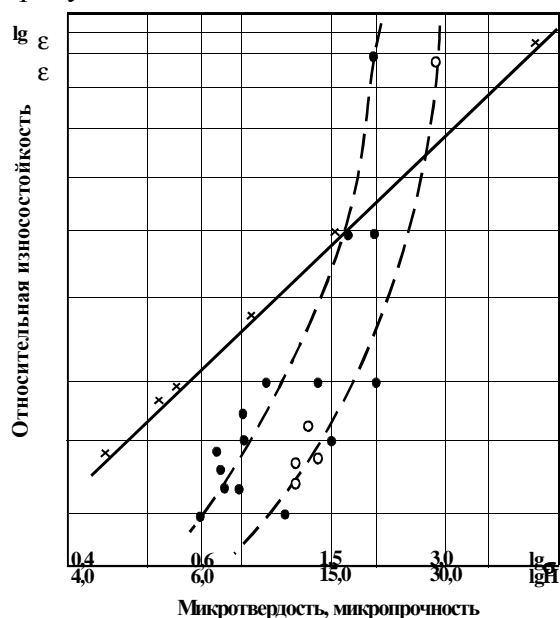


Рисунок – Зависимость параметров микротвердости и микропрочности от относительной стойкости кругов

Исследованы процессы изнашивания поверхностей трения прессовой оснастки при формировании абразивных кругов. Показано, что вид износа существенно влияет на выбор метода их упрочнения. При этом на износостойкость деталей большое

влияние оказывает наличие дефектов на их поверхности, соизмеримых с размерами абразивных зерен.

Литература:

1. Шмелева, Н. М. Контролер работ по металлопокрытиям: учебник / Н. М. Шмелева. - М.: Машиностроение, 2005. - 176 с.
2. Когут, А. Е. Эффективность повышения качества продукции в машиностроении: учебник / А. Е. Когут. - Л.: Машиностроение, 2000. - 240 с.
3. Вайнер, Я. В. Оборудование цехов электрохимических покрытий: учебник / Я. В. Вайнер, М. А. Дасоян. - Л.: Машиностроение, 2001. - 150 с.
4. Богачев, Н. Н. Опыт функционирования подразделений по управлению качеством в промышленности: учебник / Н. Н. Богачев, С. Е. Демент. -Л.: ЛДНТП, 2003.-28 с.
5. Плетнев, Д. В. Основы технологии износостойкости антифрикционных покрытий: учебник / Д. В. Плетнев, Н. В. Брусенцова. - М.: Машиностроение, 2006. - 152 с.
6. Металлопокрытия в автомобилестроении: Справочное пособие / Н. А. Макарова, М. А. Лебедева, В. Н. Набокова. - М.: Машиностроение, 2007. - 292 с.
7. Основы стандартизации и контроля качества: справочное пособие / под ред. В. В. Ткаченко. - М.: Изд-во стандартов, 2003. - 432 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РЕЗА ТРУБ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»

Пушкарев О.И., Назаренко С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Разрезка горячего металла фрикционными дисками является неотъемлемой частью на металлургических и трубопрокатных предприятиях России и за рубежом. Основное достоинство данного метода резки – это технологическая простота, дешевизна и высокая производительность реза.

Важнейшими показателями эффективности процесса горячего разделения трубы является качество торца после реза.

Несмотря на применение в трубном производстве импортных пил, изготовленных из высококачественных сплавов, качество получаемого торца трубы, является узким местом в процессе термофрикционного резания, а значит, исследование и усовершенствование процесса горячей резки трубы является актуальной задачей, особенно в условиях современного автоматизированного производства.

В процессе горячей резки трубы на линии пресс 2000 ТПЦ-2 АО «ВТЗ» на торцах трубы образуются крупные заусенцы неконтролируемой формы, которые портят поверхность соляных ванн, используемых в дальнейшей технологической обработке поверхности трубы, и в случае закрытия заусенцем внутренней полости существенно усложняется технологический процесс их очистки (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Торец углеродистой трубы после горячего реза на линии пресс 2000 ТПЦ-2 АО «ВТЗ»

На рисунке 1 представлена фотография торца углеродистой трубы после горячего реза. Внутренне отверстие трубы частично закрыто «верхним» заусенцем, в то время как на нижней части торца трубы присутствует крупный заусенец, имеющий прочное крепление с трубой.



Рисунок 2 – Фотография нижнего заусенца на торце трубы диаметром 58 мм, после реза классической пилой

Из рисунка 2 видно, что нижний заусенец имеет значительные размеры как по длине, так и по толщине, а также прочную связь с трубой. Анализ формируемых заусенцев на торцах труб показал их зависимость от диаметра и толщины трубы. Заусенцы имеют внешнюю хаотично формируемую форму, занимают большую часть периферии торца. Трубы малого диаметра часто имеют полностью либо частично закрытое заусенцем торцевое отверстие.

Негативные моменты от формирования заусенцев:

- исключается применение механических операций по их удалению из-за больших ударных нагрузок на фасочные резцы;
- крупные заусенцы портят внутреннюю поверхность технологических ванн, применяемых для обработки поверхности трубы растворами;
- увеличивается трудоемкость процесса обработки труб растворами из-за закрытия заусенцами торцов труб;
- повышенный расход металла из-за отрезки дефектных концов труб.

Для анализа динамики процесса горячей резки трубопроката применялся комплекс скоростной видеосъемки ВидеоСпринт (VS – FAST) (Рисунок 3) компании ЗАО «НПК – ВидеоСкан» и программное обеспечение SDK v 39.



Рисунок 3 – Фотография нижнего заусенца на торце трубы диаметром 58 мм, после реза классической пилой

Измерение температуры трубы, а также металла, выносимого из зоны резания в виде капель, производилось с помощью лазерного пирометра ПИТОН – 101 (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Пирометр ПИТОН – 101

Для исследования пилы с классической геометрией и пилы с новой геометрией с целью получения экспериментальных значений величин износа зубьев пилы проводились измерения следующих параметров:

- высота зуба пилы (мм),
- длина и ширина верхней площадки зуба пилы (мм),
- высота деформированной части зуба пилы (мм),
- смещение зуба пилы относительно основания (мм).

Для измерения длины и ширины верхней площадки зубьев пильного диска использовался электронный штангенциркуль, а для измерения высоты и смещения зуба пилы применялась микрокатерная головка на магнитной стойке (Рисунок 5).



Рисунок 5 - Микрокатерная головка на магнитной стойке

Обработка результатов экспериментальных данных качества торцов труб из углеродистой и нержавеющей стали после резки классической пилой.

Для исследования полученных результатов измерений заусенцев на торцах труб, выборка из 100 измерений разбивалась на несколько интервалов и определялась частота попадания полученных значений в каждый интервал.

По этим значениям был построен полигон распределения. Принималась гипотеза о законе распределения размеров заусенцев в виде нормального (Гаусса) закона распределения. Уравнение кривой закона Гаусса имеет вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

где σ – стандартное отклонение случайной величины,
 μ – математическое ожидание случайной величины.

Проверка гипотезы проводилась по критерию Пирсона. Нахождение величины из экспериментальных данных производится из выражения:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - P_i)^2}{P_i} \quad (2)$$

где k – количество интервалов,
 f_i – частота ($f_i > 5$);
 n – количество элементов в выборке ($n > 50$)
 P_i – вероятность попадания случайной величины в i -й интервал, при условии, что x имеет теоретическое распределение.

$$\chi^2_{табл} = \chi^2_{табл} \quad (3)$$

Сравнение экспериментального критерия с табличным χ^2 подтверждает правомочность выбора закона Гаусса в качестве закона распределения размеров заусенцев на торцах труб.

После резки труб из углеродистой стали диаметром 58 мм классической пилой были получены следующие значения толщины нижнего заусенца:

- 1) минимальное значение 2,20 мм;
- 2) среднее значение 2,35 мм;
- 3) максимальное значение 2,50 мм;
- 4) стандартное отклонение 0,05 мм.

Величина экспериментального критерия равна 6,85 меньше табличного (χ^2 равного 9,5), что подтверждает правомочность выбора закона Гаусса в качестве закона распределения толщины заусенца на торце трубы.

После резки труб из нержавеющей стали диаметром 58 мм классической пилой были получены следующие значения толщины нижнего заусенца:

- 1) минимальное значение 1,50 мм,
- 2) среднее значение 1,75 мм,
- 3) максимальное значение 2,00 мм,
- 4) стандартное отклонение 0,09 мм.

Величина экспериментального критерия $\chi^2_{\text{эксп}}$ равна 8,24 меньше табличного (χ^2 равного 9,5), что подтверждает правомочность выбора закона Гаусса в качестве закона распределения толщины заусенца на торце трубы.

После резки труб из углеродистой стали диаметром 58 мм классической пилой были получены следующие значения длины нижнего заусенца:

- 1) минимальное значение 10,00 мм,
- 2) среднее значение 11,54 мм,
- 3) максимальное значение 13,00 мм,
- 4) стандартное отклонение 0,51 мм.

Величина экспериментального критерия $\chi^2_{\text{эксп}}$ равна 5,76 меньше табличного (χ^2 равного 9,5), что подтверждает правомочность выбора закона Гаусса в качестве закона распределения толщины заусенца на торце трубы.

После резки труб из нержавеющей стали диаметром 58 мм классической пилой были получены следующие значения длины нижнего заусенца:

- 1) минимальное значение 11,00 мм,
- 2) среднее значение 12,03 мм,
- 3) максимальное значение 13,00 мм,
- 4) стандартное отклонение 0,34 мм.

После проведения указанных выше экспериментов на предприятии установлена необходимость модернизации классической пилы, так как избыточное выделение тепла приводит к тому, что наблюдается пластическая деформация зубьев классической пилы, что приводит к преждевременному износу пилы, появлению вибраций, нестабильности процесса резания, а также к образованию крупных заусенцев на торце трубы и закрытию внутреннего отверстия труб малого диаметра.

Для переточки пил на АО «ВТЗ» необходимо останавливать процесс прессования труб, снимать пильный диск, устанавливать новый, доставлять диск на заточный станок, производить переточку. Всё это сокращает возможный выпуск труб и обеспечивает дополнительные затраты.

Применение пил с новой геометрией позволит сократить необходимость переточки пил в 6 раз по сравнению с пилами отечественных производителей, выполненных преимущественно из стали 65Г и в 2,5 раза по сравнению с пилами австрийского производства, выполненными из стали 50ХГФА.

Образуемые заусенцы на торцах труб после фрикционной резки пилой с новой геометрией не представляют сложности по их удалению на существующих фасонных операциях, что позволит сохранить задний конец трубы и уменьшить расходный коэффициент на металл.

Внедрение пилы с новой геометрией позволит сократить количество требуемых переточек и простой оборудования.

Литература:

1. Банников, А.И. Износ при термофрикционном резании пилой с измененной геометрией / А.И. Банников, О.А. Макарова, А.И. Курченко, А.А. Банников, // Известия ВолгГТУ. Серия "Прогрессивные технологии в машиностроении". Вып. 4 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – No 9. – 8 – 9 с.

2. Зарубицкий, Е.У. Теплофизические процессы при термофрикционной обработке / Е. У. Зарубицкий, Н. В. Талантов, Т. П. Костина. – Ворошиловград: ВМИ, 2015. – 8 с.

3. Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов / А. С. Зубченко, М. М. Колосков. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 2016. – 784 с.

СПОСОБ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЗОРОВ МЕЖДУ ПАРАМИ ТРЕНИЯ-СКОЛЬЖЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ДУПЛЕКСАЦИЕЙ

Санинский В. А., Карпов В. Г., Корнеев И. Д.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Под предварительным натягом подшипников понимают создание контактных деформаций тел качения беговыми дорожками подшипниковых колец [1, 2]. Величина такого натяга составляет от 2 до 5 мкм в зависимости от диаметра.

Операция дуплексации подшипников создает предварительный натяг в узле, включающем от двух и более подшипников, установленных в одной опоре, и позволяет повысить жесткость и виброустойчивость вала или шпинделя в радиальном и осевом направлении путем относительного смещения наружного и внутреннего колец под действием осевой силы A (рис. 1) [1].

Причем величина этой силы должна быть несколько больше усилия рабочей нагрузки с тем, чтобы при работе подшипника натяг полностью не устранился.

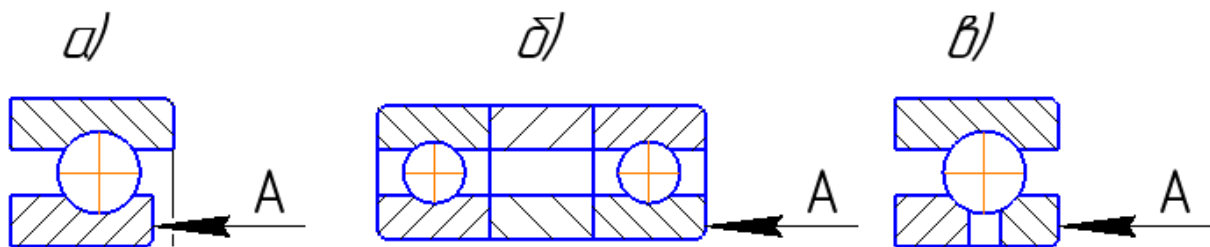


Рис.1 – Методы дуплексации шариковых регулируемых подшипников

Предварительный натяг подшипников может быть осуществлен следующими способами:

1. Путем предварительной сошлифовки торцев внутренних колец подшипников (рис. 1 а) при приложении осевого усилия A .

2. Путем установки между кольцами подшипников распорных втулок различной длины (рис. 1 б).

С помощью специальных конструкций подшипников, например, фирмы SKF (рис. 1 в).

При такой величине натяга защемления тел качения не происходит, а жесткость и точность вращения шпинделя значительно повышается.

Обычно вначале сборки производится подбор и дуплексация, например, шпиндельных подшипников. В результате подбора подшипников определяют значения их радиальных биений и выполняют одностороннюю ориентацию. Затем доводят

посадочные поверхности подшипников и шпинделя по пятну контакта (по краске) не менее 80%. Шероховатость сопрягаемых поверхностей $Ra=(0,6...0,32)$ мкм.

В радиальных шарикоподшипниках предварительный натяг создается посредством осевого смещения колец подшипников с использованием дистанционных колец.

В двухрядных роликовых подшипниках типа 3182100 предварительный натяг в радиальном направлении создается осевым смещением внутреннего кольца подшипника по конической шейке шпинделя.

Рассмотрим методику создания предварительного натяга подшипника типа 3182100 на примере передней опоры шпинделя горизонтально фрезерного станка.

Предварительный натяг подшипника осуществляется следующим образом.

Вначале устанавливают внутреннее кольцо 2 и подтягивают его по конусу вращением вручную гайки 1 при утопленном подпружиненном фиксаторе 7. Затем измеряют расстояние L_0 от торца шпинделя 8 до торца кольца концевыми мерами с высокой точностью.

Необходимую величину осевого смещения L для создания радиального натяга $= (2...4)$ мкм определяют по формуле:

$$L = C (0 + a),$$

где C – коэффициент, учитывающий радиальную жесткость шпинделя, выбираем по табл. 4 в зависимости от соотношения d_0/d ; d_0 – диаметр отверстия в шпинделе, мм; d – средний диаметр отверстия внутреннего кольца, мм; 0 – начальный радиальный зазор в подшипнике, мм (принимают $0 = 0,02...0,04$ мм) – необходимый радиальный натяг, принимают $= 0,002...0,04$ мм; a – постоянная величина зазора, учитывающая тепловые деформации шпинделя, принимают $a = 0,01$ мм.

Таблица 4 - Радиальная жесткость шпинделя

d_0/d	0,2	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
C	14	15	15,5	16	16,5	17,3	18,5	20,2

Необходимую толщину L дистанционного кольца 3 определяют по формуле:

$$L = L_0 * L$$

Для удобства его установки в зазор L_0 кольцо выполняют разрезным, состоящим из двух полуколец и после монтажа связывают проводом или удерживают гайкой 4. Затем производят затяжку гайки 1 и проверяют температуру подшипникового узла при холостом ходе и при резании. Допустимая температура нагрева подшипников – 500 °С.

По такой же методике проводится регулировка предварительного натяга подшипников при ремонте шпиндельных узлов.

В подтверждение такого положительного технико-экономического эффекта, получаемого на основе доказанной технической новизны решений, нужно выполнить расчеты: величины радиальных зазоров между роликами, величины смещения 2-х сепараторов, расчет нагрузки; жесткости и долговечности; числа роликов; момента трения. В конце – заключение по результатам разработок и исследованию в сравнении со стандартным подшипником идентичных параметров.

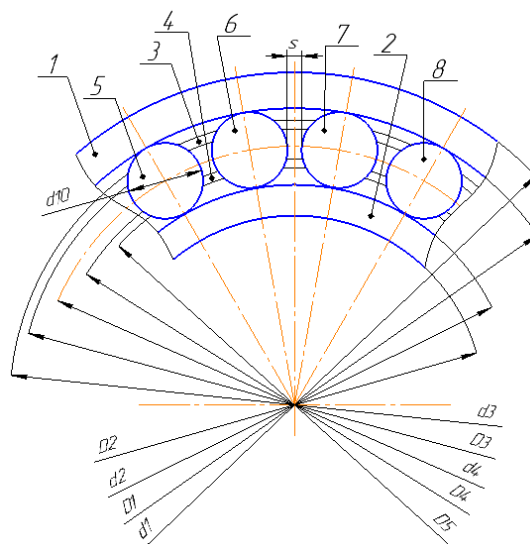


Рис. 2 – Расчетная схема параметров разработанного двухсепараторного роликоподшипника: 1 – наружное кольцо; 2 – внутренне кольцо; 3 и 4 – смещенные сепараторы; 5, 6, 7, 8 – тела качения (ролики); s – радиальный зазор между телами качения; $d1$ – наружный диаметр наружного кольца; $d2$ – наружный диаметр внутреннего сепаратора; $d3$ – внутренний диаметр наружного кольца; $d4$ – наружный диаметр внутреннего сепаратора; $d5$ – внутренний диаметр внутреннего сепаратора

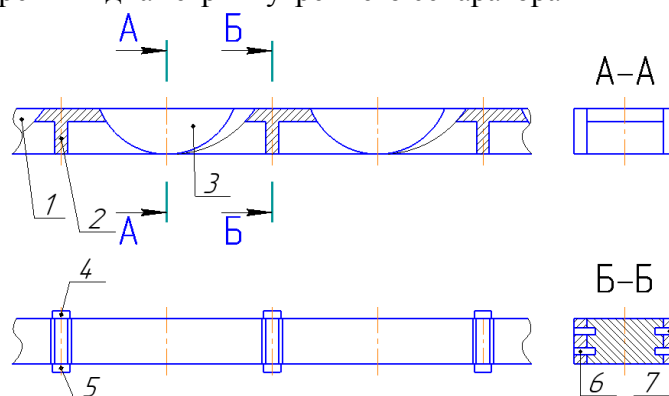


Рис. 3 – Фрагмент нижнего кольцевого сепаратора: 1 – корпус сепаратора; 2 – ребро жесткости; 3 – лунка сепаратора под ролик; 4 – левая накладка для удержания роликов от выпадания из лунок 3; 4 – правая накладка для удержания роликов от выпадания из лунок 3

На рис. 4 представлен фрагмент подшипника с симметрично расположенными сепараторами: 1 – сепаратор наружного кольца подшипника; 2 – сепаратор внутреннего кольца подшипника; 3 – наружное кольцо; 4 – внутренне кольцо; 5, 6 – тела качения; 7 – радиальные ребра жесткости сепараторов 1 и 2, соответственно; $S_{m.k.} = 5 \dots 10$ мкм – нормируемое расстояние между телами качения, необходимое и достаточное для их смазки.

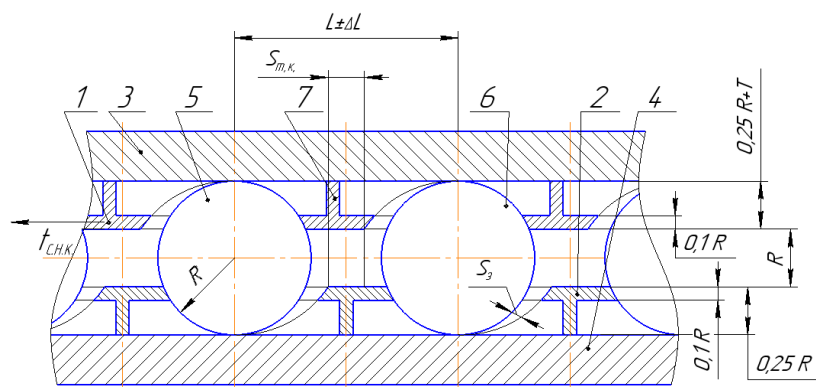


Рис. 4 – Фрагмент сборного сепаратора после дуплексации, состоящего из наружного и ленточного и кольцевого внутреннего

Показанный на рис. 4 фрагмент подшипника качения, который содержит концентрически расположенные сепараторы, содержащие координирующие элементы в виде окон, выполненных с жесткими координатами $L \pm \Delta L$, где $L = \square (R, S_3, S_{m.к})$ относительно друг друга и размерами R , где S , т.к. зазор между телами качения и поверхностью координирующих элементов (окон).

В отличие от известного способа сборки известных конструкций он может, в зависимости от технологии и исполнения одного из трех вариантов сепараторов, иметь три варианта сборки подшипника качения.

Поскольку подшипник может содержать от одного до двух подвижных относительно друг друга наружного и внутреннего концентрических сепараторов в виде колец, каждое из которых выполняют с одинаковым количеством окон, то сепараторы можно применять в двух вариантах одиночного применения: по одному с наружным или внутренним кольцами подшипников или вместе, или третий вариант – совместно, образуя в этом случае сборный двухсепараторный подшипник, в котором наружный и внутренний сепараторы скреплены боковыми планками посредством штифтов или точечной сварки.

Соответствие форм выемок и тел качения, а также точное базирование тел качения в выемках обеспечивают более точное фиксированное расположение тел качения. При этом исключается касание между телами качения, что исключает трение между ними, а также минимизируется трение по поверхности контакта тел качения и сепараторов. В совокупности обеспечивается снижение износа и повышение срока службы.

Таким образом, способы сборки подшипников качения с одиночными или сборными сепараторами, содержащими наружные и внутренние кольца с дорожками качения, расположенными между ними телами качения, после установки их в окна сепараторов соосно с фасонными выемками, формы которых соответствуют профилю контактных поверхностей тел качения, обеспечивают снижение износа и повышение срока службы и надежности подшипника качения.

Способ сборки подшипника качения характеризуется тем, что позволяет создать условия для снижения влияния сепараторов на точность координирования тел качения и уменьшить число тел по сравнению с сепараторными подшипниками качения. Достигается это путем усовершенствования технологии сборки подшипника качения с сепараторами, которые при сборке смещают от центра подшипника, на равное удаление их осевой окружности от линии наибольшего сближения тел качения.

Предложенные способы сборки сепараторов с наружными и внутренними кольцами подшипника качения позволяют устанавливать в подшипнике тела качения

на минимально возможном расстоянии, достаточном для смазки и при этом обеспечить их технические характеристики, в частности, скорость вращения, присущее бессепараторным. По данным, минимально необходимые для поддержания достаточной смазки зазоры между ними составляют пределы 5-10 мкм.

Особенностью сепараторов и сборки их с телами качения в том, что их устанавливают так, что они не занимают пространство между рабочими поверхностями тел качения, т.е. сепараторы располагают ближе к дорожкам качения. Получение технико-экономического эффекта стало возможным в результате применения новых приемов сборки сепараторов, установленных эквидистантно дорожкам внешнего и внутреннего колец подшипника.

Вывод. Разработанная методика дуплексации подшипников качения путем управления зазорами между роликами и координирования их относительно друг друга различными по профилю окнами сепараторов, смещенными относительно дорожек ВК и НК колец на расчетное расстояние, позволяет создать возможности для обеспечения равномерности зазоров, их стабилизации, повышения эксплуатационных характеристик подшипников качения.

Литература:

1. chipmaker.ru>topic/33594/
2. studwood.ru>2125532/tovarovedenie/dupleksatsiya.
3. Санинский, В.А. Способ сборки подшипников качения / В.А. Санинский, К.В. Худяков, Е.Н. Смирнова // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2016. - № 8 (187). - С. 49-52.
4. Перель, Л. Я. Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник.- М.: Машиностроение, 1083.- 543 с., ил.

ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ РОЛИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ

Санинский В. А., Саразов А. В., Корнеев И. Д.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Известны два вида зацеплений Новикова, в котором зубья колёс в торцевом сечении очерчены окружностями близких радиусов. Площадка контакта зубьев перемещается не по профилю зуба, как в прямозубом эвольвентном зацеплении, а вдоль него. Угол давления и скорость перемещения не изменяется ГОСТ 17774 -72, ГОСТ 15023 -76.

Зацепления различают двух видов: с одной линией зацепления (ОЛЗ) заплосные или доплосные – с двумя линиями зацепления (ДЛЗ) (рис. 1). Недостаток передачи – наличие трения скольжения между поверхностями зубьев шестерни и колеса этого известного зубчатого зацепления.

Разработано цилиндрическое зацепление роликовой передачи, традиционные виды контакта зубьев передачи заменены телами качения (рис. 2).

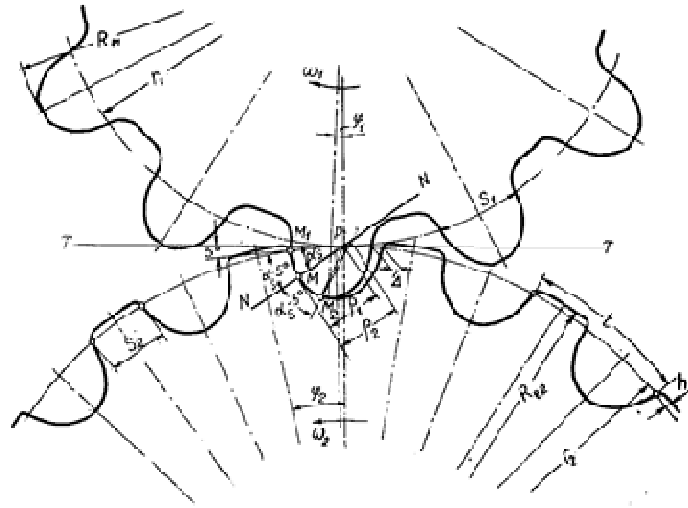


Рис. 1 – профиль зацепления Новикова

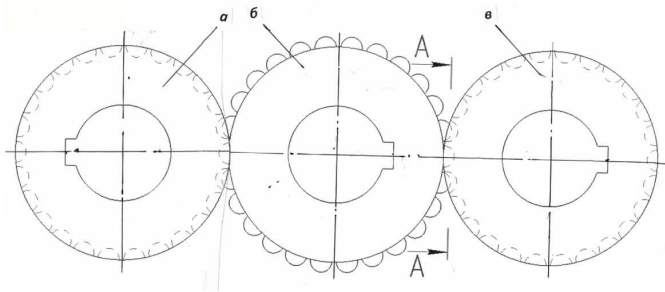


Рис. 2 - Схема цилиндрического зацепления роликовой передачи (ЦЗРП) в двухпарной гитаре цепи настройки металлорежущего станка: а и в – число впадин в сменных колесах со падинами под тела качения; б – число тел качения в промежуточном паразитной колесе с роликами ЦРП

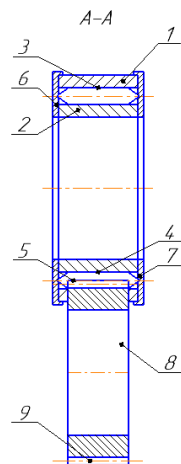


Рис. 3 - Вид сбоку пары ЦЗРП по схеме рис. 1

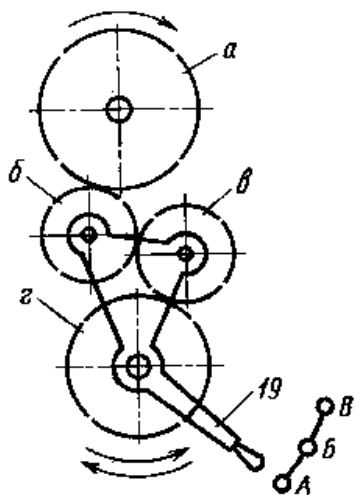


Рис. 2 – Схема применения ЦРП в гитарах для настройки цепи металлорежущего станка: а, б, в, г – числа зубьев сменных шестерен двухпарной гитары

Пример уравнения гитары делительной головки УДГ-180 с характеристикой $N=40$, при настройке его, например, на нарезание винтовых канавок спиральных сверл с шагом канавки P и с шагом ходового винта продольной подачи стола $t_{хв}$ на горизонтально-фрезерном станке мод. 6Н82. Уравнение для определения передаточного отношения для настройки i см. 33 сменных колес гитары с зубчатым зацеплением (33):

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = N \cdot \frac{t_{хв}}{P_{ек}} \quad (1)$$

Чтобы выполнить условие для схемы, показанной на рис. 2, т. е. $б=в$, в гитаре устанавливают одну промежуточную паразитную шестерню.

Тогда передаточное отношение гитары с ЦРП

$$i \text{ см. црп} = (a/б)(б/в) \quad (2)$$

где $б$ – число тел качения в промежуточной паразитной шестерне.

Вывод. Разработанная конструкция позволяет создать условия для замены процессов скольжения между кинематическими парами трения на процессы с характеристиками пар качения, что может повысить технико-экономические характеристики зацепления и в ряде случаев обеспечить замену зубчатых передач с эвольвентными и круглыми формами зубьев на цилиндрические с улучшенными трибологическими характеристиками передач крутящих моментов в редукторах различного назначения, в частности гитарах металлорежущих станков.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ НА ИЗНОС ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНТАКТА РОЛИКОВ

Санинский В.А., Карпов В.Г.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Представлен анализ критического расстояния (КР), пройденного поверхностями тел качения по дорожкам качения наружного кольца (НК) и внутреннего колец (ВК), по которым контактируют тела качения роликоподшипника, при которых может произойти катастрофический износ пар трения.

Известно, что в процессе эксплуатации подшипников качения их тела качения не только перекатываются по поверхности дорожек наружного и внутреннего колец, но и неизбежно проскальзывают относительно дорожек.

Анализ позволяет в некоторых случаях условно рассматривать термин «подшипник качения», что создает условия для теоретического обоснования возможности пересмотра не только терминологии, но методики расчета износостойкости поверхностей контакта в парах трения – качения с учетом возникновения на некоторых участках контакта не только процесса качения, но и трения скольжения. В некоторых конструкциях подшипников качения, на основе предварительных расчетов КР при движении тел качения, на которых происходит перераспределение видов трения-качения и трения скольжения, необходимо определять и учитывать степень их влияния на работоспособность процесса трения скольжения. Установлено, что у подшипников качения с большими диаметрами тел качения влияние трения скольжения в большей степени влияет на абразивный износ из-за разницы длин дорожек качения НК и ВК.

Рассмотрим схему контакта тел качения роликоподшипника с дорожками и двумя сепараторами, установленными выше и ниже окружной оси тел качения (рис. 1).

Существенное отличие подшипника состоит в том, что он снабжен двумя сепараторами, один из которых может контактировать на дорожке качения НК, а другой – на дорожке качения ВК. Оба сепаратора симметрично расположены относительно окружной оси роликов на расстоянии R , и снабжены радиальными ребрами жесткости, обращенными к дорожкам качения и координирующими элементами координации тел качения, выполненными в виде полуцилиндрической формы окон с координатами расположения, обеспечивающими в подшипнике точное положение центров тел качения расстояния $L \pm \Delta L$ (рис. 2) относительно друг друга по осевой линии диаметром d_4 ,

$$\text{где } L = \theta \cdot (R, S_3, S_{\text{м.к.}}); \quad (1)$$

Расчеты величин максимально возможного критического пути L_{max} и минимально возможного критического пути L_{min} , выполненные по формулам (1), (2), (3), позволяют осуществить сравнительный их анализ и определить расстояние, пройденное одной и той же поверхностью тела качения в условиях трения скольжения. Соответственно, для конических поверхностей контакта (рис. 3а);

$$L_{\text{min}} = \pi \cdot d_{\text{конт. к. max}} \cdot n_{\text{max}} \quad (2)$$

$$L_{\text{max}} = \pi \cdot d_{\text{конт. к. min}} \cdot n_{\text{min}} \quad (3)$$

Для сферических поверхностей контакта (рис. 3б);

$$L_{min} = \pi \cdot d_{\text{конт.сф.мах}} \cdot n_{\text{мах}} \quad (4)$$

$$L_{\text{мах}} = \pi \cdot d_{\text{конт.сф.}} \cdot n_{\text{мин}} \quad (5)$$

где $n_{\text{мах}}$ – максимальное число оборотов ролика вокруг его оси до достижения им критического износа в процессе трения скольжения;

где $d_{\text{конт. к. мах}} \cdot n_{\text{мах}}$ – максимальный возможный диаметр контакта поверхностей базовых конических отверстий и торца ролика;

$d_{\text{конт.сф.мах}}$ – максимальный возможный диаметр контакта сферических поверхностей базовых отверстий и торца ролика.

Задача анализа – определить возможный критический путь, пройденный точкой 2, расположенной наиболее близко к оси вращения ролика, до достижения рабочей поверхностью ролика d_p критического износа.

Очевидно, что на износ поверхностей контакта влияет разница длин

$$\Delta S = L_{\text{мах}} - L_{\text{мин}} \quad (6)$$

Можно сделать вывод, что в областях, близких к оси ролика, у конических форм контакт и сферических больше время до критического износа. Это время определяется в зависимости от длины пути $L_{\text{мах}}$ и $L_{\text{мин}}$.

(7)

где $L_{\text{мин}}$ – минимально возможный критический путь, пройденный точкой 2 расположенной наиболее близко к оси вращения ролика, до достижения рабочей поверхностью ролика d_p критического износа;

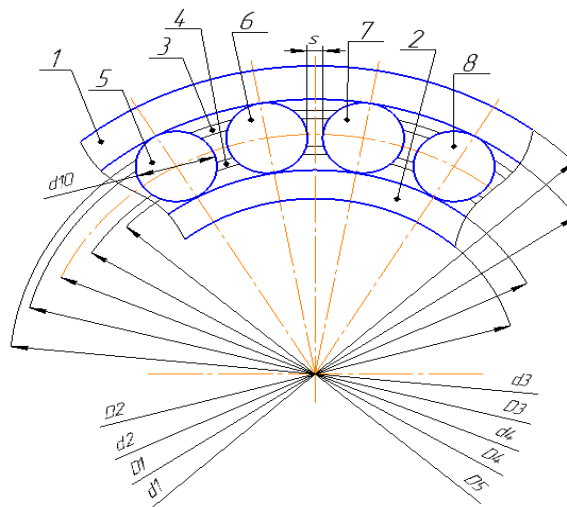


Рис. 1 – Вид подшипника с симметрично расположенными сепараторами: 1 – сепаратор наружного кольца 3 подшипника; 2 – сепаратор внутреннего кольца подшипника; 3 – наружное кольцо; 4 – внутренне кольцо; 5, 6 – тела качения; 7 – радиальные ребра жесткости сепараторов 1 и 2, соответственно ; $S_{\text{м.к.}} = 5 \dots 10$ мкм – нормируемое расстояние между телами качения, необходимое и достаточное для их смазки

На рис. 2 представлен фрагмент роликоподшипника с увеличенными формами.

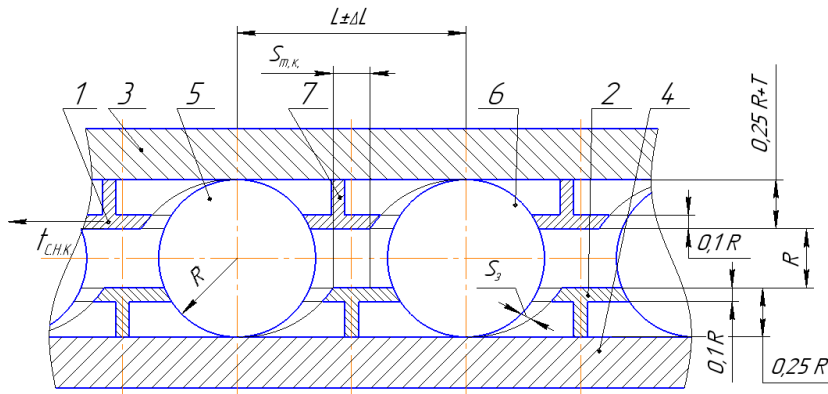


Рис. 2 – Увеличенный фрагмент элемента координации подшипника большого диаметра: 1 – сепаратор наружного кольца 3 подшипника; 2 – сепаратор внутреннего кольца подшипника; 3 – наружное кольцо; 4 – внутренне кольцо; 5, 6 – тела качения; 7 – радиальные ребра жесткости сепараторов 1 и 2, соответственно; $S_{m.k.} = 5 \dots 10$ мкм – нормируемое расстояние между телами качения, необходимое и достаточное для их смазки; радиус тела качения $R = d/2$

Новый технический результат – снижение износа и повышение срока службы и надежности подшипника качения достигнут в конструкции подшипника, показанного на рис. 3.

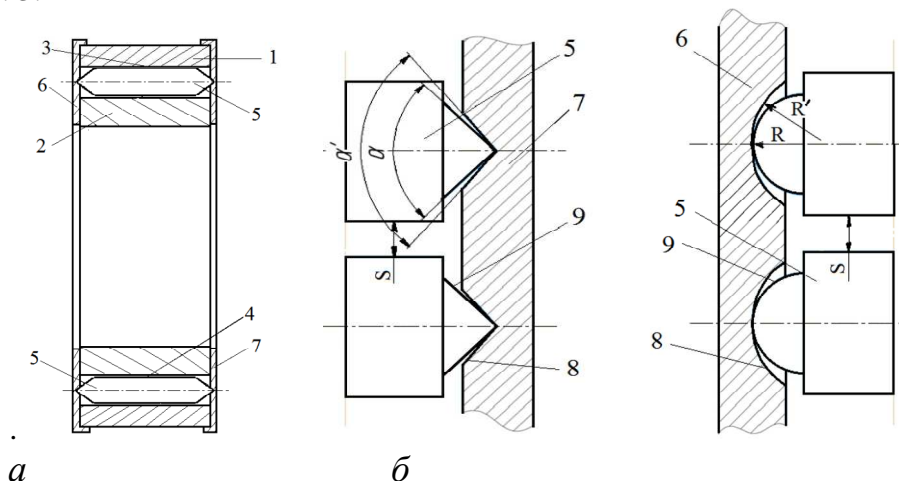


Рис. 3 – Схема подшипника качения и контактов тел качения: а – вид подшипника в сечении; а – схема конических поверхностей контакта тела качения и выемки правой торцевой крышки (конусообразная форма); б – схема конических торцевых поверхностей контакта; в – схема сферических торцевых поверхностей контакта тела качения и выемки левой торцевой крышки (сферическая форма)

Технический результат достигается при использовании подшипника качения, содержащего наружное и внутреннее кольца с дорожками качения, расположенными между ними телами качения, выполненные в виде цилиндрических роликов, установленных на фиксированном расстоянии друг от друга, при этом подшипник снабжен двумя торцевыми крышками, в выемках которых установлены ролики соосно с выемками, формы выемок соответствуют торцевым контактным поверхностям роликов, а осевые размеры выемок больше осевых размеров торцевых контактных поверхностей роликов.

Подшипник работает следующим образом.

В процессе использования подшипника качения тела качения 5 вращаются и перемещаются по дорожкам качения 3 и 4, сохраняя при этом свое положение относительно друг друга неизменным, сводя на нет возможность контакта между роликами 5, что исключает трение между ними. В совокупности с минимизированным трением по поверхности контакта тел качения и торцевых крышек 6 и 7 обеспечивается снижение износа тел качения 5 и повышение срока службы и надежности подшипника качения.

Вывод. Из анализа форм и размеров поверхностей контакта тел качения с дорожками ВК и НК видно, что чем больше значение R, тем больше разница диаметров дорожек и, соответственно, путей проскальзывания поверхностей контакта, тем больше преобладают процесс трения скольжения и его влияние на износ поверхностей контакта и тепловыделение в подшипнике качения.

Библиографический список:

1. via.geektimes
2. Перель, Л.Я. Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник.- М.: Машиностроение, 1983.- 543 с., ил.
3. RU 2016132018 А МПК F16C19/22, F16C 19/50, F16C 33/36 01.06.2017 : "Способ повышения точности сборки..." Санинский, Ю.Л. Чигиринский К. В. Худяков, Е. Н. Смирнова; ВолгГТУ. – 2017.
4. Санинский, В.А. Способ сборки подшипников качения / В.А. Санинский, К.В. Худяков, Е.Н. Смирнова // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2016. - № 8 (187). - С. 49-52.

АНАЛИЗ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ОПЕРАЦИИ РАСТАЧИВАНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

Санинский В.А., Нестеренко Е.Н.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В данной работе рассмотрен анализ машинного времени, полученного расчетным путем для одного из возможных вариантов растачивания глубоких отверстий (ГО) в трубной заготовке из легированной стали детали «Цилиндр» (рисунок 1).

Анализ направлен на определение непроизводительных приемов растачивания ГО традиционным методом 4-х пробных проходов и установление возможности сократить машинное время путем совмещения рабочих ходов путем использования других известных процессов, например, совмещения резания и ППД.

Выполнены расчеты машинного времени для одного из возможных вариантов растачивания глубоких отверстий (ГО) малоотходной горячекатаной трубной заготовки из легированной стали [1, 2], полученной путем ее штамповки.

Известны многочисленные способы растачивания отверстий ГО, в том числе такие:

- на станках типа RIS 60..... 125, оснащенных длинномерными борштангами, работающими как на сжатие, так и на растяжение [1];
- с использованием расточных режуще-деформирующих головок (РДГ) - фирмы SandvikCoromant [2];

- режуще-деформирующих пинолей (РДРП) разработанных в ВолгГТУ [3];
- универсальный способ многопроходной обработки методом пробных проходов с применением универсального инструментария, например, на токарно-винторезном станке модели РТ401[4-7].

Для анализа машинного времени, необходимого для обработки отверстия в трубной заготовке, рассмотрены, в соответствии с требованиями ЕСКД, этапы освоения производства. В зависимости от этапов освоения производства детали «Цилиндр» рассмотрены варианты получения аналогичных заготовок для последовательного освоения опытного единичного, серийного и массового производств [8, 9].

Для единичного и серийного производства предлагается использовать горячекатаный круглый прокат или заготовку из горячекатаной трубы (рисунок 1).

Для механической обработки ГО в трубной заготовке взят токарно-винторезный станок для глубокого сверления и растачивания модели РТ – 401.

Учет всех составляющих технико-экономической эффективности (ТЭЭ) сложен, поэтому в данном примере в расчетах используются исходные данные (таблица 1) и приведен анализ машинного времени для 4-х рабочих ходов: черногового, получистового, чистового и тонкого растачивания (таблица 3).

Более полный расчет ТЭЭ возможен только с дополнительным учетом стоимости материала заготовок обрабатываемой детали «Цилиндр», применяемых металлорежущих станков, их оснастки и инструментария, расхода энергоносителей, одинаковых как для базового техпроцесса, так и предлагаемого, а также накладных расходов и т.д. Из этого следует, что для достижения одинаковых требуемых параметров машинного времени при достижении нужной точности ГО в готовом изделии анализ выполнялся по рабочим ходам при механической обработке ГО.

Растачивание на станке РТ – 401 может включать варианты универсальной и традиционной обработки, а также две операции, выполняемые на специальных станках, позволяющих совместить несколько рабочих ходов, ранее выполняемых на универсальном и традиционном оборудовании в одном рабочем ходе, выполняемом с применением предлагаемой специальной оснастки. Для получения нескольких результатов расчета машинного времени на заготовках разных габаритов была составлена таблица 2.

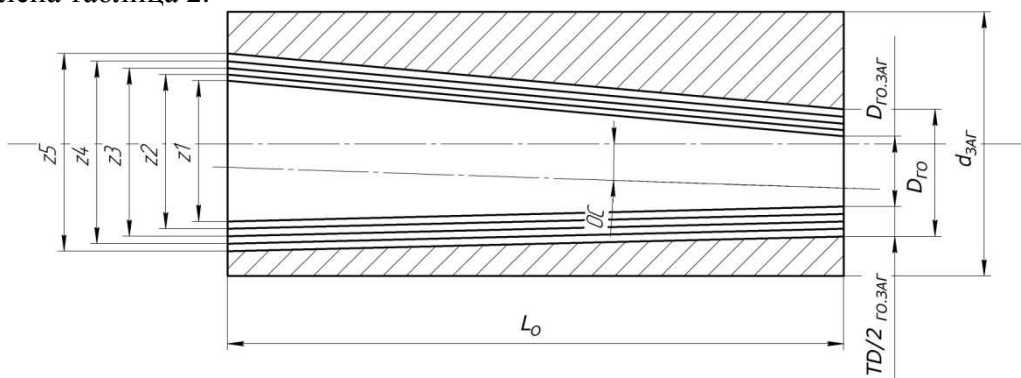


Рисунок 1 – Схема распределения припусков на рабочие хода

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: $d_{ЗАГ}$ - наружный диаметр трубной заготовки; $D_{ГО}$ - диаметр ГО; $D_{ГО.З.г}$ - диаметр ГО в заготовке ГО; TD - половина поля допуска на тонкое растачивание $D_{ГО} = 60H8(+0,046)$; L_0 - длина заготовки; Z_1 - припуск на 1-й рабочий ход; Z_2 – припуск на 2-й рабочий ход; Z_3 – припуск на 3-й рабочий ход; Z_4 – припуск на тонкое растачивание $D_{ГО(4)} = 59,8H9(+0,074)$; Z_5 – припуск на хонингование $D_{ГО(5)} = 60H8(+0,046)$

Варианты осуществления механической обработки ГО зависят от вида заготовки, ее материала и технических требований чертежа детали «Цилиндр» (Таблица 1 и 2). Вид заготовки – поковки, полученные из горячекатаного трубного проката большего диаметра d_t меньшей длины L_0 , чем длина готовой детали после ее механической обработки, показан на рисунке 2. Возможные геометрические параметры изготавливаемых деталей представлены в таблице 2.

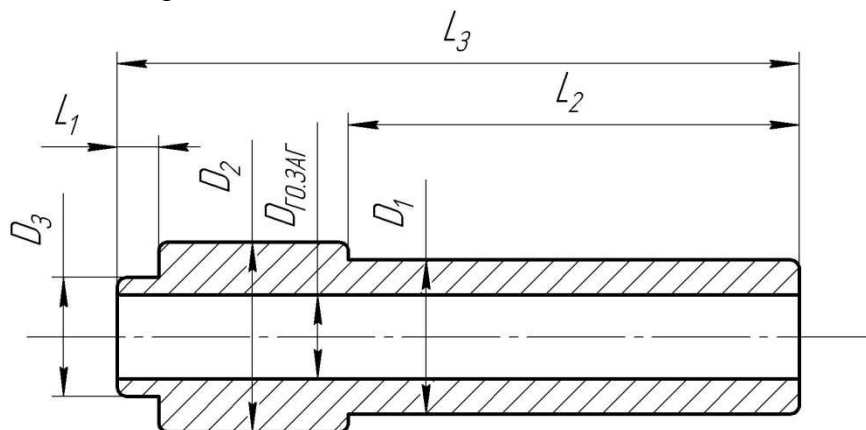


Рисунок 2 – Групповой чертеж обрабатываемой заготовки – поковки детали «Цилиндр»

Растачивание заготовки с предварительно подготовленным ГО выполняется за 4-е рабочих хода на токарной операции по методу пробных проходов, т.е. нужные размеры D_1 , D_2 , D_3 и D_4 получаются путем измерения пробных проходов корректировкой положения расточного резца по нониусу поперечного суппорта токарного станка. До окончания токарной операции обрабатываемая деталь не снимается со станка, пока не будут сняты припуски Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 .

Припуск Z_5 по регламенту назначено снимать на следующей операции, например, на хонинговальном станке после выполнения токарной операции. В отличие от аналогичной операции на настроенном станке, где настройки на размеры и снятие припусков обеспечивается несколькими режущими инструментами, рассматриваемая операция требует на снятие соответствующего припуска больше машинного времени, но меньше подготовительно-заключительного времени на установку режущего инструмента.

Примем время на установку заготовки, ее закрепление и снятие обработанной заготовки (готовой для осуществления следующей операции) равными для настроенного и универсального станков.

Тогда каждая операция состоит из переходов или рабочих ходов: установка резца на размеры D_1 , D_2 , D_3 и D_4 , обработка до требуемого промежуточного размера со снятием припуска Z_1 , открепление и снятие заготовки со станка. Данный технологический процесс (ТП) позволяет использовать многостаночное обслуживание и позволяет определять T_m как сумму машинного времени, затраченного на растачивание ГО до соответствующего диаметра D_4 каждый раз последовательно настраиваемым на диаметр D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 резцом станка (рис. 2).

$$\sum T_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}, \quad (1)$$

где T_{m1} , T_m , T_{m3} , T_{m4} = машинное время на осуществление станком рабочих ходов, учитывающее помимо длины ГО и недобег ΔL_0 и перебег ΔL_2 резца.

В результате получим длину пути резца на каждом рабочем ходе $\sum L_0 = L_{01} + \Delta L_2$

Поскольку скорость резания и продольная подача S для каждого рабочего хода различны, то значения машинного времени тоже отличаются (рис. 2, 3 и табл. 3).

Таблица 1 – Исходные данные для расчетов

Марка обрабатываемого материала	40X
Диаметр отверстия в заготовке d_0 , мм	38±2
Диаметр обработанного отверстия d , мм	60H8(+0,046)
Шероховатость обработанной поверхности, мкм	Ra 1,25
Длина обработки l , мм	6000±4

Таблица 2 – Исходные данные габаритных размеров заготовок – поковок для расчетов режимов резания к таблице 3

D, мм	Lт, мм	L1, мм	L2, мм	D1, мм	D2, мм	D3, мм	Квалитет ГО, мм
60	6000	100	500	90	100	70	H8
100	6000	200	700	130	140	110	H8
150	6000	300	900	180	190	160	H8
200	6000	400	1100	230	240	210	H8

Рассмотрим расчет машинного времени T_0 для двух вариантов снятия припуска в глубоком отверстии с соотношением $l/d \square 10$ детали «Цилиндр» (рисунок 2). Технико-экономическая эффективность рассматривается без учета вспомогательного времени при общепринятой норме загрузки станка K_3 как универсального и программе выпуска N , позволяющей использовать один станок РТ401. Условно можно считать ТЭЭ, исходя из принятой условной программы на $N = 1000$ единиц продукции.

Вариант 1: заготовка обрабатывается за четыре рабочих хода (перехода) на одном станке, т.е. на одной операции за 4-е рабочих хода, включающих соответствующие режимы резания для каждого перехода, получение промежуточных размеров и требуемого 60H8(+0,046) на токарной операции.

Приведем расчеты для принятого варианта заготовки (таблица 1). Обработка ведется методом растачивания на станке модели РТ401. Для получения отверстия требуемой точности из исходной имеющейся заготовки необходимо провести 4 операции растачивания: черновое – до диаметра 48H14, получистовое – до диаметра 56H12 и чистовое – до диаметра $59,76^{+0,1}$, тонкое растачивание – до требуемого диаметра 60H8. Скорость резания при растачивании может быть рассчитана по эмпирической формуле (1) или исходя из рекомендаций, приведенных в таблице 2.

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v \quad (2)$$

где K_v – коэффициент, являющийся произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки, состояния поверхности, материала инструмента, геометрию инструмента; T – период стойкости инструмента, мин (по нормативам 30-60 минут), s – подача, мм/об; t – глубина резания, мм.

Таблица 3 – Рекомендации по назначению режимов резания при черновом и получистовом растачивании

Марка и механические характеристики материала			Режимы резания	
Марка	$\sigma_{вр}$, МПа	НВ	U, м/мин	S, об/мин
40X	780-830	230-240	55-90	0,11-0,23

20X3M	590-640	150-179	50-120	0,11-0,24
38ХН3МФА	640-690	160-180	40-100	0,10-0,25
1X18H10T	540-590	140-150	40-75	0,11-0,23

Частота вращения рабочего шпинделя может быть определена, исходя из формулы (3), и округлена до ближайшего большего значения частоты, указанного в паспорте станка.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (3)$$

где D – диаметр обрабатываемого отверстия

Основное (машинное) время, т.е. время, затраченное на резание, может быть определено по формуле (3).

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \quad (4)$$

Результаты расчета режимов обработки и норм времени по данному технологическому процессу сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчета режимов резания и норм времени ТП вариант 1

Диаметр обработки, мм	Длина обработки, мм	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Основное время, мин
Черновое растачивание						
48H14 ^{+0,62}	6000	5	0,4	70	470	32
Получистовое растачивание						
56H12 ^{+0,3}	6000	4,5	0,3	80	455	44
Чистовое растачивание						
59,76H9 ^{+0,074}	6000	2	0,2	120	640	46
Тонкое растачивание						
60H8 ^{+0,046}	6000	0,1	0,16	150	780	76
Общее время обработки по данному техпроцессу						198

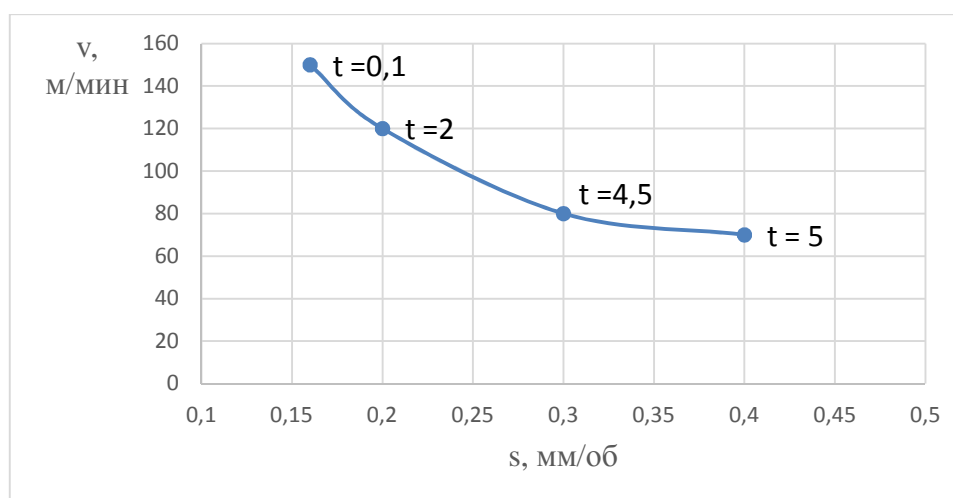


Рисунок 3- График соответствия скоростей, подач и глубин резания

Вывод. Анализ результатов расчета машинного времени на токарную операцию позволил определить структуру непроизводительных приемов растачивания ГО

традиционным методом 4-х пробных проходов, наметить и установить возможности сокращения машинного времени за счет совмещения рабочих ходов путем использования других известных процессов, например, совмещения резания и ППД.

Литература:

1. Санинский, В.А. Разработка и применение фрезерно-расточных станков с механизмом планетарного движения режущего инструмента: монография / В.А. Санинский; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград: монография, 2016. - 110 с.
2. Каталог SANDVIK COROMANT 2017: Фрезы, Сверла, Расточные инструменты с СРП, Оснастка.
3. Санинский В.А., Нестеренко Е.Н. Заявка 2019106072 от 04.03.2019. Способ механической обработки глубокого отверстия в трубной заготовке. Заявитель ВолгГТУ.
4. 16k20.ru>Токарные-станки.
5. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 5-е изд., исправл. - М.: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.
6. Яндекс.Директ.
7. Токарные расточные и станки мод. РТ 401 — смотрите картинки Яндекс.Картинки>токарные расточные и станки мод. РТ 401.
8. Выбор заготовок для механической обработки ступенчатых валов [Электронный ресурс] / В.А. Санинский, А.С. Клепиков, Е.Н. Смирнова, В.С. Шиян // 24-я межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов г. Волжского (г. Волжский, 21-30 мая 2018 г.) : сб. материалов конф. / под ред. С. И. Благинина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волжский, 2018. - С. 119-123. – Режим доступа : http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/24_mnpk_2018/24_mnpk_2018.pdf.
9. Санинский, В.А. Методика назначения припусков на механическую обработку поверхностей введением допуска на деформированный слой [Электронный ресурс] / В.А. Санинский, Е.Н. Смирнова, В.С. Шиян // 24-я межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов г. Волжского (г. Волжский, 21-30 мая 2018 г.) : сб. материалов конф. / под ред. С. И. Благинина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волжский, 2018. - С. 129-134. – Режим доступа : http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/24_mnpk_2018/24_mnpk_2018.pdf.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПОКРЫТИЯ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ АО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

Сазонова А.С., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Изоляционные покрытия труб, наносимые в заводских условиях, зарекомендовали себя в качестве эффективных мер защиты магистральных трубопроводов от коррозии, позволяющих достичь существенного повышения надежности объекта. Тем не менее, несмотря на отличные прочностные и деформативные характеристики используемых материалов, уровень дефектности покрытия является достаточно высоким.

В ходе проведения исследования полиэтиленового покрытия трубной продукции было обнаружено, что чаще всего встречаются следующие виды дефектов:

- пузыри,
- отслоение,
- вмятина,
- сдир,
- волнистость,
- наплыв,
- пропуск.

В результате анализа представленных видов дефектов были рассмотрены возможные причины их возникновения и предложены пути повышения качества трубной продукции.

Пузыри. Образование газовых пузырей между слоями полиэтилена либо между трубой и покрытием. Случайное месторасположение дефекта. Подлежит ремонту.

Причины:

- неправильная настройка транспортной линии;
- высокий износ соединительных муфт;
- нарушение геометрии труб (овал, кривизна);
- попадание влаги или воздуха под покрытие в момент прикатки.

Метод устранения:

- провести настройку транспортной линии;
- ремонт или замена соединительных муфт;
- регламентирование и контроль овала, кривизны труб;
- устранить причину попадания влаги или воздуха под покрытие в момент прикатки.

Отслоение. Локальное отслоение покрытия от металла трубы (на фаске) либо между слоями покрытия. Располагается преимущественно по концам труб. Подлежит ремонту.

Причины:

- недостаточный нагрев поверхности трубы;
- попадание защитной бумажной ленты под покрытие;
- недостаточная температура расплава материалов (адгезив, полиэтилен);
- попадание чистящих материалов силиконового ролика между слоями покрытия;
- недостаточное давление силиконового ролика;
- твердость силиконового ролика выше регламентируемой;
- отсутствие адгезива.

Метод устранения:

- производить нагрев поверхности трубы в соответствии с графиком времени гелеобразования;
- устранить попадание защитной бумажной ленты под покрытие;
- увеличивать температуру расплава материалов;
- устранить попадание чистящих материалов силиконового ролика между слоями покрытия;
- увеличить давление силиконового ролика;
- проверить твердость силиконового ролика и при необходимости произвести его замену.

Вмятина. Локальные углубления, неровности поверхности покрытия, сквозное повреждение покрытия. Дефект может располагаться по всей поверхности покрытия. Подлежит ремонту.

Причины:

- неудовлетворительное состояние поверхности силиконового покрытия прикатного ролика (механические повреждения и неравномерная твердость силиконового покрытия прикаточного ролика);
- неравномерность поступления полиэтиленового полотна (местное утонение полотна).

Метод устранения:

- визуальный осмотр и замер твердости силиконового покрытия прикаточного ролика, при необходимости провести замену ролика;
- корректировка давления и настройка угла разворота силиконового ролика;
- чистка и регулировка зазора щелевой насадки экструдера полиэтилена.

Сдир. Сквозное или несквозное повреждение покрытия. Дефект может располагаться по всей поверхности покрытия. Единичное, случайное месторасположение дефекта. Подлежит ремонту.

Причины:

- механическое повреждение трехслойного полиэтиленового покрытия до металла;
- поверхностное механическое повреждение полиэтиленового покрытия.

Метод устранения:

- выявить и устранить все причины механического воздействия на покрытие.

Волнистость. Волнистость покрытия. Преимущественно дефект располагается в начале трубы по ходу покрытия, а также может располагаться с определенной периодичностью или «случайно» в любом месте трубы. Является дефектом товарного вида. При наличии допустимой толщины покрытия ремонт не требуется.

Причины:

- неправильная настройка транспортной линии в камере охлаждения (уровень и угол разворота транспортных роликов);
- неправильная настройка силиконового ролика (давление и угол разворота).

Метод устранения:

- настройка транспортной линии в камере охлаждения;
- корректировка давления и настройка угла разворота силиконового ролика.

Наплыв. Локальное утолщение покрытия. Единичное, случайное месторасположение дефекта. Выборочная проверка на наличие пузырей.

Причины:

- разовый выплеск полиэтилена застойных зон щелевой насадки экструдера ПЭ;
- локальное утолщение полотна полиэтилена.

Метод устранения:

- чистка и регулировка зазора щелевой насадки экструдера полиэтилена.

Пропуск. Отсутствие покрытия на участке трубы. Случайное расположение дефекта. Трубы с данным дефектом бракуют.

Причины:

- прекращение подачи материалов (эпоксидного порошка, адгезива, полиэтилена).

Метод устранения:

- восстановить подачу материалов.

В результате проведенного исследования на АО «ВТЗ» выявлены виды дефектов антикоррозионных покрытий и основные причины, влияющие на качество покрытия, а именно: несоблюдение технических и технологических требований нанесения

покрытия, качество исходного материала, физический износ оборудования, качество подготовки поверхности перед покрытием и среда.

На основании анализа полученных данных предложены рекомендации по снижению влияния этих причин: внедрить систему эффективной эксплуатации оборудования; тщательно следить за попаданием влаги или воздуха под покрытие в момент прикатки; выявить и устранить все причины механического воздействия на покрытие; повысить квалификацию персонала; организовать процесс обеспечения выпуска качественной продукции; повысить культуру организации.

Только после выполнения всех вышеизложенных рекомендаций можно добиться повышения качества антикоррозионных покрытий продукции АО «Волжский трубный завод».

Литература:

1. СТО ВТЗ 03.09/1Ф Нанесение трехслойного покрытия (ПЭ или ПП) на наружную поверхность труб на УАКП 2. Технологическая инструкция. Код 01.1.15.

2. Харисов, Р.А. Причины возникновения дефектов защитных покрытий трубопроводов / Р.А. Харисов, А.Ю. Спащенко, Н.А. Колоколова. // Материалы 56-й науч.техн. конф. студ., асп. и мол. Ученых УГНТУ. Уфа: УГНТУ, 2005. С. 34–35.

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПИРАЛЬНОШОВНЫХ ТРУБ АО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД» И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Ваганов Р.Р., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Целью работы является разработка рекомендаций по совершенствованию контроля качества продукции АО «Волжский трубный завод» с целью улучшения контроля и качества продукции.

Поставленная цель позволяет выдвинуть следующие задачи, при которых необходимо:

- рассмотреть методы контроля, применяемые на АО «ВТЗ»;
- выяснить проблемы, возникающие при контроле качества продукции;
- внести предложения по их устранению.

Методы контроля используемые на АО «Волжский трубный завод»:

- внешний осмотр;
- капиллярный метод;
- ультразвуковой метод;
- магнитопорошковый метод.

Всякий контроль сварных соединений начинается с внешнего осмотра, с помощью которого можно выявить не только наружные дефекты, но и некоторые внутренние. Например, разная высота и ширина шва и неравномерность складок свидетельствуют о частых обрывах дуги, следствием которых являются непровары.

Перед осмотром швы тщательно очищаются от шлака, окалины и брызг металла. Более тщательная очистка в виде обработки шва промывкой спиртом и травлением 10%-ным раствором азотной кислоты придает шву матовую поверхность,

на которой легче заметить мелкие трещины и поры. После использования кислоты нужно не забыть удалить ее спиртом во избежание разъедания металла.

Визуальный контроль сварных соединений выявляет, прежде всего, наружные дефекты – геометрические отклонения шва (высоты, ширины, катета), наружные поры и трещины, подрезы, непровары, наплывы.

Для эффективности контроля используют дополнительное местное освещение и лупу с 5-10 кратным увеличением. Лупа – очень полезный инструмент в данном случае, она помогает выявить многие дефекты, которые нельзя рассмотреть невооруженным глазом – тонкие волосяные трещины, выходящие на поверхность, пережег металла, малозаметные подрезы. Она позволяет также проследить, как ведет себя конкретная трещина в процессе эксплуатации – разрастается или нет.

При внешнем осмотре применяется также измерительный инструмент для замера геометрических параметров сварного соединения и дефектов – штангенциркуль, линейка, различные шаблоны.

Внешний осмотр и обмеры сварных швов не дают возможности окончательно судить о качестве сварки. Они устанавливают только внешние дефекты шва и позволяют определить их сомнительные участки, которые могут быть проверены более достоверными способами.

Капиллярный контроль основан на капиллярной активности жидкостей – их способности втягиваться, проникать в мельчайшие каналы (капилляры), имеющиеся на поверхности материалов, в том числе поры и трещины сварных швов. Чем выше смачиваемость жидкости и чем меньше радиус капилляра, тем больше глубина и скорость проникновения жидкости.

С помощью капиллярного контроля можно контролировать материалы любого вида и формы – ферромагнитные и неферромагнитные, цветные и черные металлы и их сплавы, керамику, пластмассы, стекло. В основном, капиллярный метод применяют для обнаружения невидимых или слабовидимых невооруженным глазом поверхностных дефектов с открытой полостью. Однако с помощью некоторых материалов (керосина, например) можно с успехом обнаруживать и сквозные дефекты.

Проблемы, возникающие при капиллярном методе:

- капиллярная дефектоскопия сварных швов предназначается для узкого круга дефектов;

- для выявления результата заготовку со швом требуется ставить в определенные положения, чтобы текучая жидкость смогла проникнуть вниз под действием силы притяжения;

- для ее проведения требуются расходные материалы, что может вызвать трудности, когда они закончатся.

Ультразвуковой способ использует способность ультразвуковых волн отражаться от границ, разделяющих две упругие среды с разными акустическими свойствами. Посланная прибором ультразвуковая волна, пройдя металл, отражается от его нижней поверхности и возвращается обратно, фиксируясь датчиком. При наличии внутри металла дефекта датчик отобразит искажение волны. Различные дефекты отображаются по-разному, что позволяет определенным образом классифицировать их.

Контроль качества сварных соединений с помощью ультразвуковых дефектоскопов в силу удобства его проведения получил очень широкое распространение – гораздо большее, чем магнитная и радиационная дефектоскопия. К его недостаткам относится сложность расшифровки сигнала (качественно сделать контроль сварного соединения способен только специалист, прошедший обучение), ограниченность использования для металлов с крупным зерном (аустенитные стали, чугун и пр.).

Основные проблемы, связанные с этим методом:

- ограниченность полученной информации о дефекте;
- некоторые трудности при работе с металлами с крупнозернистой структурой, которые возникают из-за сильного рассеяния и затухания волн;
- необходимость проведения предварительной подготовки поверхности шва.

Для того чтобы улучшить контроль качества спиральношовных труб, рекомендуется внедрить на предприятие АО «Волжский трубный завод» метод вихревых токов.

Он не приводит к разрушению образца, так что его можно применять безопасно для самой заготовки. Основным принципом действия, на котором основана работа устройства контроля, является взаимодействие электромагнитных полей вихревых токов и полей вихретокового преобразователя. Все это подходит для работы с графитом, металлом, различными сплавами, полупроводниками и прочими материалами. Параметры зоны контроля, к примеру, такой как глубина проникновения, зависят от мощности электромагнитного поля, при помощи которого исследуют объект. Чем оно больше, тем больший участок можно захватить.

Вихретоковый контроль сварных соединений помогает определить геометрические размеры и структуру изучаемого объекта. Благодаря данному методу можно определить не только наличие несплошностей, но и их место расположения, так как далеко не все из них располагаются на виду, а могут залегать на различной глубине. Данный метод помогает определить наличие трещин различного типа, раковин, закатов, расслоений, наличие неметаллических включений, пор и прочих видов дефектов сварных швов.

Вихретоковый контроль сварных швов помогает определять наличие трещин размером от 1 мм и на глубине от 1% относительно диаметра. Предел измерения находится в диапазон от нескольких микрометров до нескольких десятков миллиметров, а погрешность измерения в среднем составляет 3-4%. Минимальная площадь контроля составляет 1 квадратный миллиметр. Этот вид дефектоскопии сварных швов используется для определения зазоров, вибраций и перемещений в различных механизмах и машинах. Структурное состояние определяет физические и механические свойства исследуемых материалов, так что подробное их изучение при помощи вихревого дефектоскопа позволяет определить наличие отклонений в структуре и принять решение, допустимы ли такие виды отклонений при планируемых условиях эксплуатации.

Достоинства:

- производительность данного метода находится на очень высоком уровне;
- скорость анализа может составлять, примерно, 10 мм в секунду;
- контроль может проводиться на поверхностях с шероховатостью Rz30;
- контроль может проводиться даже при наличии верхнего слоя немагнитного покрытия, который достигает до 2 мм;
- процедура может проводиться даже при ограниченном доступе к поверхности;
- возможна работа с деталями сложной конфигурации.

Из недостатков только:

- контроль сварных соединений вихретоковым методом требует применения специализированной техники;
- для работы с прибором контроля необходимо обладать соответствующими навыками.

Литература:

1. ГОСТ Р 56512-2015 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы.
2. ГОСТ Р ИСО 17640-2016 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки.
3. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования (с Изменениями N 1, 2)
4. ГОСТ Р 55611-2013 Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения.

ИССЛЕДОВАНИЯ ШЛИФОВАНИЯ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПОДАЧИ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СМАЗКИ

Зорин С. Ю., Митрофанов А. П.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

1. Шлифование жаропрочных никелевых сплавов

Сплавы на основе никеля активно применяют в строении газовых турбин, ракетно-космической техники, нефтеперерабатывающего оборудования. Это связано с их повышенными эксплуатационными характеристиками в условиях высокой температуры и хорошим сопротивлением коррозии в газовых средах. Однако никелевые сплавы также обладают рядом недостатков, прежде всего – дороговизной. Содержание никеля и хрома делает эти сплавы очень дорогими. Вторым недостатком является то, что жаропрочные сплавы трудно обрабатывать.

2. Технология шлифования с минимальной подачей СОЖ (MQL)

Технология минимального количества смазывания (MQL) обеспечивает лучший охлаждающий эффект, сравнимый с охлаждением при традиционном методе смазывания, при этом обладая более высоким уровнем экологичности. Было проведено очень мало исследований влияния параметров *MQL*, таких как скорость потока масла и давление воздуха, на производительность шлифования. Поскольку шлифование включает в себя как режущие, так и скользящие движения, необходимо обеспечить баланс охлаждения и смазывания, поэтому необходима контролируемая среда шлифования, которую может обеспечить *MQL*.

3. SAMQL-шлифование

SAMQL-шлифование (шлифование с минимальным количеством смазывания и воздушным охлаждением) – это один из вариантов решения проблемы повышенного выделения тепла в зоне резания из-за малого количества жидкости. Охлаждение воздуха происходит за счет вихревого эффекта. В цилиндрической трубе происходит разделение газа на горячий периферийный поток и холодный центральный.



Рисунок 1 – Вихревая труба

4. Шлифование жаропрочных никелевых сплавов с использованием технологии MQL и SAMQL

MQL с воздушным охлаждением эффективно снижает трение между поверхностями круга и детали, поддерживая вязкость масла, что в конечном итоге приводит к снижению коэффициента трения.

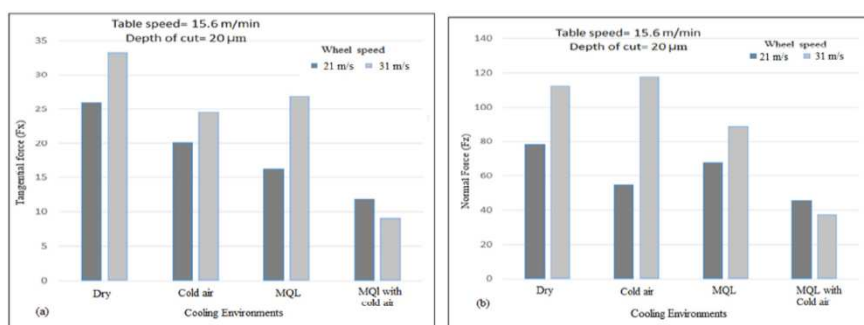


Рисунок 2 – Значения сил резания - (a) тангенциальной силы, (b) нормальной силы.

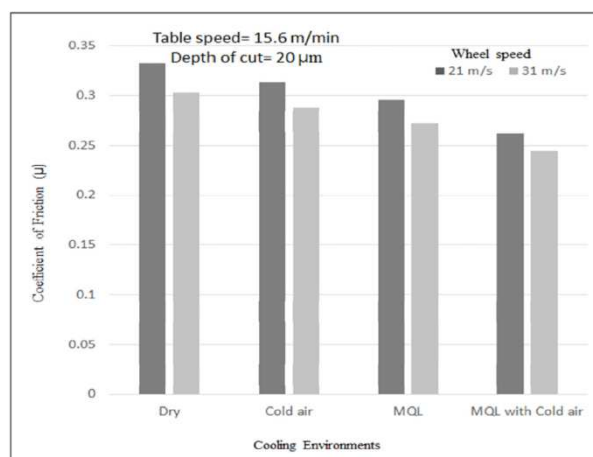


Рисунок 3 – Коэффициент трения

5. Растительные масла и наночастицы при шлифовании жаропрочных сплавов с применением MQL

Если основываться на теории повышения теплопередачи (Zhang et al., 2013), то теплообменная способность твердого тела превышает такую у жидкости, которая, в свою очередь, лучше, чем у газа. Исходя из этой особенности, для образования наножидкости в биоразлагаемое масло MQL добавляют определенное количество твердых наночастиц. Наножидкость распыляется газом высокого давления и направляется в зону шлифования в виде спрея. Газ высокого давления выполняет функции охлаждения, удаления стружки и переноса жидкости. Масло MQL функционирует как смазка, а наночастицы увеличивают теплообмен в зоне шлифования.

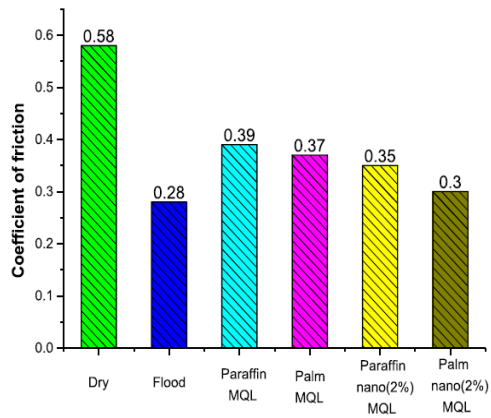


Рисунок 4 – Коэффициент трения при различных условиях обработки

6. Методика эксперимента

Для проведения исследования использовался плоскошлифовальный станок 3711. Подача масла осуществлялась с помощью системы подачи spraymat - 700 mini.

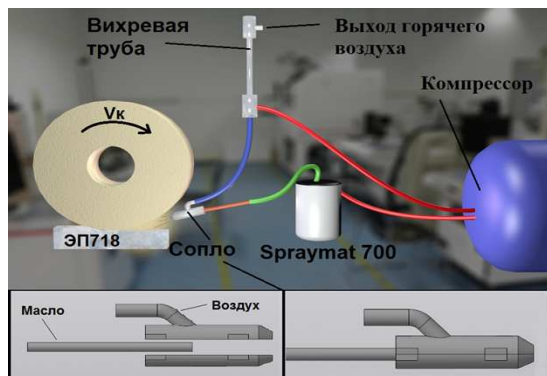


Рисунок 5 – Экспериментальная установка

7. Результаты опытов

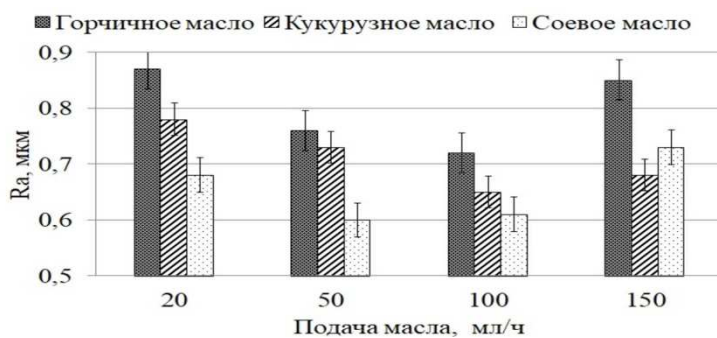


Рисунок 6 – Шероховатость поверхности после MQL-шлифования с различными растительными маслами

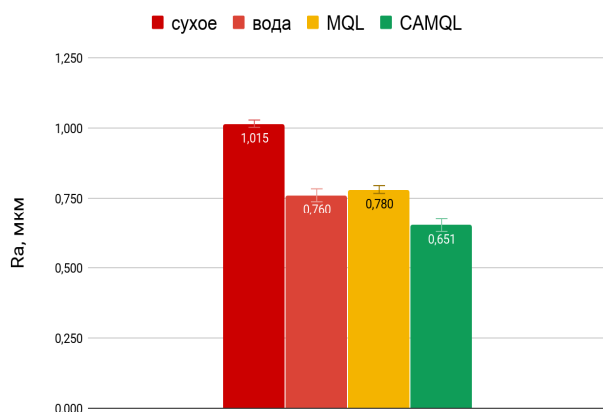


Рисунок 7 – Значения параметра Ra после шлифования с различными условиями смазочной среды

Литература:

1. Zhang, Q., Li, C. and Wang, S. Analysis of cooling characteristic for minimum quantity lubrication with nanoparticles / Zhang, Q., Li, C. and Wang, S. // Manufacturing Technology & Machine Tool, No. 3, pp.91–96. (2013)
2. Hwang, Y., Park, H. S., Lee, J. K. and Jung, W. H. Thermal Conductivity and Lubrication Characteristics of Nanofluids / Hwang, Y., Park, H. S., Lee, J. K. and Jung, W. H. // Current Applied Physics, Vol. 6S1, pp. 67–71, 2006.
3. Silva L.R., Bianchi E.C., Fusse R.Y., Catai R.E., França T.V., Aguiar P.R. Analysis of surface integrity for minimum quantity lubricant-MQL in grinding / Silva L.R., Bianchi E.C., Fusse R.Y., Catai R.E., França T.V., Aguiar P.R. // Int J Machine Tools Manuf 47:412–418 (2007).

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРАВКИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Любимова Д. А., А.А. Крутикова

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Шлифование – это процесс высокоскоростного микрорезания мельчайшими режущими кромками абразивных зерен, закрепленных на рабочей поверхности круга. Абразивные зёрна, участвующие в работе, испытывают периодическое силовое, тепловое и химическое воздействие в момент контакта с обрабатываемой деталью. В результате такого воздействия происходит истирание режущих кромок зёрен, появление площадок износа, скалывание режущих кромок, вырывание целых зёрен из связки круга, налипание частичек металла на вершинах режущих кромок и заполнение пор круга металлической стружкой. Эксплуатационные свойства такого круга ухудшаются, нарушается его правильная геометрическая форма и, чтобы восстановить первоначальное состояние круга и его режущие свойства, необходима его правка.

Правка представляет собой съём абразивного материала и связки с поверхности круга, который осуществляется специальными правящими инструментами. Применяют три способа правки: обтачивание, обкатывание и шлифование.

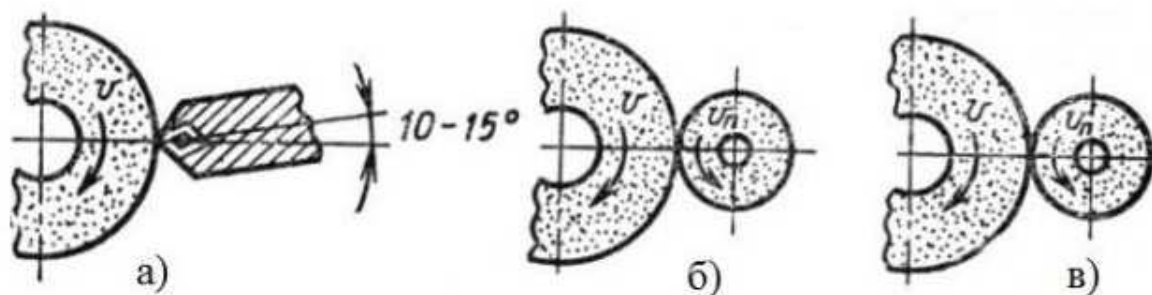


Рисунок 1 – Способы правки шлифовальных кругов
 а) обтачивание, м/с; б) обкатывание, м/с; в) шлифование, м/с.

При правке обтачиванием (рис. 1, а) правящий инструмент выполняет роль резца. Такой способ, будучи наиболее простым и надежным, вместе с тем вызывает наибольшее изнашивание правящего инструмента, поэтому таким условиям может удовлетворять только алмазный инструмент, обладающий наибольшей износостойкостью. Правящими инструментами служат: алмазные карандаши, алмазные зерна (с естественными гранями), закрепленные в оправках; алмазные инструменты, режущая часть которых искусственно ограничивается (шлифуется) по определенной геометрической форме – резцы, иглы, гребенки.

Правка обкатыванием (рис.1, б) – процесс дробления и скалывания от воздействия инструмента круглой формы вращающегося от контакта с вращающимся кругом. Для этого стальные диски с закаленными поверхностями, карбидокремниевые круги, ролики из твердых сплавов и шарошки-звездочки. Недостатком данного способа правки является и относительно невысокая точность обработки, достоинствами – высокая производительность и отсутствие заглаживания поверхности. Часто используется в качестве предварительной операции перед обработкой алмазным инструментом.

Шлифование (рис.1, в) – технология устранения последствий износа шлифовальных кругов посредством контакта с абразивным инструментом, приводимым в действие собственным приводом. Шлифование может производиться алмазными роликами, эльборовыми или алмазными кругами, дисками из твердых сплавов и др. инструментом, ось вращения которого может быть как параллельной, так и перпендикулярной оси вращения обрабатываемого диска. Недостаток способа – необходимость в специальном приспособлении для правки шлифовальных кругов, т. к. ручное вращение не допускается из-за возможных дефектов геометрии при обработке.

Период работы круга между двумя правками характеризует его стойкость.

Стойкость – это способность шлифовального круга противостоять процессам затупления его режущих кромок, налипания металла на его рабочую поверхность и нарушения его правильной геометрической формы. Интенсивность этих процессов, а следовательно, и период стойкости круга зависят от его размеров и характеристики, материала и конфигурации обрабатываемой детали, режимов резания, жесткости и ветроустойчивости шлифовального станка и среды, в которой идет шлифование.

Так как шлифование, главным образом, является процессом окончательной обработки детали, то обычно подбирают такие характеристики шлифовальных кругов и режимы резания, которые не приводят к интенсивному износу круга. Тогда работа круга происходит с преимущественным затуплением его режущих кромок, налипанием металла на затупленные вершины и засорением пор рабочей поверхности круга стружкой. Обычно последнее обстоятельство не является лимитирующим для

большинства операций шлифования, так как большая часть стружки удаляется с жидкостью или под действием центробежных сил.

Увеличение силы резания, вызванное затуплением круга, ведет к повышенному износу круга и к росту упругих отжатий в технологической системе. При этом скорость съема металла уменьшается за счет износа круга и упругих отжатий в системе. При определенных условиях, когда шлифовальный круг, а точнее связка, не может выдержать увеличивающуюся нагрузку, происходит разрушение режущей поверхности круга.

Критерии оценки рабочих характеристик круга (начала) правки могут быть:

– чистота поверхности (шероховатость), высота неровностей обработанной поверхности детали;

– отклонение формы (волнистость, огранка);

– дробление на поверхности;

– появление прижогов;

– увеличение силы резания;

– повышение эффективной мощности;

– появление специфического шума, вибрации;

– минимальная себестоимость операции шлифования с учетом правки.

Алмазный правящий инструмент формирует в процессе правки рельеф рабочей поверхности круга, от которого во многом зависит эффективность операции шлифования. Особое значение правка шлифовальных кругов имеет в современном автоматизированном производстве. Здесь она производится в автоматическом режиме и правящий инструмент должен восстанавливать профиль и стабильные параметры рельефа рабочей поверхности круга независимо от степени его износа. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение правки шлифовальных кругов с наложением на правящий инструмент механических колебаний ультразвуковой частоты – ультразвуковой правки (УЗП). УЗП обеспечивает повышение ресурса работы алмазных правящих инструментов из-за снижения зависимости их износа на режущую способность круга.

При правке шлифовальных кругов, с целью замены алмаза, применяются абразивные и металлические инструменты, например, принудительно вращаемые карандаши. Впрочем правка такими инструментами по точности уступает правке алмазами, так как за время прохождения выправляемой поверхности шлифовального круга любой из известных заменителей изнашивается значительно больше, чем алмаз [1].

В начале прохода заменитель снимает с круга большой слой, чем в конце прохода, и поэтому поверхность выправляемого круга не имеет той абсолютно правильной формы, которую ей может придать алмаз. Принудительно вращаемый абразивный карандаш устанавливают в державке наклонно и подвергают его с одной стороны воздействию пружины, стремящейся прижать его к шлифовальному кругу, а с другой стороны – действию опорных роликов, ограничивающих его выдвигание по направлению к кругу.

Рассмотрим способ правки шлифовального круга, при котором его вращают, а рабочую поверхность нагревают лучом лазера. Целью данного метода является повышение стойкости круга за счет удаления затупившихся зёрен при термоударе связки [2].

Рабочую поверхность вращающегося круга нагревают лучом лазера, который периодически перемещают к ней под углом, до температуры разрушения связки при термоударе с подачей смазочно-охлаждающей жидкости в зону правки.

Связка абразивного круга подвергается быстрому нагреву и охлаждению, что приводит к термоудару, который способствует растрескиванию и выкрашиванию связки. В связи с этим воздушные потоки, образуемые вращающимся кругом, и поток смазочно-охлаждающей жидкости захватывают и сбрасывают с рабочей поверхности разрушенную связку, тем самым затупившиеся абразивные зёрна из-за выпадения связки теряют опору, удаляются с поверхности вращающегося круга и дают выход на рабочую поверхность новым зёрнам, которые обладают лучшей режущей способностью.

Правка шлифовальных инструментов с применением лазера в настоящее время является перспективным направлением. Правка кругов механическими способами (карандашами, роликами) не даёт стабильных результатов при шлифовании, причем существенное значение оказывает острота алмазных зёрен и режимы правки.

С целью повышения стабильности результатов и снижения трудоемкости рабочего времени предлагается использовать правку с применением лазера, который влияет на стойкость шлифовальных кругов.

Литература:

1. База патентов СССР: Патент 62679, Приспособление для правки шлифовальных кругов принудительно вращаемым абразивным карандашом. Бирюков Ф.С. 1943.

2. База патентов СССР: Патент 1668122, Устройство для правки шлифовального круга. Королев А.В., Березняк Р.А. 1991.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ТОЧЕНИЯ «НЕЖЕСТКИХ» ВАЛОВ

Лыков С.В., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Обязательным условием получения высокой точности и низкой шероховатости обработанной поверхности при применении высокопроизводительных режимов является устойчивость движения при резании. Для этого технологическая система (ТС) должна быть виброустойчивой и не допускать существенных колебаний.

Вибрации, возникающие при металлообработке, являются самой неприятной (прежде всего из-за своей непредсказуемости) причиной отказов при реализации выполнения технологического перехода при обработке металлов резанием. За прошедшие сто с лишним лет множество исследователей занималось изучением проблемы возникновения вибраций при резании металлов, но автоколебания элементов ТС при механической обработке до сих пор препятствуют созданию безотказных технологий.

В настоящее время наиболее совершенные станки с ЧПУ оснащаются системами подавления автоколебаний. Однако, во-первых, это не является панацеей от всех бед (поскольку они не всегда действуют эффективно), во-вторых, такие станки являются дорогостоящими и их экономически неэффективно использовать в условиях единичного и мелкосерийного производства.

При обработке «нежестких» валов, длина которых превышает десять диаметров,

в практике машиностроительных предприятий обычно используют неподвижные и подвижные люнеты, демпферы и их сочетания [1].

Однако, как отмечается в работе [2], «основным недостатком традиционных люнетов является невозможность обработки наружной поверхности под люнетами, необходимость создавать дополнительные технологические и измерительные базы в виде базовых шеек и контрольных поясков с высокой точностью на низких режимах, необходимость выверки заготовок». Лучшие результаты дает использование самоцентрирующихся гидравлических люнетов [3].

Одним из эффективных средств гашения автоколебаний при токарной обработке «нежестких» валов является применение резцов специальных конструкций, конфигурации которых представлены на рисунке 1.

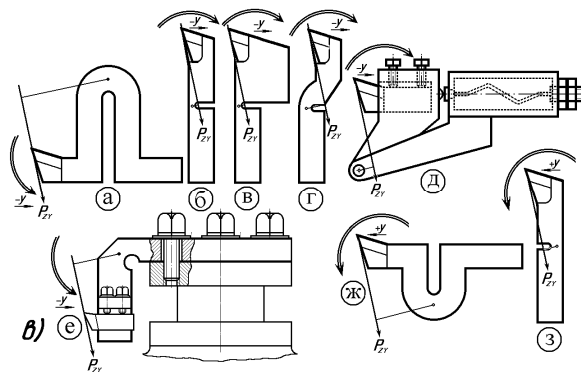


Рисунок 1 – Конфигурации упругих резцов [4]

Применение многорезцовых головок с регулированием окружного шага зубьев позволяет обеспечить динамическую устойчивость процесса точения нежестких валов. В работе [5] предлагается конструкция и описывается способ гашения автоколебаний с помощью четырехрезцовой головки, устанавливаемой на суппорте токарно-винторезного станка на специальной кронштейне вместо резцедержателя. Эффективность повышения динамической устойчивости обработки валов многорезцовыми головками заключается в применении неравномерного шага зубьев. Рекомендации по выбору разности шагов соседних зубьев теоретически обосновал С.С. Кедров [6]. Для назначенной скорости резания она должна составлять половину длины волны автоколебаний.

Достаточно простая конструкция регулируемого пружинящего поводкового центра для точения нежестких валов, создающая дополнительный колебательный контур в системе заготовки, была предложена в работе [7]. С целью гашения автоколебаний выполняется регулировка жесткости пружины поводкового центра таким образом, чтобы частота крутильных колебаний заготовки была равна предварительно определенной частоте её изгибных автоколебаний.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о том, что для устранения вибраций и, следовательно, для повышения эффективности токарной обработки наиболее действенным является искусственное создание дополнительного касательного к поверхности резания колебательного контура, частоту колебаний которого настраивают в резонанс с частотой нормальных к поверхности резания автоколебаний. Для реализации этого способа были предложены различные конструкции резцедержателей, державок резцов, центров, люнетов и другой технологической оснастки. К сожалению, недостатками многих из этих устройств являются конструктивная сложность и громоздкость, что ограничивает их применение в промышленности.

Литература:

- 1 Подпоркин В.Г. Обработка нежестких деталей. М.: Машгиз, 1959. 209 с.
- 2 Драчев О.И. Технология вибрационной обработки и вибрационного точения мало жестких деталей. Ирбит: Оникс, 2014. 259 с.
- 3 Расторгуев Д.А., Драчев О.И. Исследование динамики мало жестких валов // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2004. № 9. С. 55–56.
- 4 Леонтьев Б.В., Леонтьева А.Н. Управление процессом резания с целью устранения вибраций // Машиностроение. 2012. №6. С. 159–162.
- 5 Свинин В.М., Прохоров А.Ю. Гашение автоколебаний закрепленного в центрах нежесткого вала при точении многолезцовый головкой с переменным шагом зубьев // Вектор науки ТГУ. 2016. №2. С. 67–75.
- 6 Кедров С.С. Колебания металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1978. 199с.
- 7 Свинин В.М., Кологреев Е.В., Есаулов А.С. Повышение динамической устойчивости процесса точения путем использования пружинящего поводкового центра // Механики XXI века. Современные технологии и автоматизация в машиностроении. 2017. С. 140-143.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАЛИБРУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

Александров А.А., Кузюткин Д.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

За последние 10-15 лет на Волжском трубном заводе накоплен опыт по совершенствованию технологии и оборудования трубного производства, а также термической обработки стальных труб. В 1980 году на ВТЗ освоено производство горячекатаных особоточных труб диаметром 50-200 мм для машиностроения и подшипниковой промышленности [1].

В технологическом процессе формообразования бесшовных труб применяются калибрующие детали – игла (рис.1) и матрица (рис.2). Целью работы является усовершенствование технологического процесса изготовления данных деталей в условиях ОАО «Волжский трубный завод».

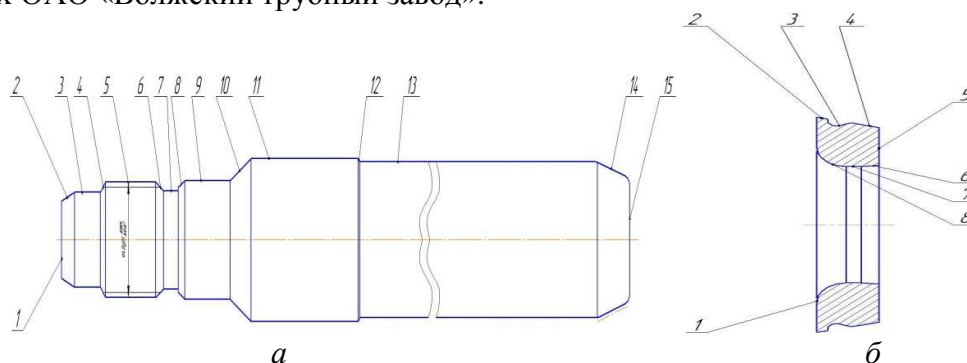


Рисунок 1 – Калибрующие детали – игла (а), матрица (б)

Для обеспечения возможности увеличения производительность труда и уменьшения себестоимости выпускаемой продукции производилась качественная и количественная оценка показателей технологичности иглы и матрицы с расчетом показателей, предусмотренных ГОСТ 14.201-83. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали проводили по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. При экономической оценке определяли металлоемкость, себестоимость или трудоемкость каждого выбранного варианта [2].

Техничко-экономические расчеты показывают, что заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине, более экономична по использованию материала, чем заготовка из проката, однако по себестоимости штампованная заготовка дороже, поэтому принимаем заготовку из горячекатаного круглого проката обычной точности. Кроме того, поскольку перепады диаметров детали малы, то для получения заготовок иглы и матрицы в крупносерийном производстве целесообразно использовать прокат.

Выбрана оптимальная длина проката для изготовления заготовки методом отрезки на ножницах. Определили, что прокат длиной 4 м для изготовления заготовок более экономичен, чем прокат длиной 7 м, так как в этом случае потери материала на зажим при отрезке по отношению к длине проката составят около 1,7%, в то время как для 7-метрового проката они составляют более 5%.

Предлагается в данном технологическом процессе на изготовление иглы вместо токарно-винторезных станков 1М63 и 1Е365 использовать токарно-винторезный станок с ЧПУ 16М30Ф3. Данное внедрение позволит сократить количество операций, станков, что приведет к сокращению производственных площадей и обеспечит заданную точность изготовления.

Основными преимуществами станков с ЧПУ по сравнению с универсальными станками с ручным управлением являются: повышение точности обработки; обеспечение взаимозаменяемости деталей в серийном и мелкосерийном производстве, сокращение или полная ликвидация разметочных и слесарно-притирочных работ, простота и малое время переналадки; концентрация переходов обработки на одном станке [3].

Это, в свою очередь, приводит к сокращению затрат времени на установку заготовки, сокращению числа операций, оборотных средств в незавершенном производстве, затрат времени и средств на транспортирование и контроль деталей; обеспечение высокой точности обработки деталей, уменьшение брака по вине рабочего; повышение производительности станка в результате оптимизации технологических параметров, автоматизации всех перемещений. Кроме того, появляется возможность многостаночного обслуживания; уменьшение парка станков, так как один станок с ЧПУ заменяет несколько станков с ручным управлением [4].

Проведенные расчеты себестоимости единицы продукции показали, что в предлагаемом технологическом процессе она ниже почти на 10% по сравнению с базовым, что при нормативном сроке окупаемости оборудования 7 лет дает экономический эффект около 22 млн руб.

Поэтому можно сделать вывод о том, что внедрение более совершенного оборудования позволяет снизить себестоимость продукции, но в то же время происходит увеличение получаемой прибыли. Т.к. при использовании старых станков большая часть получаемой прибыли шла на амортизацию оборудования, а старая продукция получалась менее качественной, чем новая.

Таким образом, экономическая эффективность производства калибрующих деталей для изготовления бесшовных труб достигнута за счет внедрения нового оборудования.

Литература:

1. Сайт Волжского трубного завода [Электронный ресурс]. URL: <https://vtz.tmk-group.ru> (дата обращения: 20.05.2019).
2. Комиссаров В.И., Леонтьев В.И. Точность, производительность и надёжность в системе проектирования технологических процессов. М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
3. Гибкое автоматизированное производство / Под редакцией С.А. Майрова и Г.В. Орловского. – Л.: Машиностроение, 1983. – 376 с.
4. Станочное оборудование автоматизированного производства. Т.2. Под ред. В.В. Бушуева. – М.: Изд-во «Станкин», 1994. – 656 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА КОНИЧЕСКОГО РОЛИКОВОГО ПОДШИПНИКА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ

Кариаули Д.В., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Первичная обработка и профилирование дорожек качения колец подшипников производится на токарных станках. Шлифование дорожек качения осуществляется с целью приведения параметров колец в соответствие с требованиями чертежа (уменьшения волнистости и шероховатости, соблюдения требований формы и допусков на требуемые размеры).

Поверхности качения внутренних колец роликовых подшипников шлифуют на круглошлифовальных станках с зажимом в магнитном патроне и фиксацией опорным башмаком. В процессе шлифования контролируют овальность, разностенность, неперпендикулярность роликовой дорожки к торцу, угол и диаметр роликовой дорожки. Шлифовального упорного борта также выполняется на круглошлифовальном станке периферией круга.

С целью снижения трудозатрат операции шлифования дорожки качения и борта, при обработке колец с большим углом наклона борта к роликовой дорожке, совмещают. При небольших углах операции разделяют, и шлифование борта выносят на отдельный станок.

Эффективность операции одновременного шлифования дорожки качения и упорного борта в значительной степени определяется эксплуатационными возможностями применяемого инструмента (шлифовального круга), который играет важную роль в формировании качества обрабатываемых поверхностей деталей и производительности шлифования. Теория и практика показывают, что с уменьшением зернистости шлифовального круга шероховатость обработанных поверхностей снижается. Возрастание твердости круга и плотности его структуры способствует снижению микронеровностей обработанных поверхностей [1].

Согласно требованиям чертежа шероховатость поверхности упорного борта

внутреннего кольца подшипника равна $Ra = 0,32$ мкм, дорожки качения $Ra = 0,16$ мкм. Для одновременного шлифования поверхностей, к которым предъявляются разные требования по качеству, наиболее целесообразно использовать двухслойные шлифовальные круги типа «сэндвич». Данный круг позволяет производить полную обработку всего профиля поверхности качения, используя один круг и одну скорость.

Слои круга отличаются зернистостью, твердостью и структурой. Толстый слой предназначен для шлифования дорожки качения и изготовлен из более мелкого зерна, слой более твердый, но с открытой структурой. Это сочетание позволяет осуществлять качественную обработку дорожки качения с высокой производительностью и стойкостью.

Второй слой изготовлен из среднего зерна и менее твердый. Служит для шлифования упорного борта. Характеристика сбалансирована по стойкости и производительности с первым слоем и обеспечивает бесприжоговое шлифование. Отсутствие прижога обеспечивает максимальный срок службы подшипника, обусловленный отсутствием дефектов на шлифуемых поверхностях.

Литература:

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник / Под ред. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Кандаурова В.Я., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Качество изделий машиностроения оценивается по основным показателям, таким как: показатели назначения, надежности и безопасности. Эти показатели определяются эксплуатационными свойствами деталей: износостойкостью, контактной жесткостью, усталостной прочностью, коррозионной стойкостью и др., и зависят от точности изготовления деталей машин и состояния их поверхностных слоёв.

Состояние поверхностного слоя и его несущая способность формируется на финишных операциях изготовления детали и определяется технологией изготовления. Поэтому выбор финишной обработки деталей является одной из главных задач в машиностроении. Для получения требуемого качества поверхностного слоя деталей существует целый ряд различных методов обработки, в том числе механическое, электрохимическое и накатное полирование, алмазное выглаживание и др. методы, однако, получить заданную шероховатость поверхности трудоемко, дорогостояще, а зачастую затруднительно, особенно используя экологически чистые методы обработки материалов.

Одним из наиболее простых и эффективных путей повышения качества поверхностей деталей является обработка методами поверхностного пластического деформирования, среди которых важная роль принадлежит алмазному выглаживанию и накатному полированию.

В качестве инструмента при выглаживании используются наконечники из

природного или синтетического алмаза с рабочей поверхностью в виде сферы, цилиндра или конуса. Выглаживание по кинематике движений в большинстве случаев аналогично токарной обработке. Процесс протекает в условиях трения скольжения. При определенной силе поджатия алмаза к обрабатываемой поверхности в зоне контакта развиваются пластические деформации. При этом происходит интенсивное сглаживание исходной шероховатости, повышается твердость поверхностного слоя, в нем формируются благоприятные остаточные напряжения сжатия.

Алмазное выглаживание применяется после точения или шлифования. В результате обработки выглаживанием обеспечивается уменьшение шероховатости в 2...6 раз, увеличение несущей способности поверхности до 10 раз, упрочнение поверхностного слоя на 20...200 % [1].

Выглаживание применяется для обработки закаленных сталей и деталей маложестких, то есть тогда, когда невозможно применить обработку накатыванием. Недостатком выглаживания является низкая производительность и невысокая стойкость инструмента [2].

Накатное полирование – это процесс поверхностной пластической деформации, и предназначен для получения поверхностей заданного качества. Один или несколько роликов или шариков пластически деформируют поверхностный слой обрабатываемой поверхности. Данный процесс применим для металлических деталей, когда обычными методами обработки невозможно гарантированно получить высококачественные поверхности.

При накатном полировании, когда сжимающие напряжения в поверхностном слое детали в точке контакта с инструментом превышают предел текучести материала детали, происходит пластическая деформация поверхностного слоя детали. Материал детали в поверхностном слое в этом случае течет, пики микронеровностей опускаются почти нормально к поверхности детали, заполняя впадины микронеровностей. Гладкая поверхность получается именно за счет течения материала в поверхностном слое, а не за счет сгиба вершин микронеровностей или их сплющивания, как при алмазном выглаживании [3].

Накатное полирование можно использовать вместо любого процесса, предназначенного для получения поверхностей высокого качества, такого как: тонкое точение, шлифование, развертывание, хонингование, суперфиниширование, притирание, полирование, шабрение.

Накатное полирование так же, как и алмазное выглаживание, является методом отделочно-упрочняющей обработки и имеет следующие преимущества по сравнению с ним:

- а) упрочнение поверхности происходит в условиях трения качения, что более благоприятно в сравнении с трением скольжения;
- б) более низкие требования к исходному качеству подготовки поверхностей, что позволяет сократить технологический процесс изготовления деталей машин;
- в) высокая производительность;
- г) можно применять минимальное количество смазки;
- д) большой срок службы инструмента;
- и) износ инструмента не влияет на размер детали.

К недостаткам накатного полирования можно отнести: более высокую стоимость технологической оснастки, невозможность обработки металлов с $HRC \geq 42$... 45; невозможность обработки хрупких материалов (чугунов); достижимая шероховатость поверхности выше, чем после процесса алмазного выглаживания.

Рассмотренные способы отделочной обработки цилиндрических поверхностей являются высокоэффективными в различных областях производства и могут быть

отнесены к экологически чистым процессам. Это объясняется тем, что в процессе обработки не производится удаления материала; отсутствует пыль или шлифовальный шлам; расходуется небольшое количество смазочно-охлаждающей жидкости; невысокий уровень шума.

Все это свидетельствует о том, что рассмотренные технологии имеют хорошие перспективы с точки зрения экологии, как технологии будущего. Это способы обработки, при которых повышается долговечность детали, что оказывает благоприятное воздействие на экологию (утилизация детали наступает позже), причем двойное – сокращается потребление материала и энергии на ее производство и затраты на утилизацию.

Литература:

1 Головань, А.Я., Грановский, Э.Г., Машков, В.Н. Алмазное точение и выглаживание. - М.: Машиностроение, 1976.-32 с.

2 Смелянский, В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. М. : Машиностроение, 2002. 299 с.

3 Локтев, Д. А. Накатное полирование и упрочняющее накатывание / Д. А. Локтев, Е. С. Панченко // Стружка. – 2013. – № 9. – С. 57–74.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ВАЛ ГРЕБНОЙ» ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Дегтярева М. Д., Крутикова А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Промышленное использование режущих инструментов с износостойкими покрытиями позволяет решать целый комплекс важнейших задач. К таким задачам можно отнести: значительное повышение стойкости и надежности металлорежущего инструмента; увеличение производительности процессов обработки деталей резанием; увеличение качества поверхностного слоя и точности размеров обработанных деталей [3].

Существует большое число методов получения покрытий на рабочих поверхностях режущих инструментов. С учетом специфики протекания процессов формирования покрытий существующие методы можно разделить на три основные группы.

К методам первой группы относятся химико-термические методы образования покрытий (ХТМ), основанные на твердофазовом, жидкостном и газофазовом насыщении поверхностей инструмента. Методы ХТМ позволяют получить покрытия толщиной 10-40 мкм, что дает возможность увеличить стойкость различных типов инструментов из быстрорежущих и углеродистых сталей в 1,5-2 раза.

Ко второй группе методов по классификации относятся методы химического осаждения покрытий из парогазовой фазы (метод ХОП), получившие в мировой практике наименование CVD (Chemical vapor deposition). Используя методы второй группы, можно получить покрытие на основе карбидов, нитридов и карбонитридов металлов 4-6 групп периодической системы элементов, использование которых

позволяет повысить стойкость твердосплавных пластин в 3-10 раз в широкой области применения.

К третьей группе методов могут быть отнесены методы физического осаждения покрытия (методы ФОП), получившие название в мировой практике PVD (Physical vapor deposition). Применение вакуумно-плазменных методов значительно расширяет технологические возможности инструментов с покрытиями. Эти методы позволяют более эффективно управлять процессами получения покрытий с заданными свойствами, а также предупреждать образование геометрических, кристаллохимических и физико-механических дефектов на поверхностных слоях инструментального материала (рис. 1).



Рисунок 1 – Методы нанесения покрытий на режущий инструмент

Одним из важнейших параметров покрытия, оказывающим сильное влияние на работоспособность режущего инструмента, является его толщина. Толщина покрытия является параметром, подлежащим оптимизации в каждом конкретном случае.

Данные, представленные на рисунке 2, демонстрируют, насколько сильно зависит коэффициент повышения стойкости от величины скорости резания и подачи при разных толщинах покрытий. Коэффициент повышения стойкости пластинок с покрытием определяли как отношение средней стойкости инструмента с покрытием к средней стойкости инструмента без покрытия. В частности, эффективность толстых покрытий (8-14 мкм) в значительно большей степени проявляется с ростом скорости резания, а эффективность любого покрытия заметно снижается по мере роста подачи, однако такое снижение меньше для более тонких покрытий.

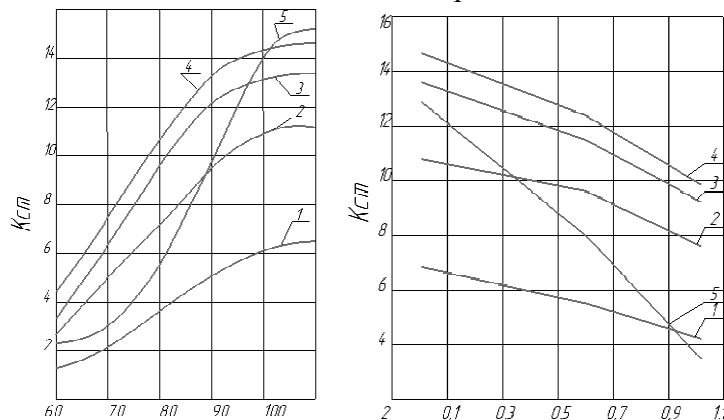


Рисунок 2 – Влияние скорости резания и подачи на коэффициент повышения стойкости с различными толщинами покрытий при точении стали 45.

Толщина покрытия: 1-1 мкм; 2-2 мкм; 3-4 мкм; 4-7 мкм; 8-14 мкм

На предприятии «Волжский судостроительно-судоремонтный завод» был проведен комплекс испытаний режущих пластин 01111-270612 по ГОСТ 19043-80 из материалов: РТ40 (без покрытия), СТ15 (с CVD покрытием 6 мкм), СТ35 (с CVD покрытием 12 мкм) производства фирмы "МКТС" (Россия). Испытывались резцы при черновой токарной обработке детали «вал гребной». При повышении скорости резания с $V = 60$ до 105 м/мин, при $t = 1$ мм, $S = 0,5$ мм/об. пластины с покрытием сохраняли нужную шероховатость поверхности, а без покрытия шероховатость повышалась за пределы допускаемой ($Ra12,5$). При повышении подачи с $S = 0,5$ до $0,8$ мм/об при $t = 1$ мм, $V = 94$ м/мин ситуация обратная, пластины с покрытием не сохраняли нужную шероховатость поверхности, а без покрытия шероховатость повышалась за пределы допускаемой.

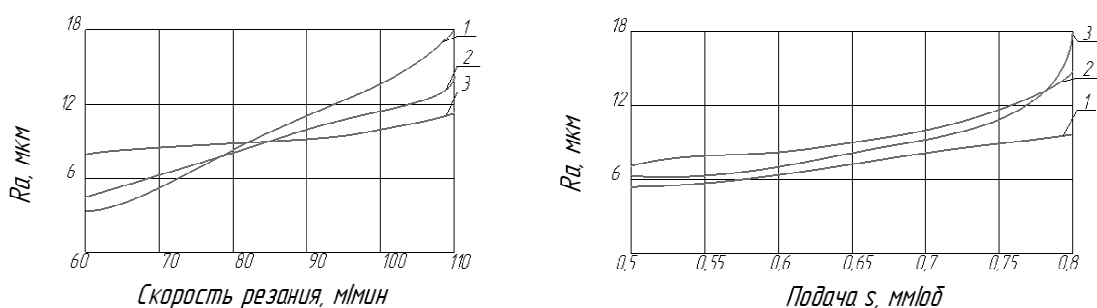


Рисунок 3 – Влияние скорости резания и подачи на шероховатость поверхности при черновом точении стали 45 режущей пластиной 01111-270612.

1 – пластина без покрытия РТ40; 2 – пластина с покрытием CVD 6 мкм СТ15;
3 – пластина с покрытием CVD 14 мкм СТ35

Из сказанного вытекает перспективность применения с точки зрения повышения производительности инструментов с износостойкими покрытиями. Покрытия на режущие пластины производства фирмы «МКТС» позволяют сократить время на черновую обработку на 15% за счет интенсификации режимов резания с сохранением требуемой чистоты поверхности, но возникает оптимизационная задача совмещения скорости резания и применяемой подачи для каждого конкретного случая.

Литература:

1. Григорьев, С.Н. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах / С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов, А.Г. Схиртладзе / под ред. Григорьева С.Н. – Старый Осколб ТНТ, 2012. – 412 с.
2. САНДВИК-МКТС // www.dannat.ru [сайт]. 2019. – URL : <http://dannat.ru/xFiles/SMKTC2000.pdf> // (дата обращения 20.05.2019).
3. Боровский, В.Г. Новые инструменты для перспективных технологических процессов обработки материалов, применяемых в машиностроении. / В.Г. Боровский, В.П. Балков. // Известия МГТУ «МАМИ» – 2007. – №2(4). – С. 114 – 118.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ ДОРОЖКИ КАЧЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 6-42212КМ

Александров А.А., Демченко А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Качество произведенных колец подшипников определяется совокупностью свойств процессов их изготовления. Шлифование является конечной операцией маршрута обработки и определяет конечное состояние обрабатываемой поверхности. Ввиду того, что на эксплуатационные характеристики подшипников в основном влияет качество рабочих поверхностей их деталей, в технологическом процессе их изготовления приблизительно 60% суммарной трудоемкости приходится на шлифовальные и доводочные операции [1]. Высокая точность размеров и формы закаленных деталей достигается шлифованием.

Назначая определенные условия шлифования, стремятся обеспечить заданные размерную и геометрическую точность деталей, необходимое качество поверхностного слоя, а также наиболее высокую производительность при наименьшей себестоимости обработки. Комплекс указанных требований можно осуществить, зная основные методы, улучшающие процесс шлифования, к которым относятся: скоростное шлифование, повышение качества шлифовальных кругов, применение наиболее оптимальных циклов шлифования, применение высокоскоростных приводов шлифовального круга, применение наиболее эффективных СОЖ.

На предприятии ОАО «ЕПК Самара» филиал г. Волжский были исследованы различные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) на операциях чернового и предварительного шлифования дорожки качения. В качестве базовой жидкости использовался трёхпроцентный содовый раствор.

Показаны гистограммы средних значений касательной и нормальной составляющих сил при абразивной обработке с использованием различных марок СОЖ. По высоте столбцов, характеризующих ту или иную жидкость, можно судить о функциональных свойствах каждого из составов.

Силы, возникающие при шлифовании с жидкостью Бишофос 5%, сравнительно выше тех, что возникают при применении конкурирующих составов. Это говорит о низкой смазывающей способности данного технологического средства даже в сравнении с базовой жидкостью – содовым раствором. Бишофос десятипроцентный и Авазол 1 также имеют показатели эффективности ниже, чем трёхпроцентный раствор соды. Минимальные силы возникают при применении СОЖ – MODUS [2] (рисунок 1).

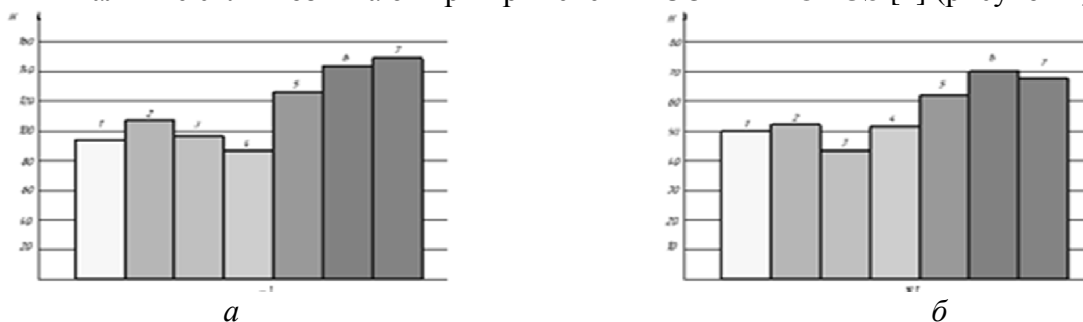


Рисунок 1 Составляющие силы шлифования: а) нормальная, б) касательная: 1 – Содовый раствор; 2 - Волгол 300 (081); 3 – TOTAL MS 7000; 4 – MODUS M1; 5 – Авазол 1; 6 – Бишофос 5%; 7 – Бишофос 10%

От величины составляющих силы шлифования в процессе обработки зависит шероховатость поверхности обрабатываемого материала. Минимальная шероховатость были при использовании СОЖ Волгол 300 и MODUS.

В процессе обработки СОЖ также проникает и в поры шлифовального круга, изменяя структуру связи. Элементы смазочно-охлаждающей жидкости оказывают химическое воздействие на связующие элементы круга и способны ослабить связь между абразивными зёрнами, что увеличивает вероятность вырывания зёрна из круга в процессе обработки и приводит тем самым к повышенному износу.

При шлифовании стали содовый раствор показал наихудший результат. Износ круга составил около 130 мкм, тогда как при использовании жидкости «Бишофос 10%» и MODUS M1 этот показатель не превысил и десяти микрон [3].

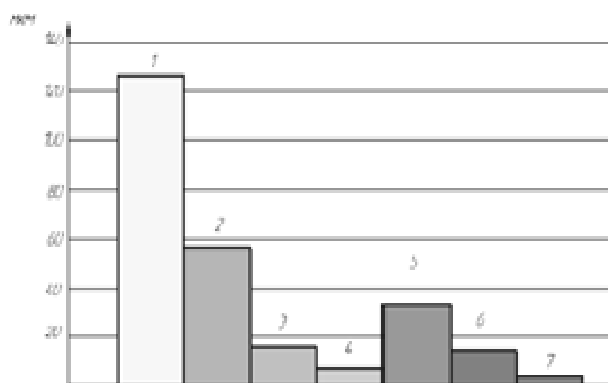


Рисунок 2. Износ шлифовального круга: 1 - Содовый раствор; 2 - Волгол 300 (081); 3 - TOTAL MS 7000; 4 - MODUS M1 ; 5 - Авазол 1; 6 - Бишофос 5%; 7 - Бишофос 10%

Учитывая, что опыты проводились на одних и тех же режимах и с применением одного инструмента, напрашивается вывод о том, что подбором смазочно-охлаждающей жидкости можно существенно влиять на износ абразивного инструмента при шлифовании.

Применение новой смазочно-охлаждающей жидкости MODUS M1 позволяет как уменьшить силы при шлифовании, так и уменьшить износ абразивного инструмента. Также применение полусинтетической смазочно-охлаждающей жидкости MODUS M1 не допустит коррозию узлов станка.

Литература:

1. Хиникс, Л.М. Подшипники качения и свободные детали: Каталог. М: НИИМАШ 1983
2. Компания «Мир смазок» // www.mirsmazok.ru [сайт]. 2019. – URL : <https://www.mirsmazok.ru/upload/iblock/e47/e47593faabdd2d203a51b9a0919847b3.pdf>/(дата обращения 19.03.2019).
3. Торгово-промышленная компания Синтез // tpksintez.ru: [сайт]. 2019. – URL: <https://tpksintez.ru/catalog/modus-m> (дата обращения 19.03.2019).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 12310КМ

Александров А.А., Васильева В.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Многими учёными, научными школами, предприятиями проводятся исследования, и накоплен большой опыт по повышению эффективности процессов резания. Вместе с тем применение этого опыта в современных производственных условиях часто не даёт ожидаемого результата [1].

Существуют следующие способы повышения эффективности токарной обработки колец подшипника 12310КМ: применение смазочно-охлаждающих технологических средств, оптимизация режимов резания, применение высокоскоростной обработки, совершенствование геометрии режущего инструмента, увеличение износостойкости и прочности инструментального материала, нанесение на режущий инструмент износостойких покрытий.

Наибольшее влияние на эффективность процесса резания оказывает выбор оптимальных режимов резания и конструкции режущего инструмента, включая его геометрию, инструментальный материал и упрочняющее покрытие.

Важно отметить, что эмпирические зависимости стойкости от режимов резания имеют весьма ограниченный диапазон использования и применимы только для тех условий обработки резанием, при которых проводились испытания и строилась эта зависимость. [2]

На филиал ОАО «ЕПК Самара» г. Волжский был проведен комплекс испытаний режущих инструментов производства фирм "Сандвик-МКТС" (Россия), «Sandvik Coromant» (Швеция), "KORLOY"(Корея), которые в последнее время находят применение на машиностроительных предприятиях России. Испытывались резцы, оснащенные сменными неперетачиваемыми пластинами с износостойкими покрытиями (CNMG 120408-MF), при обработке колец подшипника 12310КМ из стали ШХ15 твердостью HRC 28...35 на токарных станках с ЧПУ мод. ПАБ160. Производилась окончательная токарная обработка дорожки качения. В настоящее время для обработки данного кольца используются режущие пластины Сандвик СТ35 (РОССИЯ). Обработка производится с режимами резания $V = 120$ м/мин, $t = 0,2$ мм, $S = 0,15$ мм/об.

Испытания пластин Сандвик СТ35 (РОССИЯ) показали [3], что средняя стойкость пластины составила 18,5 мин, а среднее количество обработанных колец одной пластиной – 33. Для сравнения на тех же режимах резания проведены стойкостные испытания пластины CNMG 120408-MF марки NC330 с покрытием производства фирмы "KORLOY". Испытания показали, что средняя стойкость пластины составила 20,3 мин, а среднее количество обработанных колец одной пластиной – 37 мин. и ромбических пластин CNMG 120408-MF марки GC 6050 с покрытием производства фирмы "Sandvik Coromant". В результате установлено, что средняя стойкость пластины составила 33,4 мин, а среднее количество обработанных колец одной пластиной – 52.

Таким образом, стойкость пластин производства фирмы "Sandvik" на 39,3% выше стойкости пластин производства фирмы "KORLOY" и на 44,7% пластин "Сандвик". При этом износ режущей кромки происходил по передней поверхности до 0,15 мм у пластин производства фирмы "Sandvik", до 0,2 мм у пластин производства фирмы "KORLOY" и до 0,28 мм у пластин производства фирмы "Сандвик".

Снижение показателей брака происходит за счет устранения возможности его появления в исследуемом процессе. Исследование показало, что при постоянной обработке резцом без его смены на протяжении времени при постоянных режимах резания приводит к появлению бракованных изделий в результате износа. На рисунке 1 видно, что вероятность возникновения брака при обработке детали резцом 3 (Sandvik) ниже, чем при обработке резцами 1(Сандвик) и 2 (KORLOY).

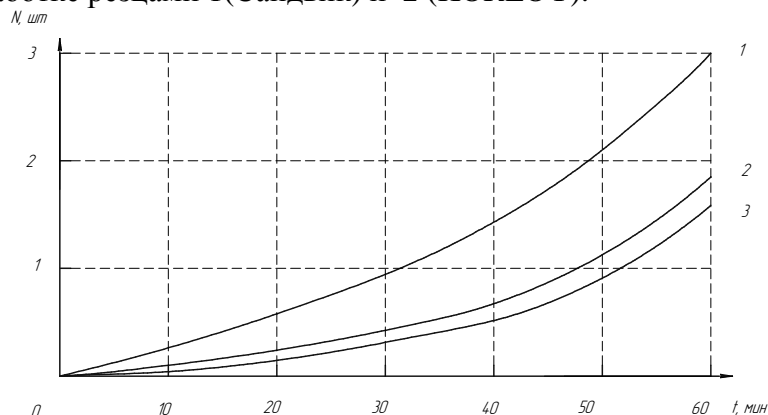


Рисунок 1 - Количество бракованных деталей в партии с течением времени, при обработке режущим инструментом
 1. (Сандвик CT35) 2. (KORLOY NC330), 3. (Sandvik GC 6050)
 режимы резания ($V = 120$ м/мин, $t = 0,2$ мм, $S = 0,15$ мм/об)

Из сказанного вытекает перспективность применения с точки зрения снижения затрат на инструмент режущих пластин производства фирмы “Sandvik”. Стоимость пластин фирмы “Sandvik” примерно на 20% выше, чем у фирмы “KORLOY”, и на 40% фирмы “Сандвик”.

Приведенные результаты показывают, что применение современных режущих инструментов производства фирмы “Sandvik” открывает новые технологические возможности повышения производительности и снижения себестоимости обработки при одновременном улучшении качества обрабатываемых поверхностей, но необходимо более подробное стоимостное сравнение с пластинами фирмы “KORLOY”.

Литература:

1. Григорьев, С.Н. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах / С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов, А.Г. Схиртладзе / под ред. Григорьева С.Н. – Старый Осколб ТНТ, 2012. – 412 с.
2. Главный инженер // www.chiefengineer.ru [сайт]. 2019. – URL : <http://chiefengineer.ru/tehnologii-metalloobrabotki/tehnologii-obrabotki-metalla/povyshenie-effektivnosti-mehanoobrabotki/> / (дата обращения 20.03.2019).
3. Боровский, В.Г. Новые инструменты для перспективных технологических процессов обработки материалов, применяемых в машиностроении. / В.Г. Боровский, В.П. Балков. // Известия МГТУ «МАМИ» – 2007. – №2(4). – С. 114 – 118.

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Бурдейная А.С., Киппари С.В., Макарова Н.А., Стеблевец С.А., Худяков К.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Средства измерения, счетчики и датчики, используемые на предприятиях, должны отвечать определенным требованиям и нормам, касающимся точности данных, получаемых с их помощью. С целью обеспечения точности получаемой информации и своевременного выявления неисправностей и отклонений в измерениях они подвергаются регулярной поверке – в соответствии со ст. 13 закона № 102 РФ «Об обеспечении единства измерений».

Поверка — это комплекс мероприятий, осуществляемых для определения соответствия прибора заявленным метрологическим требованиям и нормам. Поверки бывают следующих видов:

- первичной. Проводится сразу перед вводом в эксплуатацию или после ремонта средства измерения;
- периодической. Осуществляется через определенные промежутки времени, установленные нормативными и законодательными актами для тех или иных измерительных приборов;
- внеочередной. Проводится в период между сроками периодической поверки в силу различных обстоятельств;
- инспекционной. Осуществляется органами государственной метрологической службы при проведении плановых или внеплановых инспекционных мероприятий;
- экспертной. Осуществляется с целью решения различных споров, возникающих между хозяйствующими субъектами, метрологическими службами, пользователями СИ относительно эксплуатационной пригодности приборов измерения [1].

Следует отличать поверку приборов от их калибровки. Что такое калибровка средств измерения?

Не следует путать с поверкой калибровку средств измерения. Хотя обе процедуры осуществляются по схожим или даже одинаковым методикам, они имеют существенное различие:

- калибровка не является обязательной. Осуществляется компанией-изготовителем средств измерений или пользователями;
- калибровка — это скорее исследование, так как результат — определение истинных показаний и погрешностей приборов;
- при калибровке погрешность прибора часто определяется только в определенном диапазоне измерений и при определенных условиях, которые часто отличаются от тех, что установлены нормами проведения поверки.

Результаты калибровки следует заносить в паспорт средства измерения. Калибровку рекомендуется проводить для всех приборов, эксплуатируемых в сложных условиях, так как их показатели при этом могут существенно отличаться от поверочных. Калибровка помогает повысить точность измерений на всем диапазоне допустимых значения или только на их части – в зависимости от условий эксплуатации конкретного прибора.

Смысл проведения калибровок имеется, когда работы по метрологическому обеспечению все более интенсивно начинают проводиться в сфере, непосредственно не включенной в область законодательной метрологии. Цель — повышение качества выпускаемой продукции и увеличению ее конкурентоспособности.

Влияние температуры, влажности, газового состава воздуха, магнитных полей и т.п. на процесс калибровки не подвергается сомнению. Предполагается, что помещения «должны соответствовать нормальным условиям (температура, влажность, чистота воздуха, освещенность, звуко- и виброизоляция, защита от излучений магнитного, электрического и других физических полей, снабжение электроэнергией, водой, воздухом, теплом, хладагентом и т.п.), требованиям, применяемым по калибровке, санитарным нормам и правилам, требованиям безопасности труда и охраны окружающей среды и общим требованиям ГОСТ 8.395-80. Государственная система измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» [2].

Нормальные условия необязательно должны быть «по умолчанию» (температура 20°C, давление 768 мм рт.ст.), их возможно выбирать по тому же ГОСТу 8.395-80, но нужно обеспечение постоянных условий согласно промышленному регламенту 50.2.016-94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ практически приравнивают процедуру калибровки к процедуре поверки. В частности, требования к лицам, проводящим калибровку, звучат так:

«Специалисты метрологической службы должны иметь профессиональную подготовку и опыт калибровки (поверки) средств измерений в заявленной области аккредитации. Для каждого специалиста должны устанавливаться функции, обязанности, права и ответственность, требования к образованию, техническим знаниям и опыту работы» [4].

Для малых предприятий г. Волжского наличие таких специалистов — решаемая проблема, но с обеспечением «нормальных условий» есть определенные трудности, в первую очередь по температуре и атмосферному давлению. Обеспечение строго нормальных условий может быть избыточно дорого для небольшого предприятия: затраты на создание специального помещения, самого дополнительного помещения может не быть. Так в ГОСТе 8.050-73 [3] установлены не только нормальные пределы значений основных влияющих величин, обеспечивающие практическое исключение дополнительных погрешностей независимо от конкретного вида средства и объекта измерения, но и расширенные нормальные условия – условия, устанавливаемые в соответствии с аттестованными (стандартизованными) методиками выполнения измерений и другой нормативно-технической документации для конкретных средств и объектов измерений так, что при выполнении измерений не требуется вводить поправки вследствие практического исключения дополнительных погрешностей.

Таким образом, возможно создать условия для калибровки приборов мягче, чем для поверки, но если ставить цель категорическое улучшение качества, то следует, наоборот, создавать условия более жесткие, максимальное приближенные к поверочным.

Литература

1. Все о поверке и калибровке средств измерений. [URL: http://printsip.ru/biblioteka/o_metrologii/poverka-si](http://printsip.ru/biblioteka/o_metrologii/poverka-si) (дата обращения 18.01.2019)
2. ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования. Издание официальное. М.: ИПК Издательство стандартов, 2008. – 14 с.
3. ГОСТ 8.050-73 Государственная система обеспечения единства измерения. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений. URL:

<http://internet-law.ru/gosts/gost/17244/>

4. ПР 50.2.016-94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ.
URL: <http://www.gosthelp.ru/text/PR50201694GSITrebovaniyak.html>

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ (АНАЛИТИЧЕСКИХ) ЛАБОРАТОРИЙ АО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕДОСТАТКОВ В ДОКУМЕНТАЦИИ

Мулдашева Е.В., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Целью работы является анализ проведения аккредитации испытательных (аналитических) лабораторий и разработка рекомендаций по устранению недостатков в документации по поверке в ОАО «Волжский Оргсинтез».

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- рассмотреть порядок проведения аккредитации испытательных лабораторий;
- выявить недостатки нормативной документации по поверке в ОАО «Волжский Оргсинтез»;
- разработать рекомендации по устранению недостатков в документации по поверке.

Испытательные лаборатории осуществляют контроль и испытания различных видов продукции и материалов на соответствие требованиям нормативных документов (стандартов, регламентов, технических условий и пр.). Цель испытаний – обеспечить допуск продукции на рынок и подтвердить возможность ее безопасного использования и применения. Аккредитация испытательной лаборатории позволяет выполнять эти работы на уровне международных стандартов, что обеспечивает признание полученных результатов всеми участниками рынка.

Что же представляет собой процесс аккредитации испытательной лаборатории?

Аккредитация испытательной лаборатории – это официальное признание Федеральной службой по аккредитации (Росаккредитацией) технической компетентности лаборатории в заявленных областях деятельности.

Для того чтобы испытательная лаборатория прошла аккредитацию в Федеральной службе по аккредитации, нужно проделать серьезную подготовительную работу.

Рассмотрим порядок проведения аккредитации испытательных лабораторий.

На первом этапе предприятие отправляет заявку на рассмотрение в Федеральную службу по аккредитации. Исполнительный орган по аккредитации назначает ответственного исполнителя по аккредитации конкретной испытательной лаборатории, который в свою очередь проверяет полноту и правильность представленных документов, юридический статус заявителя, наличие персонала и оборудования для осуществления заявленной деятельности; проводит анализ наличия аналогичных аккредитованных лабораторий и определяют возможность проведения работ по аккредитации заявителя.

В случае положительного рассмотрения пакета документов ответственный исполнитель сообщает заявителю о принятии заявления и комплекта документов к дальнейшему рассмотрению посредством размещения информации на сайте и/или по

телефону, в виде электронного файла или иными способами в письменной форме, но не позднее 10 дней со дня поступления заявления и комплекта документов.

В случае отрицательного результата оформляется приказ Росаккредитации об отказе в аккредитации обязательно с указанием причин отказа, копия приказа должна быть вручена заявителю в течение 10 дней.

Второй этап включает в себя экспертизу документов. Разберемся поподробнее. В случае положительного рассмотрения пакета документов, рабочая комиссия утверждает экспертную организацию, которая и будет проводить экспертизу документов. Далее, в течение трех дней ответственный исполнитель направляет документацию на экспертизу в экспертный центр.

Экспертная организация проводит экспертизу всех документов, представленных вместе с заявкой, а в случае необходимости запрашивает у заявителя дополнительные сведения, которые требуются для подтверждения или пояснения данных, указанных в заявке.

Итогом проведенной экспертизы является выдача экспертного заключения.

Экспертное заключение содержит:

- 1) анализ соответствия заявленной информации критериям аккредитации;
- 2) указания на несоответствия по определенным критериям (если имеются несоответствия);
- 3) рекомендации по корректировке отдельных положений заявки и порядок подтверждения заявителем выполнения этих рекомендаций;
- 4) выводы о соответствии/несоответствии заявленной информации критериям аккредитации.

Экспертное заключение передается в Росаккредитацию, а в случае положительного экспертного заключения экспертная организация вместе с заключением передает и проект программы проверки заявителя.

Росаккредитация проводит рассмотрение заключения и готовит распоряжение о проведении аттестации заявителя и составе аттестационной комиссии или в случае отрицательного экспертного заключения об отказе в аккредитации.

После этого экспертное заключение и распоряжение о проведении/отказе в аттестации направляется заявителю.

На третьем этапе проводится проверка лаборатории по месту осуществления деятельности. Формируется состав аттестационной комиссии, в которую входят эксперты по аккредитации и технические эксперты. Утверждается программа оценки на месте нахождения лаборатории.

Проверка заявителя проводится согласно установленным требованиям и методикам по утвержденной программе в срок, не превышающий 20 дней. Результаты работы оформляются актом, который в последующем представляется соответственно в Росаккредитацию.

На заключительном этапе выносится решение об аккредитации. Вся полученная информация рассматривается Федеральной службой по аккредитации на соответствие заявителя установленным требованиям, в результате чего оформляется приказ о выдаче аттестата аккредитации на первоначальный срок либо об отказе в аккредитации.

На основании приказа Росаккредитации оформляется аттестат аккредитации, после чего в течение трех дней аттестат аккредитации испытательной лаборатории вручается заявителю.

Аттестат об аккредитации испытательной лаборатории выдается на срок до 5 лет.

Испытательная лаборатория, претендующая на выдачу аттестата аккредитации на новый срок, подает заявление и прилагаемые к нему документы в Росаккредитацию не позднее 90 дней до окончания срока действия текущего аттестата аккредитации.

Если испытательная лаборатория не предполагает расширение области аккредитации и если результаты инспекционного контроля (должен быть проведен не более чем за 1 год до подачи заявления) не содержат нарушений со стороны лаборатории, то выдача аттестата аккредитации на новый срок проводится по упрощенной процедуре, которая идентична процедуре выдачи первичного аттестата аккредитации, но не включает проверку лаборатории по месту осуществления деятельности.

Но в процессе оформления документов для подачи в Росаккредитацию могут быть нарушения в нормативной документации по поверке. Проанализировано состояние нормативной документации по поверке. В результате выявлены следующие нарушения.

Нарушение №1: “В заявлении не указано место осуществления деятельности испытательной лаборатории в заявленной области аккредитации. Указан только юридический адрес организации”

Нарушение №2: “В заявлении не указана фамилия руководителя, в Реестре указана фамилия предыдущего руководителя”

Нарушение № 3: “Не уточнена область аккредитации, не выделена расширяемая область аккредитации с применением НД, действующей на территории РФ”.

Нарушение № 4: “Не всегда своевременно оформляются рабочие журналы в соответствии с требованиями к аккредитованной лаборатории”.

Нарушение № 5: “Не согласован график поверки оборудования с ЦСМ”.

Нарушение № 6: “Не оформлен архив хранения документации в соответствии с требованиями к аккредитованной лаборатории”.

Нарушение № 7: “На СИ и ИО не оформлены наклейки с указанием срока и номера свидетельства о поверке”.

Нарушение № 8: “Не оформлены краткие инструкции на СИ и ИО”.

Нарушение № 9: “Отсутствует журнал учёта параметров микроклимата в рабочих помещениях”.

Нарушение № 10: “Неправильно оформлена документация на гравиметрические методы анализа в соответствии с применяемыми методиками”.

Задача, которую необходимо решить, непростая. Поэтому специалистам по поверке целесообразно направить усилия для устранения недостатков следующим образом.

Рекомендация для №1: «В заявлении нужно указывать: адреса мест осуществления деятельности в заявленной области аккредитации, за исключением мест осуществления временных работ».

Рекомендация для №2: «Аккредитованные лица должны представлять в Федеральную службу по аккредитации сведения об изменении состава работников аккредитованного лица, принимающих участие в работах в соответствии с областью аккредитации».

Рекомендация для №3: «Необходимо четко определить область аккредитации в случае расширения, которую следует прикладывать к заявлению на проведение аккредитации».

Рекомендация для №4: «Проверить наличие у лаборатории системы управления документацией (правил документооборота)».

Рекомендация для №5: «Убедиться в подтверждении наличия записей о техническом обслуживании, ремонте, градуировке».

Рекомендация для №6: «Проверить наличие у лаборатории системы хранения и архивирования документов, в том числе правила хранения и архивирования и правила систематизации и ведения архива документов».

Рекомендация для №7: «Должны быть в лаборатории правила управления оборудованием для проведения исследований (испытаний) и измерений».

Рекомендация для №8: «Нужно иметь в лаборатории инструкции по использованию и управлению оборудованием».

Рекомендация для №9: «Контролировать обеспечение надлежащих внешних условий для осуществления деятельности лаборатории (температуру, влажность воздуха, освещенность, уровень шума и иные внешние условия, оказывающие влияние на качество результатов исследований (испытаний) и измерений)».

Рекомендация для №10: «Проверить наличие правил учета и документирования результатов исследований (испытаний) и измерений».

В заключение можно сказать, что поставленные задачи выполнены:

1. Рассмотрен порядок проведения аккредитации;
2. Выявлены недостатки нормативной документации по поверке в АО «Волжский Оргсинтез»;
3. Разработаны рекомендации по устранению недостатков в документации.

Для устранения всех выше перечисленных недостатков в подготовке к проведению аккредитации испытательных лабораторий АО «Волжский Оргсинтез» следует иметь постоянную связь с органами аккредитации, в том числе организовать для работников лаборатории курсы повышения квалификации или дополнительное обучение (семинар по ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025, ГОСТ Р ИСО 5725).

Литература:

1. Федеральный закон № 412-ФЗ от 28 декабря 2013 года «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».
2. Приказ № 326 от 30 мая 2014 г. Министерства экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) «Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации».
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
4. ГОСТ Р ИСО 5725 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».
5. Глебова Е.В., Докучаева А.В., Паначина В.С., Языков Р.О., Торба А.С. Идентификация процесса подготовки к аккредитации испытательной лаборатории [Текст] / Е.В. Глебова, А.В. Докучаева, В.С. Паначина, Р.О. Языков, А.С. Торба // Научные труды Дальрыбвтуза. — 2015.
6. Официальный сайт Росаккредитации [Электронный ресурс]. - <http://fsa.gov.ru/> (Дата обращения 10.03.2019).
7. Программа выездной оценки – [Электронный ресурс]. – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71699202/> (Дата обращения 21.04.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПО «АКВАМАШ» И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Шубина И.А., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Компания ООО «ПО «Аквामаш» является динамично развивающимся и высокотехнологичным предприятием. Предприятие готово выполнять как крупносерийные, так и мелкосерийные партии заказов. Также компания осуществляет разработку конструкторско-нормативной документации. ООО «ПО «Аквамаш» сертифицировано по ИСО 9001-2008. Одно из основных направлений деятельности предприятия – производство комплектующих для оборонной промышленности. ООО «ПО «Аквамаш» имеет опыт изготовления высокоточных изделий, в том числе из специальных сталей и сплавов. ПО «Аквамаш» является кооперантом и поставщиком комплектующих для предприятий, входящих в структуру холдинга «Технодинамика» и госкорпорации «Роскосмос». Помимо изготовления высокоточных деталей, сборочных единиц и сложных узлов для нужд авиационной и оборонной промышленности, а также индустрии двигателестроения предприятие осуществляет производство готовых изделий военной техники. На всех стадиях производства продукция проходит контроль качества, в том числе межоперационный. Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012. ПО «Аквамаш» выполняет виды работ по фрезерной обработке металла, которая выполняется по чертежам или образцам заказчика, с обязательным контролем качества. Возможности предприятия позволяют выполнять термическую обработку деталей практически всех применяемых в производстве марок сталей (от простых углеродистых до высоколегированных, конструкционных).

Контроль качества продукции на предприятии производится согласно технологическим процессам. Для выявления различного вида дефектов используется дефектоскоп ПМД-70, который предназначен для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов. Основные виды дефектов, возникающие при производстве металлопродукции, - металлургические дефекты: плены, пузыри на поверхности, трещины, забоины и т.д. Кроме того, при обработке металлических деталей могут возникать химические дефекты, такие как перетрав, шероховатые пятна и другие дефекты. Также существуют механические дефекты, к которым относятся рванины и надрывы, выхваты, риски и задиры, морщины и складки. На основании анализов данных дефектов были разработаны и предложены рекомендации по совершенствованию технологии с целью снижения дефектов продукции. Для устранения металлургических дефектов следует стабилизировать технологические процессы: равномерность нагрева, исключить прижоги при шлифовании, улучшить формовку и вырубку дефектов в изделиях полученных обработкой давлением. Химические дефекты можно устранить регулировкой процесса травления металла и предварительной подготовки поверхности изделий. Предложения по устранению механических дефектов: своевременно проводить полировку штампов, не допускать попадания посторонних инородных частиц при механической обработке, следить за температурным режимом и скоростью прессования. Основная доля механических дефектов связана с отклонениями в работе оборудования, что указывает на недостаточный контроль за работой оборудования.

Факторы, влияющие на качество продукции ПО «Аквамаш»:

- 1) Нарушение требований технологической документации. Чтобы снизить риск выпуска некачественной продукции, предлагаем составить и утвердить план-график КТД (конструкторская технологическая документация) на год (или увеличивается количество и/или объем проверок). Свидетельством реализации мероприятий являются: утвержденный план-график КТД, акты КТД, журнал учета результатов КТД, отчет. Карты обмера деталей для контроля ОТК (отдел технического контроля). Снижение количества нарушений ТД по периодам (год, квартал, месяц) или подразделениям (цех, участок), или типам изделий.
- 2) непригодность СИ (средств измерений) и ИО (испытательного оборудования). Чтобы снизить риск выпуска некачественной продукции, мы считаем, необходимо ежегодно составлять графики поверки (калибровки) СИ и аттестации ИО, а также план закупок нового оборудования. Свидетельством реализации мероприятий являются: утвержденный план-график поверки (калибровки) СИ. Утвержденный план-график аттестации ИО. Результаты метрологического контроля на предприятии. Записи поверки, калибровки и аттестации.
- 3) Неисправность (непригодность) технологического оборудования (ТО). Чтобы снизить риск выпуска некачественной продукции ТО, ежегодно составляются графики ППР (планово-предупредительный ремонт) и проверки ТО на технологическую точность, а также план закупок нового оборудования. Свидетельством реализации мероприятий являются: утвержденный план-график ППР. Утвержденный план-график проверки ТО на технологическую точность. Записи ремонта, обслуживания и проверки ТО.

Заключение: рассмотрена проблематика, существующая на предприятии в области проведения различных видов контроля, и предложены пути усовершенствования.

Литература:

1. Международный стандарт ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования».
2. Федюкин, В.К. Управление качеством производственных процессов: Учебное пособие / В.К. Федюкин. - М.: КноРус, 2013. - 232 с.
3. Горбашко, Е.А. Управление качеством: Учебник для бакалавров / Е.А. Горбашко. - М.: Юрайт, 2012. - 463 с.
4. <http://www.aquamash.ru/>

ПРЕИМУЩЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ СЕПАРАТОРОВ

Белухин Р.А., Бородин А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Стремительное развитие производства в отрасли машиностроения приводит к модернизации и совершенствованию применяемых инструментов, оборудования, материалов и методов изготовления.

При изготовлении сепараторов подшипников качения в последнее время используют пластмассы различных марок не столько в целях экономии металла, сколько исходя из функциональных соображений. Основной целью является снижение коэффициента трения на рабочих поверхностях скольжения или же упрощение

монтажа сепаратора подшипника. Кроме того, на изготовление сепаратора затрачивается значительно меньше рабочего времени.

Сепаратор подшипника – это основной элемент подшипников качения и предназначен для направления, удержания тел качения на разном расстоянии друг от друга. Подшипники с сепаратором имеют более длительный период эксплуатации и могут работать при больших скоростях, чем бессепараторные подшипники. К дополнительным преимуществам сепаратора относится то, что он дает дополнительное место смазки для более плавного хода подшипника и удерживает шарики или ролики при разборе подшипника.

Сепараторы делятся на:

- Стальные штампованные,
- Механически обработанные,
- Полимерные и композитные,
- Специальные.

Стальные штампованные сепараторы изготавливаются из малоуглеродистой, нержавеющей сталей и изредка из латуни.

Механически обработанные сепараторы наиболее распространены и используются в подшипниках, предназначенных для работы на высоких скоростях. Изготавливаются из латуни и легких материалов.

Полимерные и композитные сепараторы получили широкое распространение благодаря прочностным характеристикам, которые не уступают механическим, при этом такой материал заметно легче и обеспечивает тихий ход трущихся частей подшипника. Обладают отличной вибростойкостью из-за упругости материала, а также могут функционировать в подшипниках, работающих в нестабильных системах с резким стартом и торможением.

Полимерные подшипники изготавливают из таких материалов:

- Полиамид 6,6 – используется для большинства изготовленных методом литья под давлением сепараторов. Может иметь или не иметь армирование стекловолокном и при этом отличается благоприятным сочетанием прочности и упругости.
- Полиэфирэферкитон – оптимальный материал по соотношению прочности, долговечности, упругости и противодействию химическим средам. Наиболее часто используется в шариковых подшипниках. Обладает высокой температурой длительной эксплуатации (+260°C), но, в отличие от другого высокотемпературного пластика – Фторопласта 4, стабилен в размерах и сохраняет большинство первоначальных характеристик при высоких температурах.

Основной недостаток полимерных сепараторов – это низкая устойчивость к высоким и низким температурам.

Композитные сепараторы изготавливаются из полимеров, но благодаря усилению с помощью армированной сетки обладают гораздо лучшими прочностными характеристиками.

Одним из путей повышения эффективности производства является применение современных материалов и оборудования для изготовления сепараторов подшипников. Использование полимерного сепаратора не только экономит металл, но и способствует улучшению технических характеристик подшипника, таких как снижение коэффициента трения на рабочих поверхностях скольжения. Кроме того, на изготовление сепаратора затрачивается значительно меньше рабочего времени.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ПРИ ИХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Тиханкин Г.А, Пушкарев О.И, Турутина Л.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

К качеству и соответствию абразивного инструмента установленным стандартам предъявляются все более высокие требования.

В числе мероприятий, направленных на дальнейшее улучшение качества абразивного инструмента и повышение его выпуска, соответствующее внимание необходимо уделять борьбе с браком. Он должен быть устранен полностью или, во всяком случае, сведен до наименьшего значения.

Как показывает практика, работники абразивных заводов испытывают затруднения при установлении истинных причин брака и его виновников. Эти затруднения обусловлены недостаточным знанием технологических процессов. В большинстве случаев причиной брака абразивных изделий служит несоблюдение технологии.

Абразивный инструмент должен обладать высокими режущими свойствами и стойкостью, а также способностью придавать необходимую чистоту поверхности материала, обрабатываемого этим инструментом. Весьма важным критерием качества абразивного инструмента является стандартность его по свойствам, размерам и форме. Все это может быть достигнуто при условии применения сырья, соответствующего техническим нормативам, и тщательного выполнения установленной технологии производства абразивного инструмента.

Применение дефектного абразивного инструмента снижает производительность и качество обработки им деталей. Так, при шлифовании неотбалансированными кругами на обрабатываемой поверхности деталей появляются дробленость и рябь, и такие детали бракуют. Применение абразивных кругов с мушкой и наплавлением приводит к образованию на шлифуемой поверхности деталей рисок и прижогов. Применение кругов с завышенной твердостью вызывает быстрое их засаливание и образование на обрабатываемой поверхности деталей прижогов и трещин. Вместе с тем засаливание кругов вызывает частую их правку, а следовательно, непроизводительные расходы абразивов и затраты времени. Круги с заниженной твердостью быстро изнашиваются, теряют профиль и тоже требуют правки. Круги с неравномерной твердостью и неоднородной структурой изнашиваются неравномерно, что не позволяет получать точные размеры обрабатываемой детали. Круги с черными пятнами или зауглероженными участками могут разрываться как круги, обладающие низкой механической прочностью, и т.д.

Необходимо считать обязательным условием для каждого завода, выпускающего абразивный инструмент, что дефектные абразивные изделия не должны поступать к потребителю. Для этого недостаточно обычного контроля готовой продукции. Необходимо добиться высокого качества всего изготовленного абразивного инструмента, развернув повседневную борьбу за повышение качества абразивного инструмента на всех участках его производства.

Дисбаланс – неуравновешенность кругов: центр тяжести круга не совпадает с его геометрическим центром. Дисбаланс обнаруживается при проверке уравновешенности круга.

Причины брака:

1) неравномерное распределение формовочной массы в пресс-форме, что влечет за собой неоднородную плотность заформированного изделия и одновременное образование ряда дефектов: неуравновешенность кругов, неравномерной твердости;

2) неисправность оборудования и инвентаря;

3) неуравновешенность кругов может образоваться при их формировании вследствие смещения массы в результате применения плит с непараллельными плоскостями;

5) неправильная механическая обработка. Неправильное, нецентрированное крепление круга на токарном станке при обработке цилиндрической части круга (верхов) приводит к смещению центра его отверстия по отношению к центру внешней окружности и тем самым создается неуравновешенность круга (дисбаланс).

Меры предупреждения брака: применение механизированного разравнивания формовочной массы в пресс-форме, организация тщательного наблюдения за правильным использованием приспособлений для разравнивания (прессы, пресс-формы, плоскообдирочные станки) и за применением соответствующих насадочных оправок на токарном станке.

В случае небольшого дисбаланса, причиной которого служит неоднородная плотность круга, исправление брака возможно путем специального балансированного круга. Круги с дисбалансом, обусловленным неправильной механической обработкой, можно переточить на меньший размер.

Несоответствие размеров и формы – отклонения размеров (диаметра, высоты, величины отверстия и другие), а также геометрической формы абразивных изделий от заданных.

Причины брака:

1. неправильная механическая обработка, последствиями которой являются нарушение размеров и формы, конусности, выходящие за пределы допусков, указанных в ТУ на готовую продукцию;

2. неисправность оборудования и инвентаря.

Меры предупреждения брака: тщательное наблюдение за качеством формирования и механической обработки абразивных изделий, обеспечение исправного состояния оборудования, наличие соответствующего измерительного оборудования и систематическая его проверка.

Дефектные изделия можно обточить на меньший размер. Если диаметр отверстия круга превышает заданную величину, то можно исправить этот дефект калиброванием отверстия.

Опыт показывает, что повседневная организованная борьба за снижение брака на производстве должна производиться на основе немедленного анализа причин обнаруженного брака. Основная трудность при анализе брака – установление истинных его причин и, следовательно, виновников брака, особенно когда появление брака зависит от многих причин. Определив вид брака, определяют возможные причины брака и соответственно его виновников.

Для того чтобы определить наглядно, какой наиболее часто встречаемый вид брака на ОАО «ВАЗ», мы используем диаграмму Парето.

Диаграмма Парето определяет, какие виды браков наиболее часты; она позволяет быстро увидеть, на чем следует сосредоточить внимание при совершенствовании процесса. Диаграмма Парето строится следующим образом: по оси ординат откладывается количество случаев брака, зарегистрированного в модуле фактического изготовления, а по оси абсцисс – выбранные пользователем источники брака.

На рисунке 1 показана диаграмма Парето по видам несоответствий за 4 квартал 2018 г. Столбцы диаграммы (каждый соответствует отдельному виду) ранжированы в порядке убывания интенсивности брака, что позволяет оперативно оценивать «вклад» соответствующего вида (таблица 1). Первый столбец представляет наиболее «бракоизводящий» фактор, процентный вклад этого фактора регистрируется по правой вертикальной оси диаграммы. На этой же диаграмме изображена кривая интегрального процента брака, которая в данном случае показывает, что 27,3% брака обусловлено тремя первыми видами.

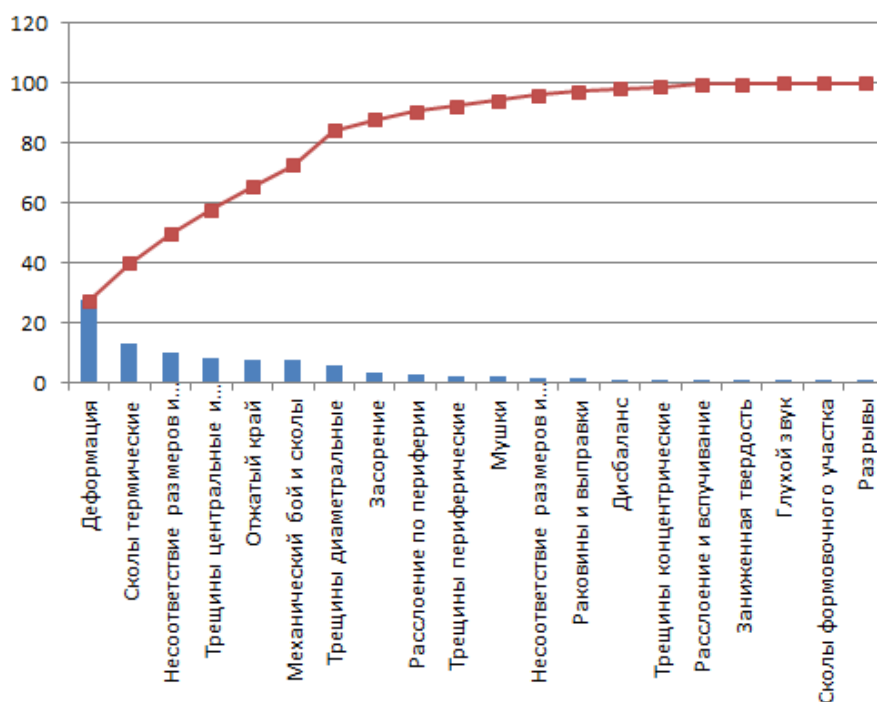


Рис. 1. Диаграмма Парето по несоответствиям за 4 квартал 2018 г.

Таблица 1.- Возможные дефекты

шифр	Наименование несоответствий	кг/т	Накопленная сумма	% по каждому несоответствию	Накопленный %
27	Деформация	15,58	15,58	27,308	27,308
30	Сколы термические	7,246	22,826	12,7	40,008
28	Несоответствие размеров и форм	5,525	28,351	9,684	49,692
12	Трещины центральные и радиальные	4,591	32,942	8,0489	57,739
29	Отжатый край	4,273	37,215	7,4895	65,229
33	Механический бой и сколы	4,258	41,473	7,4895	72,692
14	Трещины диаметральные	3,235	48,126	5,6702	84,353
36	Засорение	2,006	50,132	3,516	87,869
34	Расслоение по периферии	1,505	51,637	2,6379	90,507
13	Трещины периферические	1,138	52,775	1,9946	92,502
24	Мушки	1,044	53,819	1,8299	94,332
35	Несоответствие размеров и форм	0,937	54,756	1,6423	95,974
26	Раковины и выправки	0,791	55,547	1,3864	97,36
20	Дисбаланс	0,428	55,975	0,7502	98,111

16	Трещины концентрические	0,369	56,344	0,6468	98,757
43	Расслоение и вспучивание	0,25	56,594	0,4382	99,578
18	Заниженная твердость	0,218	56,812	0,3821	99,578
22	Глухой звук	0,207	57,019	0,3628	99,94
15	Сколы формовочного участка	0,028	57,047	0,0491	99,989
31	Разрывы	0,006	57,053	0,0105	100
	Всего несоответствующей продукции, кг	57,053			

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов наиболее распространенным методом анализа является так называемый ABC-анализ. Группа брака, относящаяся к зоне А, подлежит тщательному рассмотрению и анализу причин возникновения брака, т.к. эта зона наиболее проблемная, а в зоне С – наименьшему рассмотрению причин возникновения несоответствий.

Список литературы:

1. Никифоров И.П. Современные тенденции шлифования и абразивной обработки. Старый Оскол: ТНТ, 2012. - 560 с.
2. Пушкарев О.И, Шумячер В.М. Методы и средства контроля физико-механических характеристик абразивных материалов: Монография / ВолгГАСУ, Волгоград, 2004. – 144 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Белухин Р.А., Королев Л.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Стальные детали в механизмах и устройствах зачастую испытывают повышенные нагрузки, которые приводят к износу их поверхности. Чтобы повысить срок службы деталей и долговечность работы механизмов и устройств необходимо снизить износ поверхности деталей.

Существуют следующие методы поверхностного упрочнения: механический, термический, лазерная закалка, ионная имплантация и др.

Для получения высокой твердости поверхностного слоя детали с сохранением вязкой сердцевины, что обеспечивает защитные свойства поверхности с механической прочностью основы, применяют поверхностную закалку. Поверхностная закалка стали состоит из быстрого нагрева поверхностного слоя стали до температуры, значительно выше критической, и последующего быстрого ее охлаждения.

Основное преимущество поверхностной закалки стали – повышение выносливости детали к воздействию разного рода динамических нагрузок, например изгибающих, на срез при сохранении большой износостойкости. Этот метод позволяет получить твердую износостойкую поверхность и пластичную сердцевину.

Следует отметить, что, применяя поверхностную закалку стали, сокращается время обработки, так как нагрев длится недолго. При небольшом времени обработки не происходит обезуглероживания и окисления стали. Нагревание только наружного слоя исключает возможность появления больших напряжений.

Среди ряда методов поверхностной закалки (в расплавленных металлах, электротокком высокой частоты, пламенная закалка, плазменная закалка) в практике наиболее широкое применение нашел способ высокочастотной закалки при нагреве поверхностного слоя детали переменным током высокой частоты (ТВЧ). К основным преимуществам данного метода можно отнести: возможность контролировать глубину закалённого слоя от долей миллиметра до 10 мм, минимальное коробление. Но закалка ТВЧ применяется только в массовом и крупносерийном производстве из-за высокой стоимости оборудования и самого технологического процесса.

Плазменное поверхностное (термический способ) упрочнение разделяют:

- на упрочнение без оплавления и с оплавлением поверхности детали;
- упрочнение с зазором между упрочненными зонами (зоны термического влияния, ЗТВ), без перекрытия ЗТВ и с перекрытием ЗТВ;
- химико-термическая плазменная обработка;
- упрочнение в сочетании с другими способами объемной или поверхностной термической обработки.

Плазменную поверхностную обработку (термический способ) можно эффективно применять, например, для повышения стойкости шестерен и металлообрабатывающего инструмента. Проблема дефицита и высокой стоимости инструментальных сталей может быть существенно сглажена для машиностроительных предприятий благодаря повышению работоспособности металлообрабатывающего инструмента (резцов, сверл, фрез). Плазменная поверхностная обработка позволяет повысить стойкость данного инструмента в 2–2,5 раза.

Для мелкосерийного и штучного производства оптимальным способом будет закалка с применением плазменного метода, использующего стандартное сварочное оборудование.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРАВКИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ОПЕРАЦИЯХ ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

Галкин А.А., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время шлифование является одним из основных методов отделочной обработки колец подшипников, при этом достигаются высокие классы чистоты поверхности и точности обработки.

Важной составляющей процесса шлифования является правка шлифовального круга, во многом определяющая результаты обработки. Правка круга необходима для придания рабочей поверхности шлифовального круга заданной геометрической формы. От условий правки зависит расход абразивного инструмента, состояние его рабочей поверхности, его режущие свойства, а следовательно, шероховатость шлифуемой поверхности детали, качество ее поверхностного слоя, производительность и себестоимость обработки [1].

В настоящее время для правки шлифовальных кругов применяют алмазы-зерна, закрепленные в специальной оправе (ГОСТ 22908); алмазно-металлические карандаши

(ГОСТ 607-80); специальные шлифованные алмазные иглы и алмазные иглы с естественными острыми ребрами (ГОСТ 17564).

При шлифовании колец подшипника набором шлифовальных кругов требуется сложная фасонная правка, которая не позволяет использовать алмазы в оправе.

Основным видом инструмента, применяемого для этой операции, является алмазно-металлический карандаш со специальной заточкой, существенными недостатками применения которого являются: неизбежное повреждение алмазного зерна вследствие воздействия на него абразивного круга; нарушение жесткости крепления алмазного зерна в сплаве алмазонасущей вставки и самой вставки в корпусе карандаша; невозможность подготовки к работе отдельных зерен в связи с их неприемлемой ориентацией во вставке и индивидуальной каратности; выпадение отдельных зерен и т.д.

Устранить перечисленные выше проблемы и повысить производительность операций шлифования колец подшипника можно за счет применения для правки набора шлифовальных кругов алмазной иглы. Главным элементом алмазной иглы является кристалл алмаза, зафиксированный по центральной оси с остроконечной отцентрированной вершиной, формой которой является правильная пирамида с четырьмя равными гранями. Согласно данным, представленным в работе [2], стойкость иглы минимум в 8 раз выше стойкости алмазного карандаша.

Несмотря на то, что стоимость алмазной иглы значительно выше стоимости алмазно-металлического карандаша, ее применение позволит устранить простои оборудования, связанные с операцией заточки карандаша, сократить расход правящего инструмента и трудозатраты. Поэтому применение алмазной иглы для сложной фасонной правки набора кругов, используемых для шлифования колец подшипника, экономически целесообразно.

Литература:

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник / Под ред. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.
2. Справочник по алмазной обработке металлорежущего инструмента / Под ред. В.Н. Бакуля. – К.: Техника, 1971. – 208 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

Крутикова А.А., Тарасова О.О.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Механическая обработка подшипниковых колец обычно сводится к токарной и шлифовальной обработке. Относительное распределение между токарной и шлифовальной обработкой общего объема подлежащего удалению металла определяется сравнительной стоимостью этих операций. Съём металла при шлифовании обычно обходится дороже, чем при токарной обработке.

Токарная обработка деталей машин и механизмов в наши дни является одной из наиболее распространенных в машиностроении. При этом происходит съём большей части припуска и окончательное формирование качества поверхностного слоя деталей тел вращения, не сопрягаемых с другими деталями. С другой стороны, точение может

считаться максимально простым видом механической обработки с наиболее наглядными закономерностями процессов, происходящих в зоне резания, что позволяет переносить результаты исследований обработки точением на другие, более сложные технологические операции.

На шероховатость поверхности, обработанной резанием, оказывает влияние большое число факторов, связанных с условиями изготовления заготовки. В частности, высота и форма неровностей, а также характер расположения и направление обработочных рисок зависят от принятого вида и режима обработки; условий охлаждения и смазки инструмента; химического состава и микроструктуры обрабатываемого материала; конструкции, геометрии и стойкости режущего инструмента; типа и состояния используемого оборудования, вспомогательного инструмента и приспособлений.

Одной из наиболее важных задач данных предприятий является разработка и внедрение новейших инструментальных материалов, удовлетворяющих всем потребностям потребителей.

Инструментальные материалы должны обладать такими качествами, как стойкость, прочность. В процессе резания происходит износ резца и трансформация его геометрии. Кроме режимов резания: скорости V , подачи S , глубины t , геометрии резца, износ инструмента существенным образом влияет на параметры качества обработанной поверхности.

Обычно выделяют три участка кривой износа: OA – первоначальный интенсивный износ (период приработки), AB – основной участок равномерного износа, BC – участок катастрофического износа. Точка B соответствует стойкости резца и критерию износа по задней поверхности. После этого резец отправляют на переточку.

Следует отметить, что в процессе резания происходит трансформация геометрии резца. Вместо радиуса r появляется площадка длиной MN , а вместо острого заднего угла α появляется площадка шириной h_3 . Увеличиваются силы резания и, в частности, силы трения и температура в зоне резания. В результате этого изменяются параметры качества.

По мере износа резца изменяется шероховатость обработанной поверхности. В процессе износа шероховатость обработанной поверхности изначально снижается, что объясняется явлением «приработки резца», в том числе и увеличением силы трения по задней поверхности резца и, как следствие, повышением демпфирующих свойств технологической системы. Дальнейшее увеличение параметра шероховатости можно объяснить увеличением амплитуды вибраций при увеличении составляющей силы резания из-за затупления инструмента.

При увеличении износа резца температура в зоне резания повышается в 1,5-2 раза. Повышение температуры влияет на изменение пластичных свойств обрабатываемого материала и на возможные структурно-фазовые изменения в поверхностном слое детали.

Современный уровень машиностроения требует применения новых технологий, оборудования и инструментов для механической обработки, обеспечивающих существенное повышение показателей точности, качества и производительности. В успешном решении этих задач важная роль принадлежит использованию прогрессивных сборных конструкций твердосплавных инструментов с износостойкими покрытиями ведущих фирм-производителей.

Основными изготовителями инструмента из твердого сплава с покрытиями являются компании: Iscar (Китай), Sandvik (Швеция), Tungaloy (Япония).

При испытании пластин данных производителей, были выявлено, что стойкость пластин производства фирмы «Tungaloy» наибольшая, что показывает перспективность

применения с точки зрения снижения затрат на инструмент режущих пластин производства фирмы «Tungaloy».

Библиографический список:

1. Шероховатость после механической обработки / Электронный ресурс. Режим доступа: http://texinfo.inf.ua/razdeli/texn_obr/stati/sheroxovatost.html.
2. Анализ инструментальных материалов и параметров, влияющих на точность обработки/ Глазков И.Д., Касутин В.Е. Аллея науки. 2018. Т. 1. № 5 (21). С. 892-896.
3. Оценка износа твердосплавного режущего инструмента при механической обработке / Симсиве Ж.В., Кутышкин А.В., Симсиве Д.Ц. Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2012. № 1 (54). С. 50-55.
4. Износ резцов при точении закаленных сталей / Поскотин А.А., Разумова И.Н. В сборнике: ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ материалы V Международной студенческой научно-практической конференции. Омский государственный технический университет. 2016. С. 272-275.
5. Повышение производительности и качества механической обработки на основе применения прогрессивных режущих инструментов / Электронный ресурс. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/fimm/nikolaenko/library/article3.pdf>.

СЕКЦИЯ 4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИМПРЕГНИРОВАНИЯ ВЫСОКО И КРУПНОПОРИСТЫХ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Шепелев И.В., Крюков С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Пропитывание кругов различными импрегнаторами, например, расплавом серы, раствором силикатного клея и других, сопряжено с рядом трудностей. Одна из них возникает при импрегнировании шлифовальных кругов широкого класса. Проблема заключается в том, что при пропитывании крупнопористого или крупнозернистого инструмента (с размером зерна более 100 мкм) происходит вытекание импрегнатора из пор, что приводит к снижению качества пропитанного инструмента. Основной причиной этого является недостаточная смачиваемость керамического черепка импрегнаторами и плохая их адгезия к поверхностям порового пространства инструмента.

Предлагается новый способ устранения вытекания импрегнатора из пор инструмента как в момент его выемки из камеры, так и во время его охлаждения или сушки, а также сокращения энергоемкости и повышения производительности процесса пропитки путем введения в раствор или расплав импрегнатора ферромагнитных частиц и воздействия на них внешним магнитным полем. Это позволяет повысить качество пропитки и производительность процесса, прочность инструмента и его теплопроводность, а также сократить энергоемкость процесса пропитки.

В качестве ферромагнетика применяют частицы из магнетита, железа, никеля, кобальта или их сплавов. Применение ферромагнитных частиц и магнитного поля позволяет повысить вязкость импрегнатора в несколько раз [3]. Это объясняется тем, что под воздействием магнитного поля ферромагнитные частицы стремятся развернуться вдоль силовых линий и сгруппироваться в цепочки, за счет которых резко повышается вязкость импрегнатора, что устраняет вытекание импрегнатора из пор инструмента. Кроме того, ферромагнитные частицы, оставаясь в отвердевшем импрегнаторе, являются своеобразными упрочняющими элементами, повышающими механическую прочность инструмента, а их выполнение, например из железа, никеля, улучшает теплопроводность инструмента во время шлифования. Выбор размера частиц в пределах 5-20 мкм обусловлен минимальным размером пор в инструменте, который находится в пределах 100-150 мкм. Такой размер частиц позволяет им свободно проникать в поры инструмента совместно с раствором или расплавом импрегнатора. Количественное содержание ферромагнитных частиц в пределах 15-30% от объема импрегнатора обеспечивает необходимую вязкость раствору или расплаву для предотвращения вытекания их из пор инструмента при сушке или охлаждении.

Для расчета вязкости расплава серы с ферромагнетиками τ использовалась следующая формула [3]:

$$\tau = \tau_0 \exp \left(\frac{2,5pV_r + 2,7(pV_r)^2}{1 - 0,609pV_r} \right), \quad (1)$$

где τ_0 – вязкость расплава серы без ферромагнетиков; p – коэффициент, не зависящий от объемного содержания частиц ферромагнетиков ($p = 1,9 \div 2,1$); V_r - объемное содержание частиц ферромагнетиков.

Расчеты по формуле (1) и практика показывают, что при умеренной концентрации частиц вязкость среды может быть повышена в 5-8 раз по сравнению с исходной вязкостью основы. Наложение внешнего магнитного поля также будет способствовать дальнейшему возрастанию вязкости.

Способ осуществляется следующим образом. В камеру, выполненную из немагнитной нержавеющей стали, подают раствор или расплав импрегнатора с ферромагнитными частицами, при этом полученный состав импрегнатора непрерывно и интенсивно перемешивают. Затем в камеру помещают абразивный инструмент, например шлифовальный круг, и, постепенно погружая в импрегнатор, производят его пропитку и выдержку для более полного и равномерного заполнения пор инструмента импрегнатором. В момент выемки инструмента из камеры после пропитки для сушки или охлаждения включают электромагниты для создания вокруг инструмента магнитного поля, за счет которого резко повышается вязкость импрегнатора, находящегося в порах инструмента, что предотвращает его вытекание. После отверждения импрегнатора в порах инструмента при сушке или охлаждении выключают электромагниты.

Ниже приведены примеры технологических регламентов пропитки шлифовальных кругов водным раствором силикатного клея и расплавом серы. Перед пропиткой кругов водным раствором силикатного клея в него вводятся ферромагнитные частицы железа размером 15-20 мкм в количестве 25-30 % от объема раствора. Полученную смесь помещают в камеру и интенсивно и непрерывно ее перемешивают.

Шлифовальные круги подают по одному или пакетом в камеру, постепенно погружая их в подготовленный раствор импрегнатора до полной их пропитки, после чего круги выдерживают в растворе в течение 5-7 мин. В момент выемки кругов из раствора импрегнатора включают электромагниты для создания магнитного поля с напряженностью в диапазоне 700-1200 А/см, позволяющего повысить вязкость водного раствора импрегнатора с $2,37 \cdot 10^{-3}$ до $145 \cdot 10^{-3}$ Па·с, что предотвращает вытекание импрегнатора из пор инструмента.

Сушку кругов производят потоком воздуха с температурой 80 °С в течение 0,5 ч. После затвердевания импрегнатора в порах инструмента выключают электромагниты.

Для пропитки шлифовальных кругов расплавом серы, в него вводятся ферромагнитные частицы железа размером 5-15 мкм в количестве 15-20 % от объема расплава.

Круги, подогретые до 150-160 °С, подают в камеру, постепенно погружая их в подготовленный расплав импрегнатора до полной их пропитки, после чего круги выдерживают в расплаве в течение 10-30 мин в зависимости от характеристики кругов.

В момент выемки кругов из расплава серы включают электромагниты для создания магнитного поля с напряженностью в диапазоне 400-900 А/см, при этом вязкость расплава серы с ферромагнитными частицами повышается с $7,12 \cdot 10^{-3}$ до $248 \cdot 10^{-3}$ Па·с, предотвращая вытекание расплава из пор кругов.

Охлаждение кругов производят потоком воздуха комнатной температуры до 105-110 °С. При такой температуре происходит затвердевание серы в порах и на поверхности инструмента. После этого электромагниты выключают.

Использование ферромагнитных частиц в различных областях техники и технологиях базируется на физическом явлении, когда на ферромагнитные частицы в магнитном поле действует сила, равная произведению

$$M \nabla H,$$

(1)

где M - магнитный момент частицы; ∇H - градиент напряженности поля в

точекрасположения частиц. Кроме этой силы к частицам будут приложены сила их тяжести, инерционная сила и сила вязкого сопротивления со стороны расплава серы.

Известны ферромагнетики в виде супердисперсных твердых частиц (магнетий, железо, никель и др.). Частицы имеют размеры порядка 10-15 нм, однодоменную структуру и магнитный момент

$$M = VJ, \quad (2)$$

где V – объем частиц; J – намагниченность частицы.

Внешнее магнитное поле ориентирует магнитные моменты отдельных частиц так, что расплав серы с ферромагнетиком при определенных значениях намагничивается до насыщения I_s , равной сумме моментов частиц в единице объема расплава серы:

$$I_s = \sum M_s. \quad (3)$$

Вязкость расплава серы с ферромагнетиками будет зависеть от вязкости расплава серы τ_0 , объемной концентрации твердых частиц V и внешнего магнитного поля.

С увеличением концентрации (объемного содержания) частиц вязкость расплава серы будет расти и может быть определена по формуле [3]:

$$\tau = \tau_0 \exp \left(\frac{2,5pV_r + 2,7(pV_r)^2}{1 - 0,609pV_r} \right), \quad (4)$$

где τ_0 – вязкость расплава серы без ферромагнетиков; p – коэффициент, не зависящий от объемного содержания частиц ферромагнетиков ($p = 1,9 \div 2,1$); V_r - объемное содержание частиц ферромагнетиков.

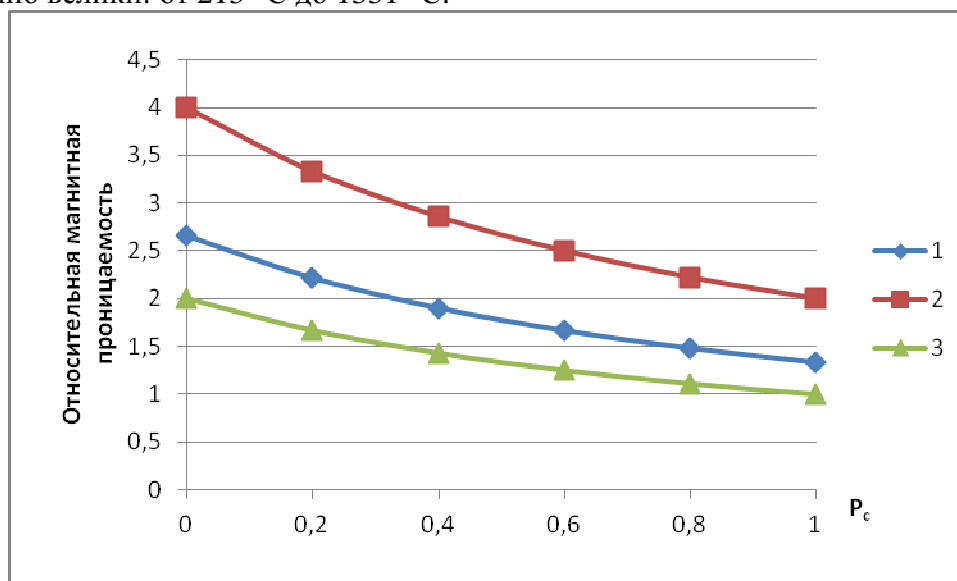
Получение магнитных частиц коллоидных размеров можно осуществить методом химической конденсации. Например, получение магнетита Fe_3O_4 осуществляется путем смешивания 10%-ных водных растворов солей $FeCl_2 \cdot 4 H_2O$, $FeCl_3 \cdot 6 H_2O$ с водным раствором аммиака NH_4OH . В процессе реакции в осадок выпадает монодисперсный магнетит с размером частиц, равным 10 нм. Далее магнетит нагревают до отделения воды.

Ферромагнитными свойствами обладают чистые металлы Fe, Co, Ni, Cd, Er, некоторые сплавы неферромагнитных элементов, а также большинство сталей и сплавов железа. На магнитное состояние частиц в слабых и средних магнитных полях оказывают влияние: величина зерна, форма и распределение структурных составляющих, фазовый состав, механические напряжения, интенсивность пластической деформации. Существенным параметром в этом случае является размер частиц. С его уменьшением снижается магнитная проницаемость, а коэрцитивная сила вначале растет, а по достижении определенного размера частиц, начинает падать.

Намагниченность частиц зависит от физических свойств материала, их формы и напряженности внешнего магнитного поля. Относительная магнитная проницаемость μ частиц должна быть в пределах 30÷40. Форма частиц наиболее предпочтительна продолговатая (удлиненная). При наложении магнитного поля такие частицы стремятся развернуться вдоль силовой линии сгруппироваться в цепочки. Материалы ферромагнетика должны быть по возможности более твердыми, чтобы дополнительно производить эффект их абразивного воздействия на поверхности шлифуемой детали.

Температуростойкость ферромагнетиков характеризуется точкой Кюри (t_K) – температурой, выше которой область спонтанного намагничивания (домены) в материалах разрушаются, превращая их в парамагнетики. Намагниченность, остаточная индукция и коэрцитивная сила уменьшаются с повышением температуры и

приближаются к нулю вблизи t_k . Для большинства ферромагнетиков значения t_k достаточно велики: от 213 °С до 1331 °С.



Напряженность магнитного поля H , А/см: 1 - 400; 2 – 1200; 3 – 3000.

Рис. 1 - Зависимость магнитной проницаемости среды от коэффициента объемного наполнения при различных значениях напряженности магнитного поля

Литература:

1. Авт.свид. СССР № 1191273, кл. В24D 3/34, 1985, Бюл. № 42
2. Авт. свид. СССР № 1222521, кл. В24D 3/34, 1986, Бюл. № 13
3. В. Е. Фертман Магнитные жидкости. Минск, Изд-во «Высшая школа», 1988. – 184 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КРЕМНЕЗЕМИСТОЙ КЕРАМИКИ

Шевелёва В.В., Орлова Т.Н.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Для выполнения проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» будет постоянно увеличиваться выпуск силикатного кирпича. Однако в производстве силикатного кирпича существует ряд проблем, для решения которых требуется время. Это проведение реконструкций на действующих заводах, строительство новых предприятий с использованием современного отечественного оборудования, подготовка кадров [1].

В связи с этим в настоящий момент актуальна задача по разработке оптимальных составов кремнеземистых материалов. Нами была проведена исследовательская работа по разработке технологии и рецептуры строительных изделий из кремнеземистой керамики. В отличие от общепринятых компонентов для производства силикатного кирпича, сырьевой состав был расширен. Работа проводилась по следующим направлениям:

- поисковая работа по сырьевым материалам;
- отработка технологических параметров в зависимости от эксплуатационных показателей сырьевых материалов;
- разработка рекомендаций по производству кирпича;
- технико-экономический расчет.

В отличие от общепринятой технологии, нами был использован для исследовательской работы следующий состав сырьевых материалов: кв.песок, известь, каустическая сода и вода. Причем песок был взят с разных месторождений. Добавка CaO повышает прочность отформованных изделий во влажном состоянии, увеличивая водостойкость материала, так как система $\text{CaONa}_2\text{OSiO}_2$ в сплавленном состоянии более водостойка, чем система Na_2OSiO_2 . Расчет рецептуры исходил из того, что для реакции спекания содержание CaO и NaOH должно быть в оптимальном количестве [2].

Разработка технологического процесса по созданию строительных изделий из кремнеземистой керамики проводилась в несколько этапов:

1. Определение зернового состава и модуля крупности ($M_{кр.}$) кварцевых песков различных месторождений. Определение содержания глины.
2. Взвешивание материала, согласно разработанного рецепта.
3. Смешивание материалов.
4. Формование образцов.
5. Сушка и обжиг.
6. Определение физико-механических характеристик.

Для отделения камней, комьев глины кв.песок просеивался через сито с размером ячеек 0,63мм. Определение зернового состава и $M_{кр.}$ кв.песка различных месторождений проводилось по методике, согласно ГОСТ 8735-88. Данные представлены в таблице 1.

В речном песке содержание глины в комках не было зафиксировано, а содержание пылевидных и глинистых частиц составило 11%.

Взвешивание материалов производилось на электронных весах с погрешностью взвешивания 2гр. до бкг. Дозирование материалов осуществлялось согласно рецепта.

Взвешенный материал засыпался в смеситель, где происходило смешивание материалов. Первоначально к кв.песку постепенно добавляли раствор ($\text{NaOH}+\text{CaO}+\text{H}_2\text{O}$) и вновь смешивали материал. Полученные образцы показывали средние результаты при испытаниях на сжатие. В результате изменения рецептуры и определенных технологических приемов, удалось улучшить показатель по сжатию.

Таблица 1 - Зерновой состав кварцевых песков

Месторождение кварцевого песка	Размер сетки, мм.						Модуль крупности, $M_{кр.}$
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	-0,16	
Орловское	0	0,02	1,38	27,2	45,4	25,4	0,75
Воронежское	0	0,21	0,52	7,33	40,86	51,08	0,49
Речной (р.Ахтуба)	0	0	0	20,2	48,5	31,3	0,68

Исходя из рецептурного состава и для получения прочного и однородного сырца, имеющего определенные размеры, форму, нами был выбран метод полусухого

прессования. Формование осуществлялось на гидравлическом прессе (усилие 160т.). Для более полного удаления воздуха и уменьшения «неравноплотности» в образцах была предпринята попытка многоступенчатого прессования. Большая прочность и плотность сырца обуславливают большую прочность обожженного изделия. Данные представлены на рис. 1.

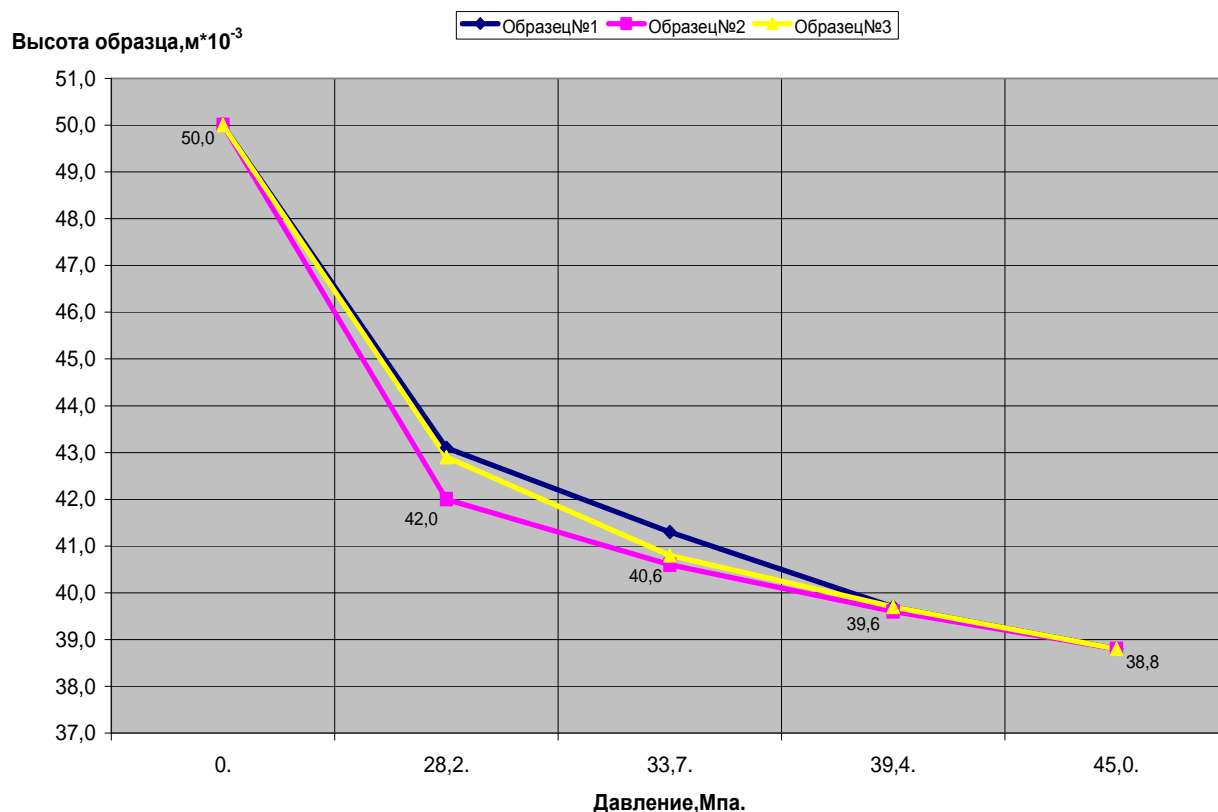


Рис.1. Зависимость высоты образца от удельного давления формования

Однако при таком способе прессования в дальнейшем возникли трудности при обработке образцов. С учетом рекомендаций [3] были сформованы образцы, применяя двухступенчатое прессование. В ходе проведения исследовательской работы была увеличена продолжительность приложения прессовой нагрузки, что положительно сказалось при испытаниях образцов на сжатие. Физико-механические характеристики образцов сравнивались с требованиями ГОСТ 530-95. Результаты работы представлены в таблице 2.

Результаты исследования

Таблица 2

Месторождение кв.песка	Давление, МПа.	Коэффициент сжатия, Ксж.	Физико-механические характеристики		
			Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа.
Требования ГОСТ 530-95			2,2	Не менее 8,0%	5,0-25,0
Орловское + Воронежское	36,5-39,42	1,17	1,78	13,0	11,3 (марка 125)

Орловское + Орловское (измельченный)	36,5-39,4	1,14	1,66	13,6	19,9 (марка200)
Речной (р.Ахтуба)	Двухступенчатое прессование 28,2; 45,0	1,18	1,8	12,4	27,3 (марка250)

Как видно из результатов исследования, образцы, изготовленные из смеси песка Орловского и Воронежского месторождений, показали невысокий результат при испытаниях на сжатие. Образцы, изготовленные из смеси 2-х фракций песка Орловского месторождения, показали лучший результат при испытаниях на сжатие. Однако получение измельченной фракции кв.песка вносит дополнительные трудности в технологический процесс. Использование обычного речного песка при изготовлении образцов повысило показатели прочности при сжатии. На лучший результат по работе с речным песком, несомненно, повлиял специально разработанный режим термической обработки. После формования образцы подвергались сушке. Это было необходимо для удаления механически примешанной воды, вследствие чего образцы приобретали прочность. Следующим этапом в технологическом процессе был обжиг изделий, который условно можно подразделить на следующие основные стадии: удаление механически связанной и гигроскопической воды, прогрев, собственно обжиг, выдержка при максимальной температуре, охлаждение обожженных образцов.

Как показал технико-экономический расчет, 1т. полученных образцов стоит 1500 руб. На данный момент 1т. силикатного кирпича стоит 2000-2400 руб. [2].

На основании проведенных исследований можно сделать следующий вывод, что производство изделий из кремнеземистой керамики является более эффективным при условии использования широко распространенного сырья. Это позволит создать производство кирпича на местном сырье.

Литература:

1. Хвостенков С.И. Развитие производства силикатного кирпича в России.//Строительные материалы.2007.-№10.-С.4...8.
2. Августиник А.И. Керамика.- М.:Стройиздат.1975.-592с.
3. Нагибин Г.В. Технология строительной керамики. - М.: Высшая школа.1968.-357с.

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПУТЕМ ИХ ТЕРМООБРАБОТКИ И ИМПРЕГНИРОВАНИЯ

Терешков А.С., Крюков С.А., Шумячер В.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Опыт эксплуатации шлифовальных кругов на подшипниковых заводах, а также отдельные данные ряда исследователей показывают, что абразивный инструмент подвержен изменениям по твердости, режущей способности, стойкости и другим показателям как при его хранении в производственных условиях, так и при шлифовании с использованием водных СОЖ, что негативно сказывается на эффективности процесса шлифования, особенно в автоматизированных линиях по

производству деталей подшипников. Это связано с тем, что абразивный инструмент до сих пор создается на основе эмпирического и технологического опыта в отсутствие информации о взаимосвязи его свойств с условиями и режимами его эксплуатации.

Существующие теоретические и экспериментальные оценки влияния внешних факторов на механическую прочность инструмента недостаточно учитывают физико-химические свойства внешней среды, условия и сроки хранения инструмента, параметры и режимы воздействий, таких как термообработку и импрегнирование инструмента.

В результате теоретических исследований на основе системного анализа влияния различных факторов на свойства шлифовальных кругов, была разработана классификация способов технологических воздействий для повышения и стабилизации его структурно-механических и эксплуатационных свойств, которая включает: механические, химические, физические и комбинированные воздействия, а также их сочетания. Наиболее эффективными являются комбинированные и совмещенные технологические воздействия, дополняющие и взаимно активизирующие друг друга, например совмещение технологических воздействий – термообработки и импрегнирования инструмента серой.

Исходя из представлений физико-химической механики композиционных материалов, была разработана феноменологическая модель прочности инструмента как композита с учетом трех основных групп факторов, характеризующих реальную дефектную структуру матрицы, физико-химическое взаимодействие зерна и связки со средой и внешние физико-механические воздействия на инструмент.

Экспериментальная проверка положений выводов разработанной модели проводилась при испытании на прочность при статическом изгибе брусков, вырезанных из шлифкругов с характеристиками 25AL7V5 (25ACM2K) и зернистостями – F80, F60, F46 (16, 25, 40). Результаты испытаний подтвердили теоретическую обратно пропорциональную зависимость прочности от размера зерна, а также характер и степень изменения прочности инструмента от вида среды и типа воздействий. Полные результаты отражают физическую сущность разработанной модели прочности, что позволяет рекомендовать ее для прогнозирования и моделирования изменений механических свойств инструмента под влиянием различных сред и воздействий.

Следующим этапом комплексных исследований являлось установление количественных показателей и взаимосвязи между механической прочностью и твердостью абразивного инструмента. В этой связи нами был предложен метод определения твердости инструмента маятниковым диспергометром [1], состоящим из индентора и маятника с грузом. За меру твердости по этому методу принималась постоянная времени процесса диспергирования, определяемая по величине относительного затухания колебаний маятника. Теоретически и экспериментально доказано, что между твердостью по диспергометру и удельной объемной энергией разрушения поверхности инструмента существует тесная корреляционная связь, что свидетельствует о физическом смысле твердости, определяемой по диспергометру. Установлено, что образцы, выдержанные в воде, в зависимости от их зернистости имеют твердость на 18...35% ниже, чем исходные. Керосин, как инертное вещество к зерну и связке, не оказывает влияния на твердость при диспергировании. Образцы кругов, выдержанные в спирте и термообработанные, показали повышение твердости соответственно на 10... 18% и 17...23% по сравнению с исходными образцами. Замеры твердости по диспергометру у импрегнированных серой образцов показали, что твердость увеличилась в 2,7...2,8 раза по сравнению с исходными образцами без пропитывания. Следует отметить идентичность полученных зависимостей при

испытании образцов на изгиб и при определении твердости по методу маятникового диспергометра, что свидетельствует о взаимосвязи механической прочности инструмента с его твердостью по диспергометру. Таким образом, полученные данные хорошо согласуются с основными положениями и выводами разработанной феноменологической моделью прочности абразивного инструмента.

Исходя из того, что абразивное зерно является основным рабочим элементом структуры инструмента, проводились исследования по изучению влияния внешних факторов на макро- и микромеханическую прочность зерен. В качестве объекта исследований были выбраны зерна электрокорунда белого марки 25А зернистостью F46 (40).

Прочность зерен определялось на приборе ВНИИАШ путем их раздавливания с фиксацией разрушающей нагрузки, моментов скалывания и характера разрушения зерна. Результаты экспериментов обрабатывались методом математической статистики с использованием функции распределения Вейбулла, а дифференцированную оценку прочности зерен производили по методике Н. И. Богомолова. Полученные результаты экспериментов подтвердили взаимосвязь прочности зерен с их дефектностью, а также негативное влияние на эти показатели поверхностно-активных веществ (воды). Наоборот, термообработка зерен и их выдерживание в неактивных средах (керосин, спирт) повышает их прочность и уменьшает их дефектность. Кроме того, термообработка абразивных зерен при $t = 450 \dots 500 \text{ }^\circ\text{C}$ способствует их охрупчиванию или повышению микрохрупкости, что положительно сказывается на процессе самозатачиваемости зерна при шлифовании. Таким образом, наиболее эффективным внешним физико-механическим воздействием является термообработка, реализующая потенциальные возможности, заложенные в электрокорундовом зерне. Одновременно с этим установлено, что зависимости изменения механических свойств зерна и керамической связки от условий и срока хранения этих материалов указывают на необходимость сохранения приобретенных свойств после термообработки на длительный период путем импрегнирования инструмента гидрофобными веществами, в частности, серой. Однако известные способы, методы и существующие заводские технологии пропитывания инструмента расплавом серы не обеспечивают высокого качества импрегнирования. В связи с этим была разработана структурная схема влияния внешних факторов на процессы смачивания и пропитывания инструмента, которая показала, что на эти процессы при заданных свойствах жидкости и твердого тела существенное влияние оказывают внешние физико-химические воздействия и свойства межфазного контакта жидкости с поверхностью тела и их химическое сходство. Кроме того, негативное влияние на эти процессы оказывают адсорбция среды и различные загрязнения органического и неорганического происхождения поровой поверхности инструмента.

Установлено, что термопрокалка инструмента перед его импрегнированием при $450 \dots 500 \text{ }^\circ\text{C}$ уменьшает краевой угол смачивания расплава серы в 3 раза, повышает адгезию в 5,1 раза и увеличивает скорость пропитывания в 6..7 раз по сравнению с исходным инструментом. На основе полученных результатов предложена новая технология [2] пропитывания расплавом серы электрокорундового инструмента на керамической связке, включающая следующие операции: нагрев инструмента со скоростью $5 \dots 8 \text{ }^\circ\text{C}$ в минуту до $450 \dots 500 \text{ }^\circ\text{C}$ с выдержкой от 20..30 мин в зависимости, от зернистости с последующим охлаждением на воздухе до $150 \text{ }^\circ\text{C}$, помещение инструмента в расплав серы ($t=140 \dots 145 \text{ }^\circ\text{C}$) со скоростью $0,5 \dots 0,8 \text{ мм/с}$ до полного его пропитывания, выгрузка и охлаждение его на воздухе.

Сравнительная оценка качества импрегнированных кругов показала, что у кругов, пропитанных по разработанной технологии, увеличиваются степень и

коэффициент пропитывания в 1,4 раза, неуравновешенность круга снижается в 2,3 раза по сравнению с кругами, пропитанными по заводской технологии Волжского подшипникового завода ВПЗ-15.

Проведенные испытания шлифкругов с различными характеристиками и импрегнированных по заводской и предлагаемой технологиям по методу планирования экспериментов с использованием матрицы ЦКРФЭ показали, что прочность опытных кругов при верхнем уровне факторов в 1,49 раза и при нижнем уровне в 1,6 раза больше, чем прочность кругов, импрегнированных по заводской технологии. Это объясняется тем, что разработанная технология обеспечивает более качественное пропитывание кругов, увеличивает адгезию серы к черепку круга, за счет чего повышается прочность шлифкругов.

Экспериментальные исследования зависимостей процесса шлифования и эксплуатационных показателей шлифкругов, импрегнированных по разработанной технологии, показали следующие результаты. При шлифовании стали ШХ15 без охлаждения на режимах: скорость круга - 35 м/с, скорость стола плоскошлифовального станка – 12 м/мин, подача -0,01мм/дв.ход, кругами ПП250Х25Х75 25AF80LV5 (25A16СМ2К5), импрегнированными по разработанной технологии, период их приработки в 2 раза меньше, а составляющие силы резания уменьшаются в 1,3... 1,6 раза по сравнению с исходными кругами. Опытные круги обеспечивают также повышение эффективности процесса шлифования.

Экспериментально установлено, что круги, импрегнированные по разработанной технологии, обеспечивают улучшение эксплуатационных показателей: режущая способность увеличивается в 1,3 раза, изнашивание кругов снижается в 1,2 раза, коэффициент шлифования повышается в 1,5 раза, шероховатость R_a уменьшается в 1,3 раза по сравнению с кругами, импрегнированными по заводской технологии. Стойкость опытных кругов повышается на 30 - 40 % при их испытании в производственных условиях ВПЗ-15 [3].

Таким образом, устраняя негативное влияние внешней среды на шлифкруги при их хранении и эксплуатации за счет термопрокалки и импрегнирования серой, можно значительно улучшить их функциональные свойства.

Список литературы:

1. Крюков С.А. [Диспергометр для определения поверхностной твердости абразивных инструментов](#) /Крюков С.А., Байдакова Н.В. // [Заводская лаборатория. Диагностика материалов](#). - 2017. - Т. 83. № 11. - С. 62-65.
2. Способ повышения эксплуатационных свойств абразивного инструмента: патент на изобретение №2164857 / Шумячер В.М., Анохин В.И., Крюков С.А. // опубликовано 10.04.2001 бюл. №10
3. Крюков С.А. [Использование наполнителей и смесей из абразивов разных зернистостей и формы для совершенствования шлифовальных инструментов](#): монография / Крюков С.А., Байдакова Н.В., Мироседи А.И., под общ.ред. В.М. Шумячера. Москва, РУСАЙНС, 2017 – 160 с.

МОДИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СВЯЗУЮЩЕГО В ОТРЕЗНЫХ КРУГАХ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРОШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Ходус А.В., Орлова Т.Н.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Повышение эффективности и качества абразивной обработки является в настоящее время актуальной научной проблемой, имеющей важное прикладное значение. Наряду со снижением стоимости потребители кругов хотели бы видеть сохранение высоких эксплуатационных характеристик абразивного инструмента.

Поддержание высоких эксплуатационных характеристик абразивного инструмента связано, прежде всего, с применением новых материалов и технологии изготовления. В последнее время к абразивному инструменту добавилось ещё одно требование – снижение шума при работе круга.

Виброшумовое воздействие на человеческий организм приводит к разнообразным негативным явлениям, в конечном счете, проявляющимся в сокращении продолжительности жизни, ухудшении комфортности условий труда, к снижению производительности труда. Допустимый уровень шума в жилых помещениях составляет 30 дБ. В то же время уровень виброшумового воздействия на человека может изменяться в очень широких пределах.

Нулевой уровень громкости звука соответствует звуковому давлению 20 мкПа и интенсивности звука 10^{-12} Вт/м². Болевой порог шума – 125 – 140 дБ, смертельный уровень шума – 190 дБ.

При работе отрезного круга при разрезке железнодорожных рельсов уровень шума достигает (90 – 100) дБ, в некоторых случаях он достигает болевой порог. Устранение этого отрицательного явления является следствием изменения состава круга, технологии изготовления. Показатель «уровень шума при работе отрезных кругов» можно отнести к эксплуатационным показателям круга.

Под акустическими принято понимать материалы, предназначенные для поглощения акустической энергии в спектре частот от инфразвуковых до ультразвуковых колебаний. В этом диапазоне оказываются и вибрационные колебания, отличающиеся от звуковых, главным образом, амплитудой. В связи с этим акустические материалы называются виброзвукопоглощающими (ВЗПМ).

Поскольку акустические свойства отрезного круга (композита на органическом связующем) существенно зависят от условий энергетического воздействия на них, то значение скорости распространения звуковых колебаний не постоянно и её дисперсия может быть весьма существенной, зависящей от причины – релаксационной, температурной или резонансной.

При шлифовании на рабочей поверхности круга возникают неровности, вызывающие относительные колебания круга и изделия, от чего на поверхности круга образуются волны.

Известно [1], что волны круга служат источником энергии, поддерживающей автоколебания при шлифовании.

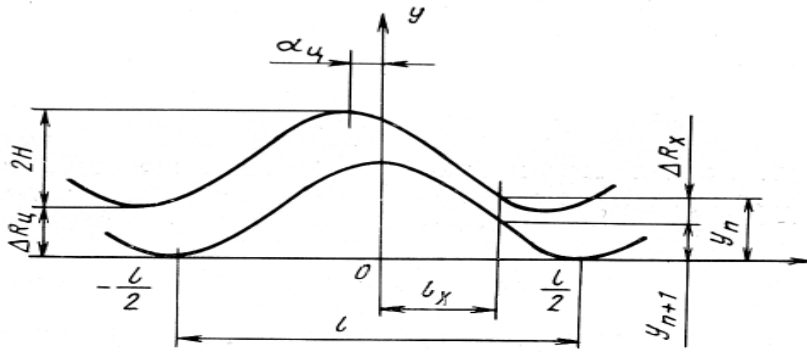


Рисунок 1 - Схема изменения положения волн на рабочей поверхности круга за один его оборот

Энергия, вводимая в систему волнами круга за цикл колебаний, рассчитывается следующим образом:

$$A = \frac{2\pi^2 H^2 P b \alpha_y}{\Delta R_y l} \text{ кгс}\cdot\text{мм}$$

В том случае, когда волны на рабочей поверхности круга несимметричны, величина энергии, вводимой в систему за цикл колебаний, может быть определена по формуле:

$$A = \frac{\pi^2 H^2 P_y b}{\Delta R_y} \left(\frac{\alpha_{y1}}{l_1} + \frac{\alpha_{y2}}{l_2} \right) \text{ кгс}\cdot\text{мм}$$

где l_1 – участок волны после $n+1$ оборотов расположен слева, l_2 – справа от оси ординат (см. рис. 1).

Автоколебания, образующиеся при шлифовании, являются источником шума. Установлено [1], что волны круга, соударяясь с изделием примерно в одних и тех же участках (по впадинам волн), увеличивают высоту волн на круге, раскачивают технологическую систему и образуют волны на обрабатываемой поверхности. Существует предположение [1, 6], что для предотвращения быстрого возникновения и роста волн на поверхности круга нужно исключить соударение круга и изделия в одних и тех же точках. Это возможно, например, за счет периодического изменения скорости вращения круга, но уменьшение скорости работы отрезного круга ведёт к уменьшению эксплуатационных показателей.

Проведенные теоретические исследования показали, что снижение уровня шума возможно также путем применения акустических материалов, вводимых в состав связки круга.

Была изучена качественная характеристика процесса звукопоглощения в материале (коэффициент затухания α_z) на длине (толщине) l : $\alpha_z = \frac{1}{l} \ln \frac{A_0}{A_1}$, где

A_0 и A_1 – амплитуды звуковых колебаний в начальной и конечной точках участка толщиной l .

По существу, коэффициент затухания определяется логарифмическим декрементом и характеризует диссипацию акустической энергии, вызванную внутренним трением. В связи с этим для оценки диссипирующей способности материала используют тангенс угла механических потерь, определённый при звуковых частотах. Он связан с физико-механическими, физико-химическими свойствами, составом, структурой и текстурой полимерной матрицы.

Виброакустические характеристики высокомолекулярных соединений, широко используемых для получения ВПМ

Высокомолекулярное соединение	Виброакустические характеристики	
	$tg\delta_{max}$	$T_{tg\delta_{max}}$
Поливинилацетат	2,4	66
Поливинилбутират	2,1	15
Полибутилметакрилат	1,4	85
Бутилакрилатный каучук (БАК – 12)	1,4	10
Бутадиеннитрильный каучук (СН – 40)	1,4	- 3
Поливинилхлорид	0,8	106
Полистирол	1,1	120
Бутадиенвинилиденхлоридный каучук (ДВХ 6 – 70)	0,8	8
Резина (1074)	0,96	10
Полиэтилен низкой плотности	0,5	50

Также было выявлено, что на снижение уровня шума влияет на скорость распространения предельных звуковых колебаний (c), которая определяется по формуле: $c = \sqrt{\frac{\rho}{K}}$, где ρ – плотность материала; K – коэффициент упругих свойств среды, $K = \frac{H(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}$, где H – модуль упругости при звуковой частоте (динамический), ν – коэффициент Пуассона.

Анализ зависимости и результатов экспериментальных исследований позволяет наметить пути снижения интенсивности автоколебаний при шлифовании, а именно введение в состав круга материалов (полимеров), совмещающих в себе вязкие (пластические) и упругие свойства.

В процессе работы была выявлена возможность использования ВПМ для изготовления «бесшумных» отрезных кругов. Применение полимеров в ВПМ вызвано особенностью их свойств.

Данные по испытанию эксплуатационных показателей приведены в таблице:

Наименование связующего отрезного круга	Уровень шума, дБ	Коэффициент шлифования	Прижог
фенолоформальдегидное связующее	90	2,0	8%
фенолоформальдегидное связующее, модифицированное жидким каучуком	70	1,8	5%
фенолоформальдегидное связующее, модифицированное жидким каучуком и серой	50	1,7	-

Условия проведения испытаний:

1. Разрезаемая заготовка – железнодорожная рельса, типа Р65 (М76)

2. Материал рельсы типа Р65 (содержание элементов, %) – углерод (0,71 – 0,82), марганец (0,75 – 1,05), кремний (0,18 – 0,40), фосфор не более (0,035), сера не более (0,045)

3. Скорость вращения круга 100 м/с.

Вывод:

Применение кругов на фенолформальдегидном связующем увеличивает уровень шума в 1,28 раз по сравнению с кругами на связующем, модифицированном жидким каучуком и в 1,8 раз на связующем, модифицированном каучуком и серой, при этом происходит не существенное снижение коэффициента шлифования, которым можно пренебречь.

А учитывая, что добавление серы исключает прижог на поверхности рельсов для производства бесшумных и бесприжоговых отрезных кругов рекомендуется применение кругов на фенолоформальдегидном связующем модифицированным каучуком и серой.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Скомбричий В.В., Рогожкин В.М., Ушаков Н.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В настоящее время любая автотранспортная компания (предприятие) вынуждена производить замену используемых транспортных средств и оборудования, которые со временем утрачивают свои эксплуатационные свойства, на новые. Задачи, связанные с обновлением основных средств (фондов), определение оптимальных сроков их эксплуатации **с минимальными затратами** являются одними из важнейших проблем на современном этапе развития экономики.

Проблема определения рационального срока службы автотранспортных средств рассматривалась в работах [1]-[3], где она формулируется следующим образом.

Автотранспортное предприятие имеет какой-то автопарк, эксплуатация которого приносит прибыль. С течением времени производительность автотранспортных средств снижается, а эксплуатационные расходы начинают расти. Через некоторое время автотранспортные средства следует заменять новыми. Требуется определить оптимальное время использования автотранспортных средств по критерию максимума получаемой прибыли.

В указанных выше работах данная задача решается методами математического анализа.

Нами для решения подобных задач разработана новая методика, основанная на математическом аппарате метода динамического программирования [4].

Математическая модель такой задачи имеет вид:

$$Q_{\tau}(t, t_1) = \max \begin{cases} K & r_{\phi}(0,0) - U_{\phi}(0,0) - S_{\phi}(t, t_1) + Q_{\phi+1}(1,0) \\ \text{Э} & r_{\phi}(t, t_1) - U_{\phi}(t, t_1) + Q_{\phi+1}(t+1, t_1) \\ P & r_{\phi}(t, t) - U_{\phi}(t, t) + R_{\phi}(t, t_1) + \\ & Q_{\phi+1}(t+1, t) \end{cases}$$

(1)

где $S_{\tau}(t, t_1)$, $U_{\tau}(t, t_1)$, $R_{\tau}(t, t_1)$ - соответственно, затраты средств на замену; эксплуатационные расходы и ремонтные затраты в год τ автотранспортного средства (оборудования) возраста t , прошедшего последний ремонт в возрасте t_1 , $r_{\tau}(t, t_1)$ - доход, получаемый в год τ от использования автотранспортного средства (оборудования) возраста t , прошедшего последний ремонт в возрасте t_1 ; выражения вида $U_{\tau}(0,0)$ означают, что параметр характеризует работу нового автотранспортного средства ($t=0$), не подвергавшегося ремонту ($t_1=0$); $Q_{\tau}(t, t_1)$ - прибыль, получаемая за год τ и весь последующий интервал времени до конца рассматриваемого периода, от применения автомобиля, если в год τ он имел возраст t , а ремонт его был проведен в возрасте t_1 , $Q_{\tau+1}(t+1, t_1)$, $Q_{\tau}(t+1, t)$ - прибыль, получаемая после года τ и до конца рассматриваемого периода, от применения автотранспортного средства, если в год τ он, соответственно, был новым; имел возраст t , а ремонт его был проведен в возрасте t_1 ;

K , Э , P - имеющиеся в нашем распоряжении возможные воздействия на состояние автотранспортного средства («купить», «эксплуатировать», «ремонттировать» соответственно).

Для практической реализации модели (1) нами была разработана программа для ЭВМ.

Особенность программы состоит в том, что задается ограниченный период времени. Процесс рассматривают с конца периода и оптимизируют работу автотранспортных средств в каждый год периода, постепенно перемещаясь к началу периода. При этом рассматривают каждый возможный возраст автотранспортного средства на начало каждого года рассматриваемого периода. Таким образом, находят так называемые условные оптимальные решения для каждого года периода эксплуатации при любом начальном возрасте автотранспортного средства в каждый год.

Затем процесс решения надо «пробежать» в обратном направлении, т. е. от начала периода до его конца, и выбрать единственное оптимальное управление процессом эксплуатации автотранспортного средства на рассматриваемый период.

Программа позволяет получить такой вариант эксплуатации автотранспортных средств, который обеспечивает получение максимума прибыли от использования автотранспортных средств за срок их службы. Среднегодовое значение прибыли Q_{cp} подсчитывается по следующей формуле:

$$Q_{\text{cp}} = \frac{Q_n(t_0)}{n}$$

(2)

где $Q_n(t_0)$ - суммарная прибыль от использования автотранспортного средства за весь рассматриваемый период в n лет;

t_0 - возраст автотранспортного средства на начало рассматриваемого периода.

Выводы: т.о., рассматривая какое-то автотранспортное предприятие, используя при этом динамическое программирование, можно получить наиболее оптимальный вариант эксплуатации автотранспортных средств в целом, имея при этом максимальную выгоду и прибыль за период службы данных автотранспортных средств.

Литература:

1. Петухов, Р. М. Методика экономической оценки износа и сроков службы машин. -М. : Экономика, 1965.
2. Коллегаев, Р. Н. Определение наивыгоднейших сроков службы машин. -М. : Экономика, 1963.
3. Коллегаев, Р. Н. Определение оптимальной долговечности технических систем. - М. : Сов. радио, 1967.
4. Беллман, Р. Динамическое программирование. - М. : Иностранная литература, 1960.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ БУЛЬДОЗЕРА

Карцев В.С., Гребенникова Н. Н.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Успешное проектирование бульдозеров возможно с учётом правильного выбора параметров машины, обеспечивающих высокую производительность и экономичность работы. Особую роль в процессе выполнения рабочего цикла играет взаимодействие отвала бульдозера с разрабатываемым грунтом.

В связи с этим нами предлагается получить ступенчатую кромку резания грунта без изменения угла резания отвала бульдозера.

Для достижения поставленной цели нами предлагается внутреннюю сторону отвала и выдвижной нож выполнить с направляющими, которые обеспечивают перемещение выдвижного ножа в плоскости, параллельной плоскости основного ножа. Выдвижной нож необходимо шарнирно соединить со штоками гидроцилиндров, а корпуса гидроцилиндров надо закрепить на внутренней стороне отвала, при этом направляющие должны быть расположены в кожухе треугольного сечения.

Отвал 1 (рис. 1) с выдвижным ножом 2 устанавливается на базовом тракторе. Подъем и опускание всего отвала осуществляется при помощи гидроцилиндров подъема опускания отвала (лист 1) 6. Выдвижной нож 2 (лист 2) поднимается и опускается с помощью гидроцилиндров 3, которые установлены шарнирно на осях 4. Оси 4 вставлены в проушины стоек 5, которые, в свою очередь, приварены к отвалу.

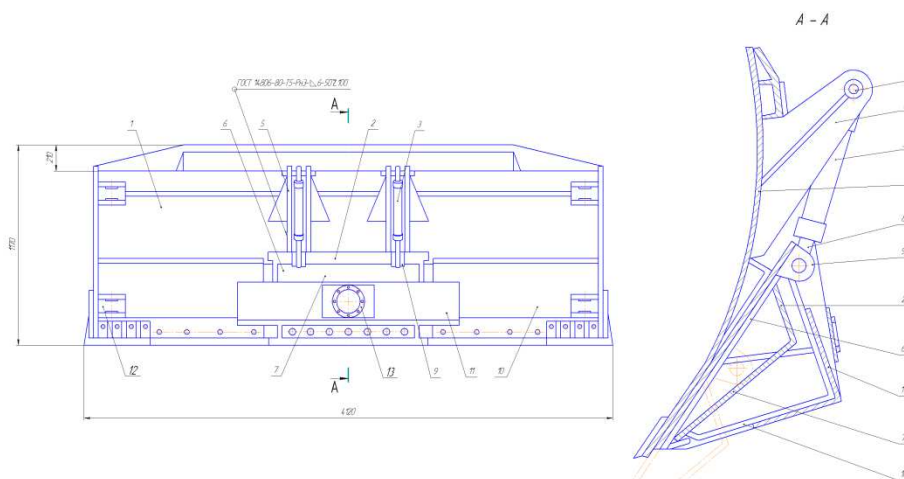


Рисунок 1 - Отвал бульдозера

Средняя часть ножа при выдвигании перемещается по направляющим пазам плоских пластин б. Пластины б приварены к отвалу в нижней части с помощью ребер таким образом, что пазы расположены в плоскости, параллельной плоскости основных ножей отвала.

Передвижение выдвижного ножа прямолинейно, а сам нож является как бы продолжением основного съемного ножа.

Выдвижение отвала осуществляется следующим образом. Из кабины машиниста приводится в действие гидроцилиндр, штоки которого передают усилие на нож, перемещая его вниз по направляющим пазам пластин. Высота выступающей части ножа также регулируется гидроцилиндрами.

Таким образом, для получения ступенчатой режущей кромки без изменения угла резания нами предлагается внутреннюю сторону отвала и выдвижной нож выполнить с направляющими, обеспечивающими перемещение выдвижного ножа. А сам выдвижной нож шарнирно соединить со штоками гидроцилиндров, корпуса которых шарнирно закреплены на внутренней стороне отвала.

Предлагаемое конструкторское решение позволит повысить производительность бульдозера при работе на грунтах I - IV категории в 1,5 раза.

Литература:

1. В.М.Рогожкин, Н.Н. Гребенникова. Эксплуатация машин в строительстве / Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2005. – 152 с.
2. В.М. Рогожкин. Эксплуатация машин в строительстве. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 648 с.
3. Кузнецова В.Н. Определение критерия замены рабочих органов землеройных машин // Механизация строительства. - 2006. - № 4.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА КРАНА

Кобозев А. В., Гребенникова Н. Н.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Мостовые краны предназначаются в основном для обслуживания цехов и складов производственных предприятий строительства. Они применяются в ремонтных цехах предприятий и производственных цехах предприятий строительной индустрии.

Мостовые краны с подвижной тележкой обслуживают практически всю площадь цеха, за исключением узкой полосы вдоль стен цеха, на которую кран не может подать грузозахватное приспособление. Если необходимо обслуживать всю площадь цеха и передавать грузы в соседние пролеты, применяют мостовые краны, тележки которых имеют поворотные стрелы, позволяющие объединить транспортные операции в пределах нескольких пролетов.

Это влечет за собой необходимость наличия в каждом пролете собственного крана, изменения конструкции грузозахватных приспособлений мостовых кранов, а также реализации возможности безопасного обслуживания территории в области границ расположения подкрановых балок.

Проблема перемещения грузов между пролетами цеха, в котором краны не оборудованы поворотными стрелами, часто решается с помощью использования автотранспорта или электрических наземных тележек, перемещающихся перпендикулярно осям пролетов.

Для этого необходимо поднять груз одним краном, переместить его на электротележку, которая перевозит груз в соседний пролет, далее другим краном груз перемещается в заданную точку. Технология производства таких работ требует организации наземных рельсовых путей, механизированных средств большой грузоподъемности, а также персонала для производства работ и для производства технических обслуживаний.

Нами предлагается другая схема обеспечения перемещения грузов между пролетами цеха, которая позволяет обслуживать территорию цеха одним мостовым краном. Предлагаемая схема предусматривает объединение рельсовых путей в одноуровневую подкрановую магистраль. Эта магистраль организована за счет соединения продольных направлений рельсовых путей пролетов с рельсовыми округлениями определенного радиуса в соответствии с рисунком 1. Данная схема требует установки дополнительных подкрановых колонн для расположения подкрановых путей в соответствии с радиусами закруглений общей магистрали. Также требуются конструктивные изменения в механизме перемещения крана для возможности беспрепятственного движения крана по криволинейным участкам магистрали.

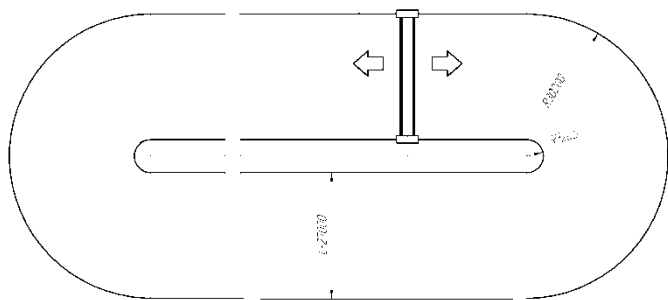
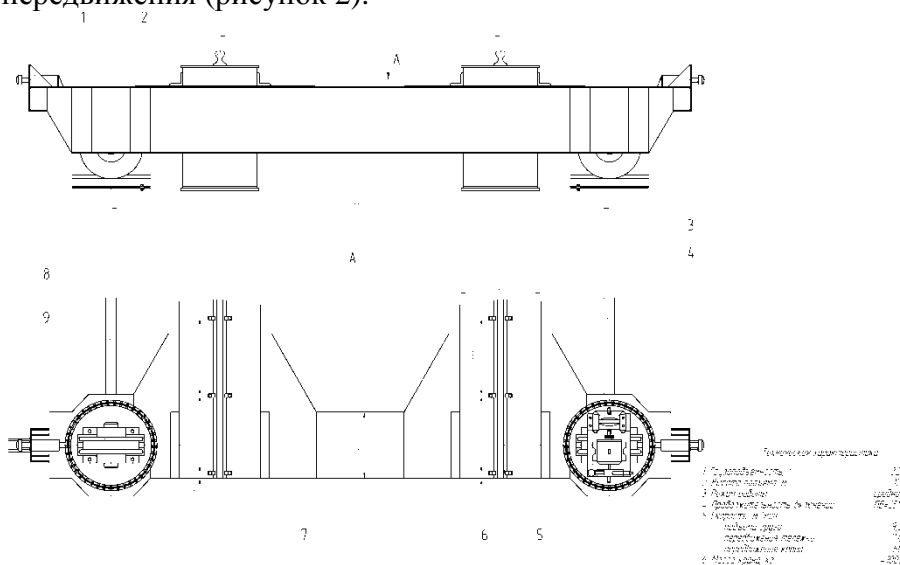


Рис. 1. Схема обслуживания мостовым краном двух параллельных пролетов

В связи с этим, для реализации эффективного перемещения грузов как в зоне пролетов цеха, так и между ними нами предлагается модернизировать двухбалочный мостовой кран для возможности передвижения его как по прямолинейным, так и по криволинейным участкам подкрановой магистрали.

Для достижения поставленной цели нами предлагается модернизировать механизм передвижения предлагаемого крана для приспособления его к движению по криволинейным участками рельсового пути.

Для реализации этих функциональных требований нами было принято оптимальное конструкторское решение, суть которого заключается в принципиально новом способе установки передвижения крана на концевых балках. Нами предлагается установить стандартный нормализованный роликовый опорно-поворотный круг в соответствующих позициях концевых балок и разместить на нем всю конструкцию механизма передвижения (рисунок 2).



1 – буфер, 2 – рельс крановый, 3 – рельс крановый, 4 – площадка рабочая, 5 – механизм передвижения крана, 6 – балка главная, 7 – балка концевая, 8 – площадка троллейная, 9 – колесо ходовое ведомое

Рис. 2 Кран мостовой модернизированный

Таким образом, механизм передвижения крана вместе с ходовой частью получает возможность свободно вращаться относительно оси пересечения фронтальной и вертикальной плоскостей в заданном диапазоне изменения угла $\pm 43^\circ$, что дает возможность беспрепятственно преодолевать криволинейные участки пути с радиусом кривизны 3,2 м (рисунок 3).

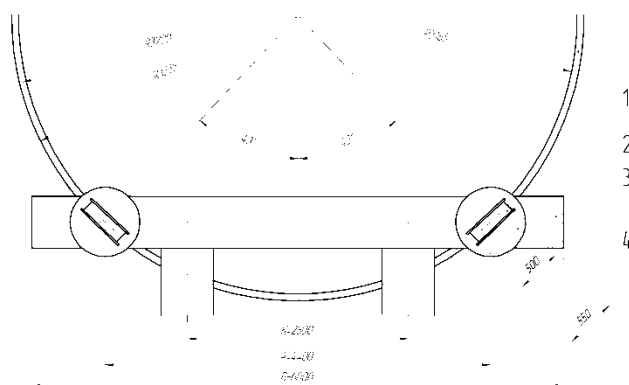


Рис. 3 Схема прохождения краном минимального радиуса поворота

Динамика поворота крана при движении по криволинейному участку следующая. В процессе поворота ходового колеса, проходящие по минимальному радиусу, обладают значительно меньшей скоростью, чем колеса, проходящие по большему радиусу.

Следовательно, при въезде крана на начало криволинейного участка должно происходить автоматическое регулирование частот вращения левой и правой концевых балок мостового крана. Эта функция реализована с помощью дополнительных конечных выключателей, установленных в электрическую схему привода.

Внедрение подобного конструкционного решения для ряда промышленных предприятий позволяет:

- повысить качество выполнения погрузо-разгрузочных работ;
- повысить производительность мостового крана;
- уменьшить численность обслуживающего персонала и эксплуатационные расходы на обслуживание мостового крана;
- более экономично функционировать в цеховых пролетных помещениях с нестандартными схемами расположения зон, обслуживаемых краном;
- сократить число дорогостоящих грузоподъемных машин в парке предприятия за счет этого увеличится коэффициент использования модернизированного крана.

Литература:

- 1 Брауде, В.И. Справочник по кранам: В 2-х т. Т.1., Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчетов кранов, их приводов и металлических конструкций / В.И. Брауде, М.М. Гохберг; под общ. ред. М.М. Гохберга. - Л.: Машиностроение, 1988.- 536 с.
- 2 Александров, М.П. Справочник по кранам: В 2-х т. Т.2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М.П. Александров [и др.]; под общ. ред. М.М. Гохберга. - Л.: Машиностроение, 1988.- 536 с.
- 3 Александров, М.П. Грузоподъемные машины: учебник для вузов / М.П. Александров. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000,-552 с.
- 4 Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации. / С.С.Добронравов. - М.: Высшая школа, 2001. - 392 с.

ТЕРМООБРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКИ К5

Шепелев И.В., Крюков С.А., Шумячер В.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

В зависимости от материала абразива, вида и состава связки прочность соединения между зернами и связкой может быть различной. Кроме того, связка в шлифовальном инструменте влияет на геометрию рельефа его рабочей поверхности, износ инструмента и параметры шероховатости обработанной поверхности.

Для эксперимента были изготовлены образцы в виде брусков из керамической связки, соответствующей по составу связке, широко применяемой для изготовления электрокорундовых кругов. Бруски имели размеры в сечении 20×20 мм и длиной 150 мм. Методикой были предусмотрено испытания исходных брусков и термообработанных при 500 °С. Влияние дополнительной термообработки на прочность связки контролировалось общепринятыми методами: по прочности изгибу; по глубине лунки на пескоструйном приборе и на приборе ПМТ-3 определялась микропрочность связки.

Величина прочности изгибу σ_n определялась по формуле:

$$\sigma_n = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad (1)$$

где P – разрушающее усилие изгиба;

l – расстояние между опорами;

b – ширина бруска;

h – высота бруска.

Результаты испытаний обрабатывались методами математической статистики. Было установлено, что с уровнем значимости 0,05 гипотезы о равенстве средних и дисперсий по вариантам испытаний не подтверждаются, что свидетельствует о существенном влиянии дополнительной термообработки на прочность образцов связки.

Микропрочность образцов связки контролировалась по размеру зоны повреждаемости в районе отпечатка алмазной пирамиды на приборе ПМТ-3. Одна партия образцов связки брала исходной, а другая – была нагрета до 500 °С с выдержкой 30 минут и охлаждалась на воздухе до комнатной температуры. Шлифы считались готовыми, если поверхность образцов имела зеркальную отполированную поверхность.

Испытание подготовленных шлифов проб проводили по разработанной в ВолжскВНИИАШе методике [1]. Определение микромеханических свойств зерна проводились на приборе ПМТ-3, оснащенный специальными приспособлениями для автоматического нагружения и масляным демпфером. Применение этих приспособлений значительно повышает точность измерений.

В качестве индентора использовалась алмазная пирамида Виккерса. Отпечатки на приготовленных поверхностях исследуемых зерен наносили в широком диапазоне нагрузок на инденторе ($P = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$ Н). Измерение размеров зоны повреждаемости D в районе каждого отпечатка производили по методике с точностью $\pm 0,2$ мкм. Зона повреждаемости оценивалась по максимальному диаметру хрупкого разрушения вокруг отпечатка.

Микропрочность σ_0 определяли по формуле:

$$\sigma_0 = \frac{1000P}{D^2} \quad (2)$$

где P – нагрузка на пирамиду, Н;
 D – размер зоны повреждаемости, мкм.

Твердость (прочность) образцов связки определяли по глубине лунки h , образующейся на поверхности образца при испытании на пескоструйном приборе. В результате испытания часть поверхности образца связки разрушается, а затем измеряется глубина лунки. Измерение производится в четырёх точках, расположенных на одной поверхности образца, и на равном расстоянии одного измерения от другого. Определение прочности по глубине лунки производилось при давлении в рабочей камере прибора 0,1 МПа (ГОСТ -18118).

В таблице 1 представлены результаты определения предела прочности на изгиб брусков, микропрочности и твердости брусков по глубине лунки на пескоструйном приборе.

Приведенные в таблице результаты показывают, что прочность образцов связки на изгиб изменяется незначительно, в пределах 8÷9 %, в то же время как микротвердость и твердость изменяются в достаточно широких пределах. В сравнении с исходным образцом связки микропрочность термообработанного образца изменяется на 28 %, а твердость (прочность) увеличивается на 30 %.

Таблица 1- Влияние термообработки на прочностные свойства и твердости связки К5

Тип образца связки	Прочность на изгиб $\sigma_{изг}$, ГПа	Микропрочность σ_0 , ГПа	Твердость (прочность) n , мм
1. Исходный	34±1,7	2,31±0,12	1,49±0,11
2. Термообработанный при 500 °С	37±2,1	1,80±0,10	1,14±0,09

Физически природу этого явления можно объяснить следующим образом.

Влияние температуры на изменение структурно-механических свойств сказывается различным образом. В результате термообработки дефектных хрупких тел возможны как случаи их упрочнения, так и случаи разупрочнения. Бездефектные высокопрочные хрупкие тела однозначно снижают свою прочность при нагревании [2, 3]. Кроме того, термообработка может также сильно влиять на исходные структурные свойства твердых тел, вызывая рекристаллизацию, фазовые превращения, перемещение дислокаций и другие изменения. Все это также может сказаться на степени проявления адсорбционных эффектов и изменение прочности твердого тела. Степень и характер влияния температуры на структурно-механические свойства зависят, в свою очередь, от ее величины, скорости нагрева, времени выдержки тела при заданной температуре.

В процессе термообработки первоначально происходит десорбция влаги и удаление различных загрязнений из микротрещин поверхностного слоя образца связки. Затем, после его охлаждения, в поверхностном слое связки образуется зона напряжений сжатия, за счет чего происходит уменьшение числа микротрещин и их размеров и в целом понижается дефектность слоя. Все это снижает уровень хрупкой микропрочности и повышает микрохрупкость термообработанного образца связки. С другой стороны, поверхностное напряжение сжатия устраняет внутренние растягивающие напряжения, возникающие под действием внешней нагрузки, что будет способствовать и повышению в целом прочности связки, например, при её изгибе. Это

аналогично увеличению жесткости тела или системы, приводящему к уменьшению вязкости разрушения и охрупчиванию поверхности.

Список литературы:

1. Бердиков В.Ф., Крюков С.А., Славин А.В. Исследование упругих и упруго-пластичных деформаций при моделировании точности абразивной обработки методом микроиндентирования: Сб. ст. Междунар. научн. – техн. конф. ТАП-97 / В кн.: Точность автоматизированных производств. – Пенза, 1997. – С. 154 – 156.
2. Стокс, Р. Дж. Микроскопические аспекты разрушения керамики / Р. Дж. Стокс // Разрушение : сборник. – Т 7. – Ч. 1. – М. : Мир, 1976. – С. 129 – 220.
3. Филлипс, К. Дж. Разрушение стекла / К. Дж. Филлипс / Разрушение : сборник. – Т. 7. – Ч. 1. – М. : Мир, 1976. – С. 19 – 58

Электронное научное издание

Ответственный за выпуск

Ирина Викторовна **Ребро**

25-я МЕЖВУЗОВСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СТУДЕНТОВ Г.ВОЛЖСКОГО

(г. Волжский, 2019 г.)

Сборник материалов конференции

Электронное издание сетевого распространения

Редактор Матвеева Н.И.

Темплан тезисов докладов научных конференций 2019 г. Поз. № 4В.
Подписано к использованию 16.07.2019. Формат 60x84 1/16.
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 14,44.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
404121, г.Волжский. ул. Энгельса, 42а.