

ТЕХНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТРАНСПОРТ

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АВТОБУСАХ ВОЛГАБАС

Ю.И. Мусеев, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899) направляют производителей транспортных средств в область повышения **энергоэффективности** перевозок за счет совершенствования транспортного средства. Компанией «Волгабас» такая работа ведется по нескольким направлениям.

Первое из них – это **внедрение перспективных материалов в кузовах транспортных средств**. Оно обусловлено задачей снижения массы кузова с сохранением эксплуатационных и прочностных свойств автобуса. Работа в этом направлении специалистами холдинга «Волгабас» ведется постоянно. В 2008 году впервые был сертифицирован и запущен в эксплуатацию автобус, использующий в кузове алюминиевые профили с применением специальных соединений, исключающих сварочные работы. Реализация этого проекта позволила создать легкую и прочную машину с малым расходом топлива. На сегодняшний день работы в данном направлении продолжают. В частности в области использования легких и прочных и композитных материалов в кузове автобуса.

Вторым основным направлением в области энергосбережения, внедряемым в компании ВолгаБас, является **снижение затрат перевозчика на топливо**. Подсчитано, что в среднем один автомобиль потребляет 2,2 т дизтоплива в год. Таким образом, весь мировой автопарк потребляет порядка 2-х млрд. тонн топлива, на изготовление которого в зависимости от глубины переработки требуется от 6 до 8 млрд. тонн нефти. При сохранении такого потребления, согласно исследованиям компании «British Petroleum», мировых запасов нефти хватит менее чем на 40 лет, причем прогнозы по полной выборке российской нефти колеблются в пределах 15-25 лет. Все это является первопричиной увеличения стоимости нефтепродуктов и, как следствие, накладывает определенные ограничения на развитие экономик отдельных стран и мировой экономики в целом. Данное обстоятельство, с учетом того, что 80% механической энергии, которую использует в своей деятельности человек, вырабатывается двигателями внутреннего сгорания, заставляет уже сегодня серьезно задуматься об альтернативном источнике энергии.

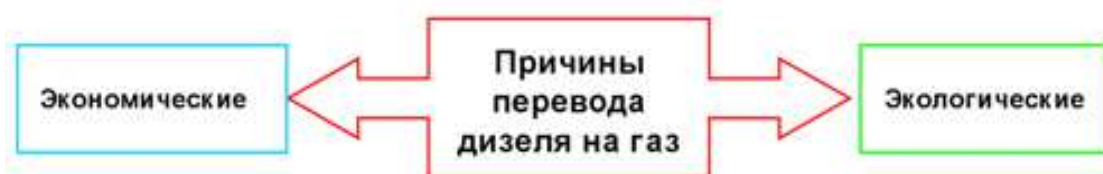
В последнее время большое количество зарубежных научно-исследовательских центров машиностроительных компаний проводят исследования, направленные на экономию топлива и замену традиционных

жидких углеводородных топлив новыми видами. Одним из перспективных направлений в этой области является **использование природного газа в качестве топлива**. Природный газ в качестве моторного топлива может применяться в виде сжатого, сжато до давления 200 атмосфер.

Однако внедрение нового топлива является непростой задачей. Для внедрения комплекса мероприятий по переходу на газовое топливо, необходимо построить сеть АЗС, позволяющих быстро и безопасно осуществлять заправку транспортных средств. Поскольку запас хода транспортного средства на газовом топливе оценивается в среднем от 200 до 350 км, необходимо построить сеть АГЗС, обеспечивающих заправку транспортного средства.

Еще одной актуальной проблемой является обеспечение безопасности перевозок на автобусах с газовым двигателем. Сжатый газ (метан) находится в баках под давлением 200 бар, что само по себе представляет повышенную опасность в случае разрушения емкостей. В этом направлении сегодня проводят многочисленные исследования, одними из перспективных является создание емкостей для сжатого газа из композитных материалов, обеспечивающих высокие прочностные характеристики и имеющие малый вес. Еще одним аспектом использования метана является обеспечение безопасности пассажиров транспортного средства. В этой связи разрабатывается система анализа состава воздуха внутри салона автобуса на предмет наличия в нем сжатого газа и системы автоматического прекращения подачи газа и принудительной вентиляции салона автобуса.

Кроме того, использование сжатого газа (метан) приводит к необходимости адаптации рабочего процесса дизельного двигателя под новое топливо. **Существует два основных аспекта целесообразности перевода дизельного двигателя на газовое топливо.**



Первым аспектом – уменьшение токсичности выхлопных газов при переводе дизеля на газовое топливо. Особенно уменьшается задымленность выхлопа и содержание твердых частиц (сажи). Существенно меняется экологическая обстановка в городах, использующих автобусы на газовом топливе.

Второй аспект – экономический. Из-за разности стоимости дизельного и газового топлива переводить дизельный двигатель на газ выгодно. Поскольку равные по массе дизельное и газовое топлива имеют разницу в цене в 2 раза.

Финансовая эффективность от экономии (после окончания периода окупаемости первоначальных затрат) находится на невысоком уровне и составляет от 15% до 20% в расчете от предыдущих затрат на дизельное топливо. Однако, имея высокую степень загруженности пассажирского транспорта, такая экономия может оказаться существенной.

Причем сэкономленные средства необходимо направлять на обновление транспорта, что, безусловно, приведет к системному эффекту, отвечающему современной политике РФ в области развития общественного транспорта.

ПАССАЖИРООБМЕН НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ Г. ВОЛЖСКОГО

*Г.А. Чернова, доцент ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,
М.В. Власова, ст. преподаватель ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО
ВолгГТУ*

Предоставление услуг по перевозке пассажиров общественным транспортом оценивается определёнными показателями качества, в числе которых имеются:

- доступность – простота процедуры установления контактов с предприятием, предоставление клиенту выбора удобного времени оказания услуг;
- комфортность – обстановка и условия, в которых осуществляется поездка с точки зрения удобства для потребителя;
- безопасность – отсутствие риска и недоверия со стороны пассажиров.

В результате проведенных исследований определён пассажирообмен на остановочных пунктах улиц Мира, Дружбы, Пушкина и проведен сравнительный анализ на соответствие числа жителей микрорайонов, проживающих на расстоянии 500 метров от остановочного пункта, и числа пассажиров, пользующихся услугами общественного транспорта. Пассажирообмен на остановочных пунктах по улицам Мира, Пушкина, Дружбы в прямом и обратном направлениях в будний и выходной дни представлен на рисунках 1-6.

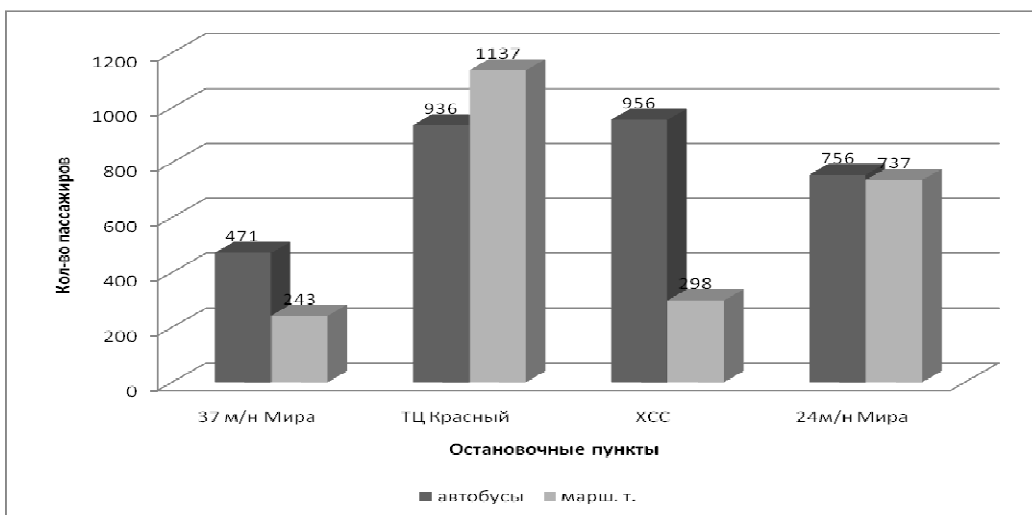


Рис. 1. Пассажиروбмен на остановочных пунктах по улице Мира в прямом направлении в будний день

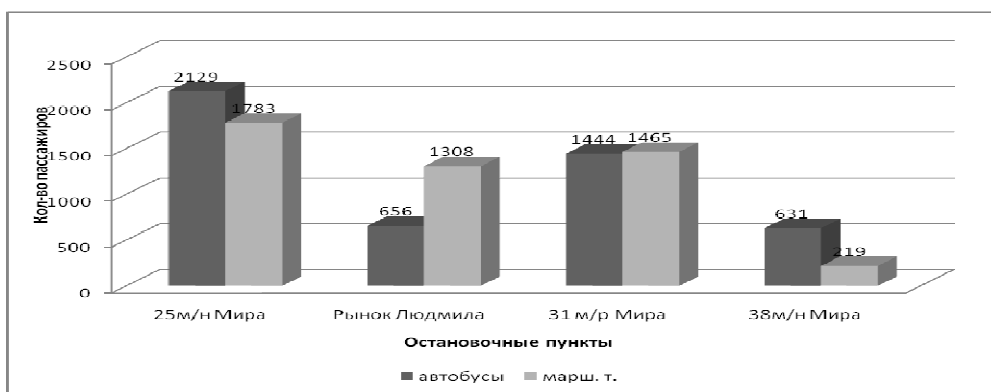


Рис. 2. Пассажиروбмен на остановочных пунктах по улице Мира в обратном направлении в будний день



Рис. 3. Пассажиروбмен на остановочных пунктах по улице Мира в прямом направлении в выходной день

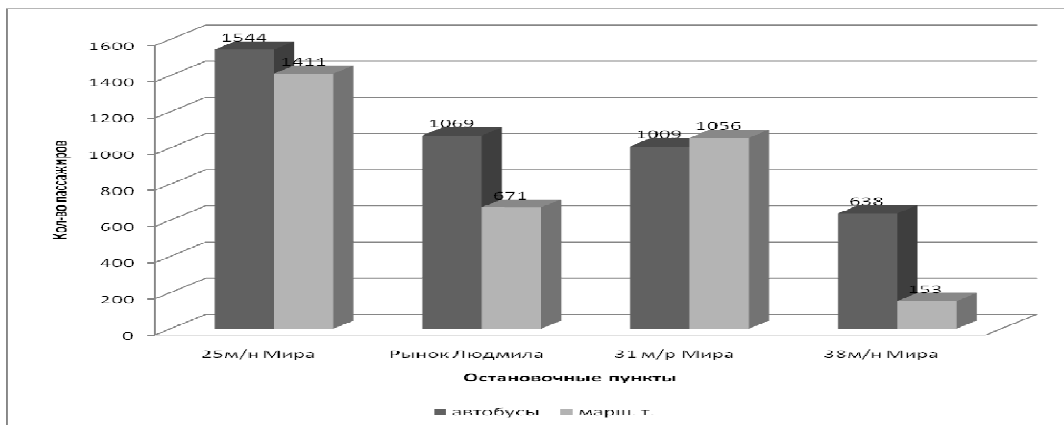


Рис. 4. Пассажирообмен на остановочных пунктах улицы Мира в обратном направлении в выходной день

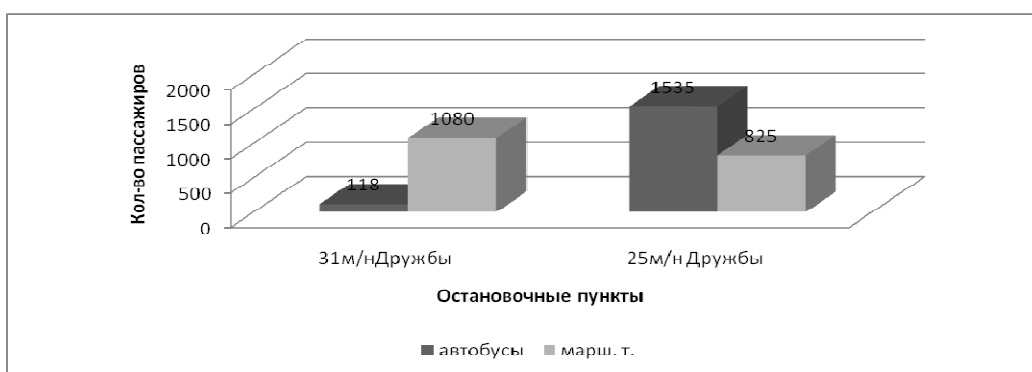


Рис. 5. Пассажирообмен на остановочных пунктах по улице Дружбы в прямом направлении в будний день

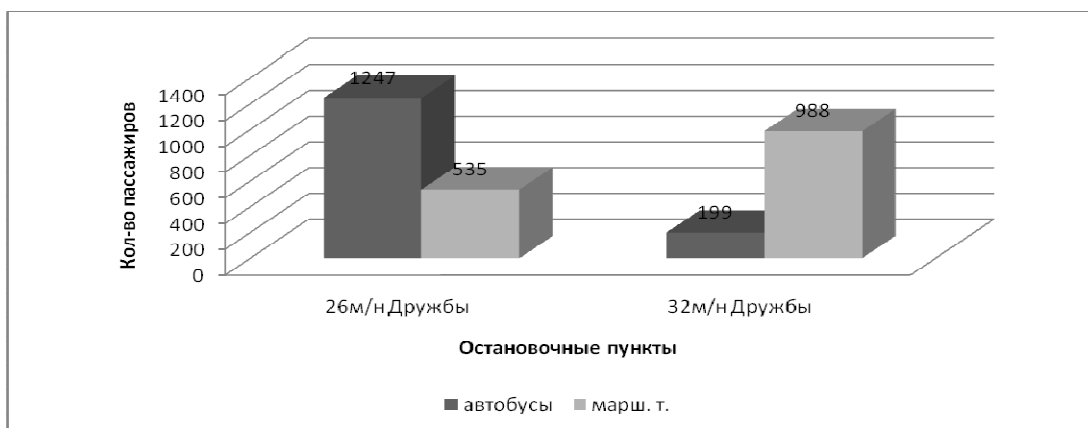


Рис. 6. Пассажирообмен на остановочных пунктах по улице Дружбы в обратном направлении в будний день

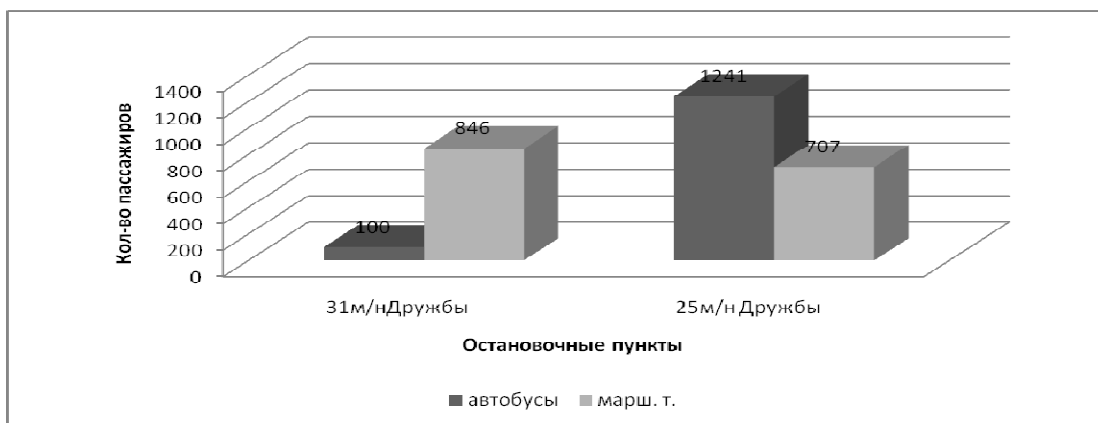


Рис. 7. Пассажирообмен на остановочных пунктах по улице Дружбы в прямом направлении в выходной день

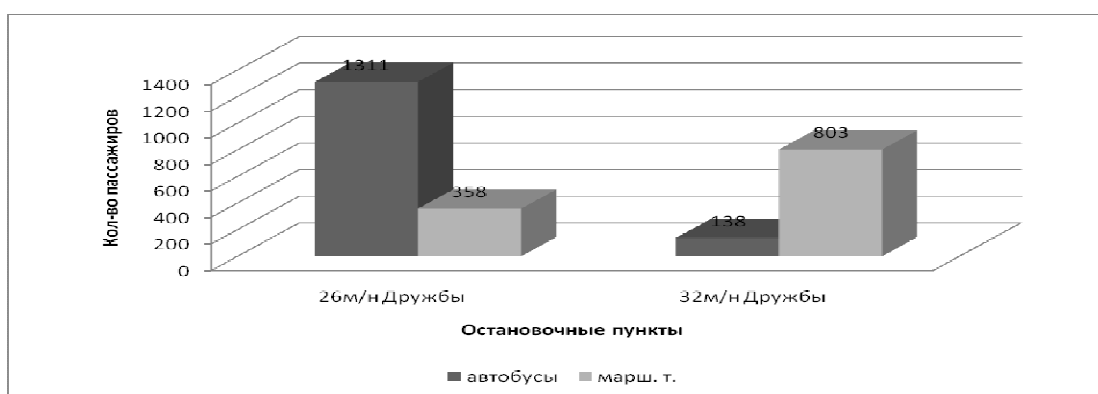


Рис. 8. Пассажирообмен на остановочных пунктах по улице Дружбы в обратном направлении в выходной день

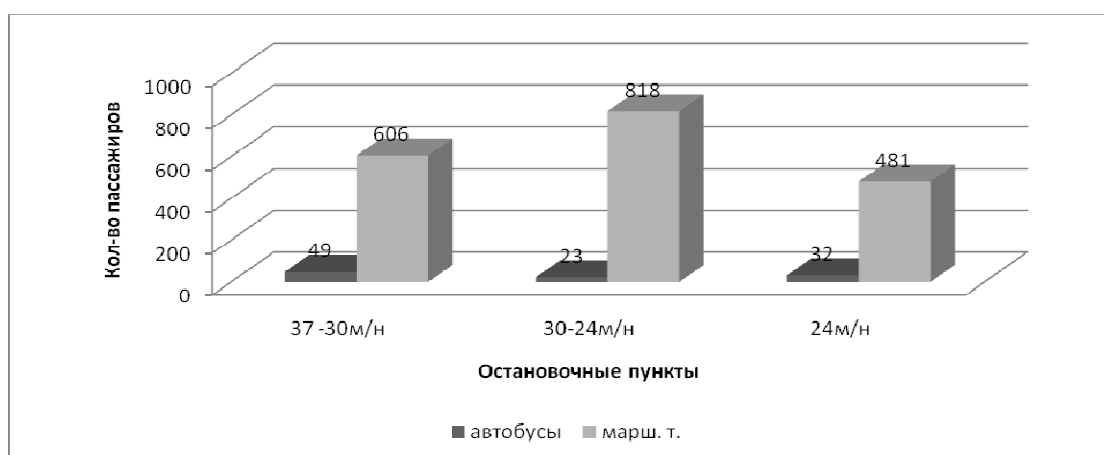


Рис. 9. Пассажирообмен по остановочным пунктам по улице Пушкина в прямом направлении в будний день.

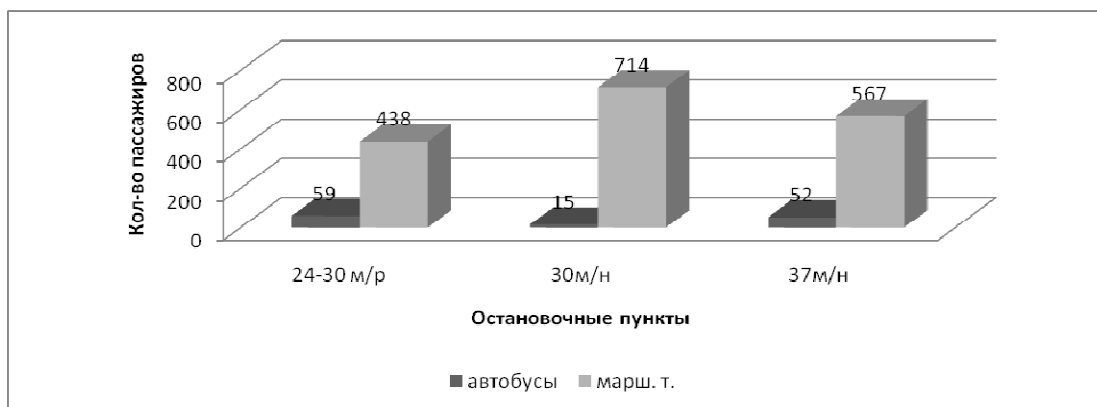


Рис. 10. Пассажирообмен по остановочным пунктам по улице Пушкина в обратном направлении в будний день

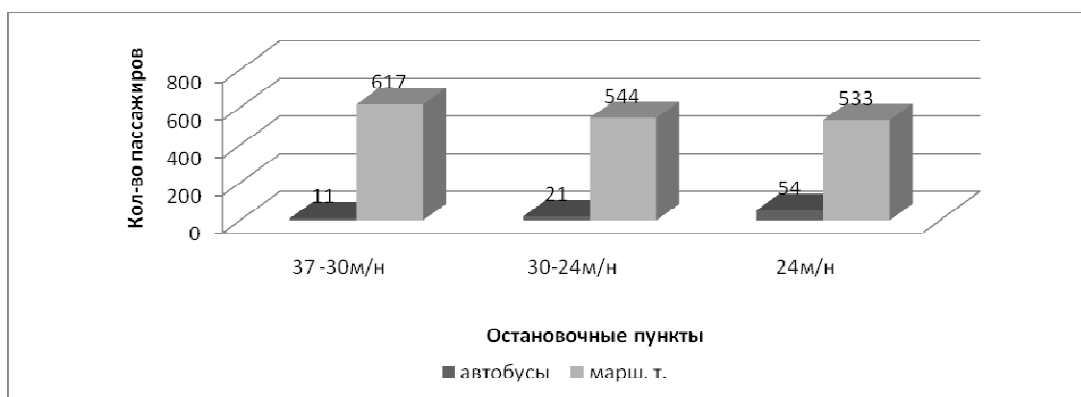


Рис. 11. Пассажирообмен по остановочным пунктам по улице Пушкина в прямом направлении в выходной день

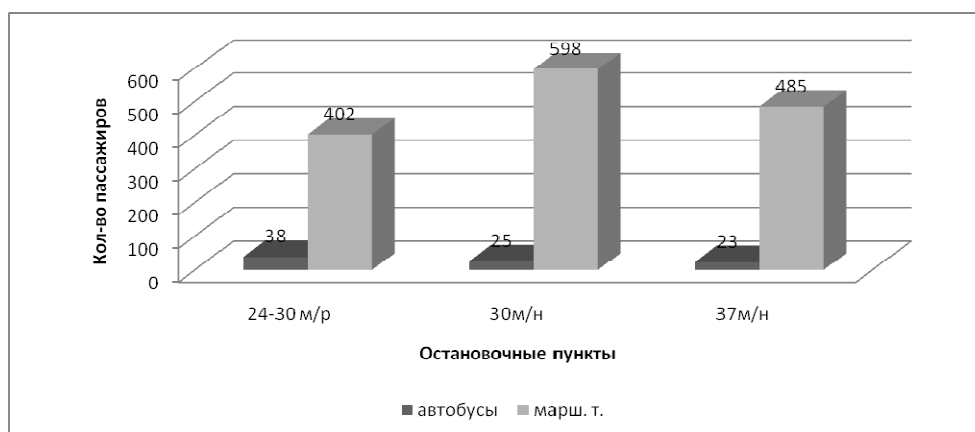


Рис. 12. Пассажирообмен по остановочным пунктам по улице Пушкина в обратном направлении в выходной день

Уровень доступности транспорта. Транспортная сеть может считаться надежной, если она позволяет каждому осуществить поездку из любого пункта отправления в любой пункт назначения за нормативное время, включая время подхода к остановочному пункту, время ожидания и пересадки. Норма доступности определяется относительно функциональных особенностей каждого остановочного пункта. Уровень транспортной доступности измеряется в процентах, как отношение

фактических средних потерь времени на поездку к нормативному времени. По результатам исследования определено, какой процент жителей пользуется услугами общественного транспорта из числа жителей, живущих в зоне пешеходной доступности.

Уровень транспортной дискриминации населения. Уровень транспортной дискриминации населения показывает, какая часть граждан живет вне зоны нормативной доступности. Число жителей, проживающих в обследуемых микрорайонах, и какая часть проживает в зоне пешеходной доступности представлено в таблицах 1 и 2.

В таблицах 1 и 2 представлены сводные данные по пассажирообмену на остановочных пунктах по улице Мира, Дружбы и Пушкина и проведено сравнение числа пассажиров, пользующихся услугами общественного транспорта с числом жителей, проживающих в зоне остановочных пунктов.

Таблица 1 - Пассажирообмен на остановочных пунктах в будний день

Обслуживаемые микрорайоны			Пассажирообмен остановочного пункта		Σ п/поток
№ мик-на	Направление	Число жителей: в мкн/ в зоне пешеходной доступности	Направление	Число пассажиров	
Ул. Мира					
37/38	прямое	6804	Прямое	714	1564
	обратное	1800	Обратное	850	
30/31	прямое	11298+7125/8 301+5140	Прямое	3327	8200
	обратное	11298+7125/8 076+4607	Обратное	4873	
24/25	прямое	12043+13443/ 4542+5718	Прямое	1493	5405
	обратное	13443+12043/ 4542+6894	Обратное	3912	
Ул. Пушкина					
37	прямое	6804	Прямое	655	1274
	обратное	1800	Обратное	619	
30	прямое	11298/6438	Прямое	841	1570
	обратное	11298/5598	Обратное	729	
24	прямое	12043/6958	Прямое	513	1010
	обратное	12043/6298	Обратное	497	
Ул. Дружбы					
31/32	прямое	6804	Прямое	1198	2385
	обратное	1800	Обратное	1187	
Обратное	11298/5598	Обратное	1782	2360	4142

Обследование показало, что в будний день услугами общественного транспорта по улице Мира в 30, 31 микрорайонах воспользовалось 30,3% жителей, живущих в зоне пешеходной доступности; в 24 и 25 микрорайонах услугами общественного транспорта воспользовались 34,2%. По улице Пушкина в 30 микрорайоне услугами общественного транспорта воспользовались 13,1% жителей, в 24 микрорайоне 7,4%. По улице Дружбы в 31, 32 микрорайонах 26,4% пользовались общественным транспортом, в 25 микрорайоне 32% жителей, живущих в зоне пешеходной доступности.

Таблица 2- Пассажиروбмен на остановочных пунктах в выходной день

Обслуживаемые микрорайоны			Пассажируобмен остановочного пункта		Σ п/поток
№ мик-на	Направление	Число жителей в мкн/ в зоне пешеходной доступности	Направление	Число пассажиров	
Ул. Мира					
37/38	прямое	6804	Прямое	962	1753
	обратное	1800	Обратное	791	
30/31	прямое	11298+7125/8301+5140	Прямое	3519	7324
	обратное	11298+7125/8076+4607	Обратное	3805	
24/25	прямое	12043+13443/4542+5718	Прямое	2338	5293
	обратное	13443+12043/4542+6894	Обратное	2955	
Ул. Пушкина					
37	прямое	6804	Прямое	628	1143
	обратное	1800	Обратное	515	
30	прямое	11298/6438	Прямое	565	1188
	обратное	11298/5598	Обратное	623	
24	прямое	12043/6958	Прямое	587	1027
	обратное	12043/6298	Обратное	440	
Ул. Дружбы					
31/32	прямое	6804	Прямое	946	1887
	обратное	1800	Обратное	941	
25	Прямое	11298/6438	Прямое	1948	3617
26	обратное	11298/5598	Обратное	1669	

В выходной день услугами общественного транспорта по улице Мира в 30 и 31 микрорайонах воспользовалось 28,3% жителей, живущих в зоне пешеходной доступности; в 24 и 25 микрорайонах услугами

общественного транспорта воспользовались 25,8 %. По улице Пушкина в 30 микрорайоне услугами общественного транспорта воспользовались 9,7% жителей, в 24 микрорайоне 8,4%. По улице Дружбы в 31, 32 микрорайоне 20,8% пользовались общественным транспортом, в 25 микрорайоне 26,5% жителей, живущих в зоне пешеходной доступности.

Вывод: пассажирообмен, то есть количество вошедших в автобусы и вышедших из автобусов пассажиров на остановочных пунктах по улице Мира, Пушкина и Дружбы, составляет около 30 % от всего числа пассажиров, живущих в зоне пешеходной доступности к остановочным пунктам. Это можно объяснять наличием индивидуальных легковых автомобилей, близостью расположения школ, детских садов, рынков, больших торговых центров. Для привлечения большего числа пассажиров заказчику перевозок – администрации города необходимо обеспечивать поездки на современном комфортном общественном транспорте и их количество согласно пассажиропотоку.

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МАТРИЦЫ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

П. Е. Позднякова (студентка ВолгГТУ), С. В. Чурсина (студентка ВолгГТУ), В. С. Сорокин (студент ВолгГТУ)

Любая самая сложная автоматическая система состоит из определенного комплекса элементов. Многообразие автоматических систем порождает и многообразие элементов, что, в свою очередь, приводит к необходимости их классификации. Нередко признаки классификации выбираются произвольно, и она в этом случае не достигает своей цели и даже дезориентирует при выборе требуемого элемента. Поэтому большое значение приобретают выявление и обоснование признаков, которые должны быть положены в основу классификации элементов управления. При этом наиболее важны последовательность расположения, выделение главных и вспомогательных признаков, т. е. разработка соответствующей иерархической структуры. Этим вопросам пока еще уделяется недостаточно внимания, вероятно, из-за некоторой неопределенности представления о многих элементах, но именно эти разработки могут помочь провести научную классификацию элементов и способствовать тем самым укреплению основ теории элементов автоматики.

Рассматриваемый в работе подход для формирования множества технических решений основан на создании матриц соответствия, ячейки которых указывают на соответствие каждого конструктивного элемента выполняемым им элементарным функциям в конструкции энергоустановки. Заголовок такой таблицы содержит список выявленных

из модели физического принципа действия элементарных функций и функций объектов окружения.

Классификация элементарных функций конструктивных элементов:

1. Обеспечение внутренних степеней свободы рабочего тела.
2. Обеспечение внутренней изоляции рабочего тела от нежелательных взаимодействий.
3. Обеспечение внешних степеней свободы рабочего тела преобразователя.
4. Обеспечение внешней изоляции рабочего тела от нежелательных взаимодействий.
5. Обеспечение внутренней степени свободы для проводимого экстенсора.
6. Обеспечение внешней изоляции проводника экстенсора от нежелательных взаимодействий.
7. Объединение потоков.
8. Разделение потоков.
9. Изменение направления потока:
 - 1) для одномерного потока;
 - 2) для двухмерного потока;
 - 3) для трехмерного потока;
10. Изменение величины потока:
 - 1) дискретное изменение сопротивления;
 - 2) непрерывное изменение сопротивления;
11. Изменение хрональных характеристик потока.
12. Изменение специфических характеристик потока.

Вопросы классификации при формировании определенного научного направления имеют большое значение, поэтому важна и дальнейшая разработка признаков разделения элементов и группирования их с одновременным решением вопросов определения особенностей расчета и исследования каждой группы.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ НА АВТОБУСАХ «ВОЛЖАНИН-6270»

Г.А. Чернова, к.т.н., доц. кафедры «Автомобильный транспорт»

ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,

А.В. Володин, студ. гр. ВАЗ-495 ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО

ВолгГТУ

Система безопасной перевозки пассажиров требует от организаторов перевозочного процесса любого вида собственности соблюдения законодательных и нормативных документов и обеспечения технологии перевозок.

Основными задачами юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по обеспечению безопасности перевозок пассажиров автобусами являются (1):

- выполнение установленных законодательством и иными нормативными правовыми актами РФ требований к уровню квалификаций, состояния здоровья, поведению при участии в дорожном движении, режима труда и отдыха водителей автобусов;
- содержание автобусов в технически исправном состоянии, предупреждение отказов и неисправностей при эксплуатации их на линии;
- обеспечение безопасных дорожных условий на маршрутах автомобильных перевозок;
- организация перевозочного процесса по технологии, обеспечивающей безопасные условия перевозок пассажиров.

Всё это создаёт определённые проблемы в координации деятельности и организации безопасной перевозки пассажиров. Технология перевозок пассажиров предусматривает следующее:

1. Расписание должно составляться с учётом пиковых пассажиропотоков и перерывов для отдыха водителей, отдельно для будних и выходных дней для зимнего и летнего сезонов.

2. Хронометраж и нормирование скоростей технической скорости на городских и пригородных маршрутах должно проводиться не реже одного раза в два года.

3. Определять вместимость автобусов на маршрутах по пассажиропотоку.

4. На остановках автобусы должны останавливаться с интервалом безопасности 3 метра или $\frac{1}{2}$ длины автобуса.

5. Должен быть обеспечен обязательный контроль водителей на линии.

Городской общественный пассажирский транспорт г. Волжского состоит из муниципальных и частных автобусов и насчитывает муниципальных автобусов большой и особо большой вместимости – 112 ед., автобусов ПАЗ – 15 ед., маршрутных такси – 530 ед., пригородный общественный пассажирский транспорт - муниципальных автобусов большой и средней вместимости – 54 ед., маршрутных такси – 479 ед.

Внедрение автоматизированных систем, позволяющих отслеживать местоположение транспортных средств на маршрутах, фактически сняло вопрос о мониторинге движения подвижных единиц.

Однако до сих пор детально не проработаны вопросы, связанные с научными и технологическими основами полноценного использования возможностей телематических систем в процессах оперативного диспетчерского управления пассажирским транспортом.

Актуальным становится вопрос о применении на автобусах систем видеоконтроля.

Комплекс видеоконтроля позволяет эффективно решать следующие задачи:

- систематического изучения пассажиропотока;
- оценки качества обслуживания населения и контроля надежности водителя;
- объективного разбора конфликтных ситуаций (пассажир-перевозчик) и дорожно-транспортных происшествий;
- обеспечения безопасности дорожного движения;
- снижение затрат на страхование пассажирских перевозок;
- разработки и оптимизация маршрутных схем;
- оптимального выбора типа и определения количества подвижного состава на маршрутах;
- нормирования скоростей движения автобусов;
- контроль выполнения расписания движения транспортного средства и графиков их выпусков на линию;
- координации работы автомобильного транспорта с другими видами пассажирского транспорта.

Кроме того, цифровое видеонаблюдение, установленное в салонах общественного транспорта, — хороший способ для записи происходящих там событий, по которым впоследствии можно восстановить какую-либо ситуацию, произошедшую в салоне автобуса.

Первым в применении видеонаблюдения в общественном транспорте был Лондон. Его положительному опыту последовали города других стран мира.

Комплекс видеоконтроля для городского пассажирского автобуса — «КВиК-41» предназначен для видеоконтроля городского пассажирского автобуса с целью получения объективной видеоинформации о происходящем как внутри салона автобуса, так и на проезжей части. Видеоинформация поступает от установленных в салоне и кабине автобуса видеокамер в цифровой видеорегистратор, который обеспечивает оцифровку и надёжное хранение видеоданных на компактном съёмном жёстком диске в течение одного месяца.

Состав комплекса "КВиК-41":


1. Компактный цифровой видеорегистратор. Обеспечивает цифровую запись изображения с 4-х видеокамер на съёмный жесткий диск 2,5" 320 Gb.

Металлический корпус видеорегистратора, виброустойчивость, поддержка широкого диапазона питающего напряжения и компактность позволяют ему работать и надёжно хранить данные в "жёстких" условиях транспорта.

Фото	
видео/аудио входы	4 / 2
Разрешение видео	704 x 576
Скорость записи	25 к./с суммарно
Стандарт сжатия видео, аудио	MPEG4, ADPCM
Потребляемая мощность, Вт	7-8,5
Напряжение питания, В	9 — 16
диск	съёмный, HDD 320 Гб
Вес, кг	0,9
Размер, мм	180x110x60
Интерфейсы: COM-порт	RS232
USB 1.1	USB-A
Ethernet	Fast Ethernet 10/100 Base-T
Диапазон рабочих температур	0°C...+45°C -20°C...+45°C, при использовании регистратора с индексом "Т" 0°C...+50°C, при использовании регистратора с индексом "В"

2. Видеокамеры (конкретное место установки можно скорректировать под особенности автобуса):

- *видеонаблюдение за проезжей частью* – 1 компактная цветная видеокамера;

Фото	
Сенсор	1/3 Sony Super-HAD-II Color, автоматическое переключение в ч/б режим в условиях низкой освещенности
Размер изображения	752(H) x 582(V)
Разрешение	540/600 TV линий
Минимальная освещённость	0,001/0,0001 Lux
Цифровая обработка	2D-DNR, BLC, ATW, OSD-menu
Напряжение питания	12 В DC, 120 mA
Размер, мм	D18x69
Угол обзора	78°
Диапазон рабочих температур	-20°C...+45°C

- видеонаблюдение за пассажирским салоном автобуса – 1 компактная цветная антивандальная видеокамера;

Фото	
Сенсор	1/3 Sony Super-HAD-II Color, автоматическое переключение в ч/б режим в условиях низкой освещенности
Размер изображения	752(H) x 582(V)
Разрешение	540/600 TV линий
Минимальная освещённость	0,001/0,0001 Lux
Цифровая обработка	2D-DNR, BLC, ATW, OSD-menu
Напряжение питания	12 В DC, 100 мА
Размер, мм	D85x50
Угол обзора	83°
Диапазон рабочих температур	-20°С...+45°С

- видеонаблюдение за дверьми автобуса – 2 компактные черно-белые антивандальные видеокамеры с ИК подсветкой, выполненные в виде вызывных видеопанелей;

Фото	
Сенсор	1/3 CCD, B/W
Разрешение	350 TV линий
Минимальная освещённость	0,01 Lux
ИК подсветка	да, до 1 м
Напряжение питания	12 В DC, 140 мА
Размер, мм	122x40x24
Угол обзора	78°
Диапазон рабочих температур	-35°С...+55°С

Специально спроектированный для видеорегистратора Трал 32 антивандальный сейф (рис. 1). Сейф оснащён 2-мя дверками (передняя, задняя) на замках, встроенный преобразователь напряжения DC 24В / DC 12В, обеспечивает двойную защиту видеорегистратора от вибрации. В комплект сейфа также входит контроллер регистрации момента открывания/закрывания дверей автобуса, подключается к видеорегистратору по интерфейсу RS-232. Конструкция сейфа позволяет

крепить его как вертикально, так и горизонтально. Размеры: 260x135x90 мм.

3. Антивандальный сейф для видеорегистратора.



Рис. 1. Антивандальный сейф для видеорегистратора

Внешний вид комплекса

Вариант установки комплекса видеоконтроля в городском пассажирском автобусе Волжанин – 6270 представлен на рис. 2-б.



Рис. 2. Автобус «Волжанин-6270»



Рис. 3. Установка веб-камер в салоне автобуса



Рис. 4. Установка видеокамер контроля дверей

Видеокамеры контроля дверей располагаются над пассажирскими дверями автобуса. Эмитируют панель вызова водителя, не привлекают излишнее внимание пассажиров, антивандальное исполнение, работают в широком температурном диапазоне. Оснащены ИК-подсветкой.

Видеокамера контроля салона выполнена в виде металлического шара врезанного в металлическое кольцо.

Размещается она в передней части салона, в районе переборки, отделяющей кабину водителя от пассажирского салона.



Рис. 5. Видеокамера контроля салона

Широкий угол обзора и высокое качество изображения позволяют контролировать происходящее не только внутри салона автобуса, но и проезжую часть слева и справа от автобуса.



Рис. 6. Видеорегистратор, установленный в антивандальный сейф

Специально спроектированный металлический сейф обеспечивает надёжную защиту видеорегистратора от несанкционированного доступа. Он оснащён преобразователем напряжения DC 24В/12В, контроллером регистрации момента открывания/закрывания дверей. Двойная виброзащита видеорегистратора позволяет защитить его жесткий диск от негативного влияния вибраций от кузова автобуса. Сейф с видеорегистратором устанавливается в кабине водителя.

В таблице 1 представлена стоимость оборудования и монтажных работ для установки на автобус комплекса видеоконтроля для городского пассажирского автобуса – КВиК- 41.

Учет пассажиропотока на транспорте - ВИДЕОКОНДУКТОР.

Регистратор должен обеспечивать следующие требования:

- износостойчивость аппаратуры: в автотранспорте, особенно эксплуатируемом на наших дорогах, присутствуют очень сильные вибрации и удары, высокие и низкие температуры, запылённость, что отрицательно сказывается на электроаппаратуре, особенно на видеорегистраторах, в которых присутствуют подвижные элементы в узлах сохранения информации (жёстких дисках);
- защита от саботажа со стороны водителей: это самый важный вопрос, ведь они считают автобус своей собственностью, и не потерпят вмешательства и контроля, а особенно со стороны хозяев;
- защита от кражи и повреждений: большинство автомобильных регистраторов представляют собой систему «всё в одном», т.е. камера, регистратор и модуль памяти находятся в одном устройстве, что позволяет его легко украсть или повредить. Доказать, сделал ли это нерадивый водитель или пассажиры невозможно – модуль памяти, на котором это записано, унесли тоже;
- возможность работы системы в автоматическом режиме: порой очень сложно, особенно имея большой автопарк, следить за исправностью оборудования, включать запись и проверять, всё ли работает. Поэтому автоматический переход в режим записи из любого состояния крайне необходим;
- стабильная работа видеорегистратора в автотранспорте: большинство видеорегистраторов и видеокамер очень прихотливы к напряжению и качеству питания бортовой сети автомобиля, записывают помехи и некачественный видеосигнал даже при небольших отклонениях в работе генератора либо электрооборудования;
- удобство просмотра снятого материала: одно из основных качеств, ведь ради этого материала всё и делается, а подавляющее большинство видеорегистраторов записывают обычные видеофайлы, которые надо просматривать в обычном видеопроигрывателе на компьютере, а это крайне неудобно и занимает много времени.

Предлагается применять систему контроля "Видеокондуктор" на автобусах «Волжанин-6270».

Её отличает: низкая цена, высокая надежность, малые габариты и низкое энергопотребление, специализированное ПО, гибкость в конфигурировании.

"Видеокондуктор" - это аппаратно-программный комплекс, в котором максимально решены многие вопросы контроля и учета на транспорте. Он представляет собой разделённую систему, которая представлена на рис. 7.

Система состоит из головного устройства, двух или одной видеокамер, контроллера питания, резервного аккумулятора, датчиков открытия дверей, соединительных проводов, приемника спутниковых координат GPS, контроллера и датчика прохода "STEP".

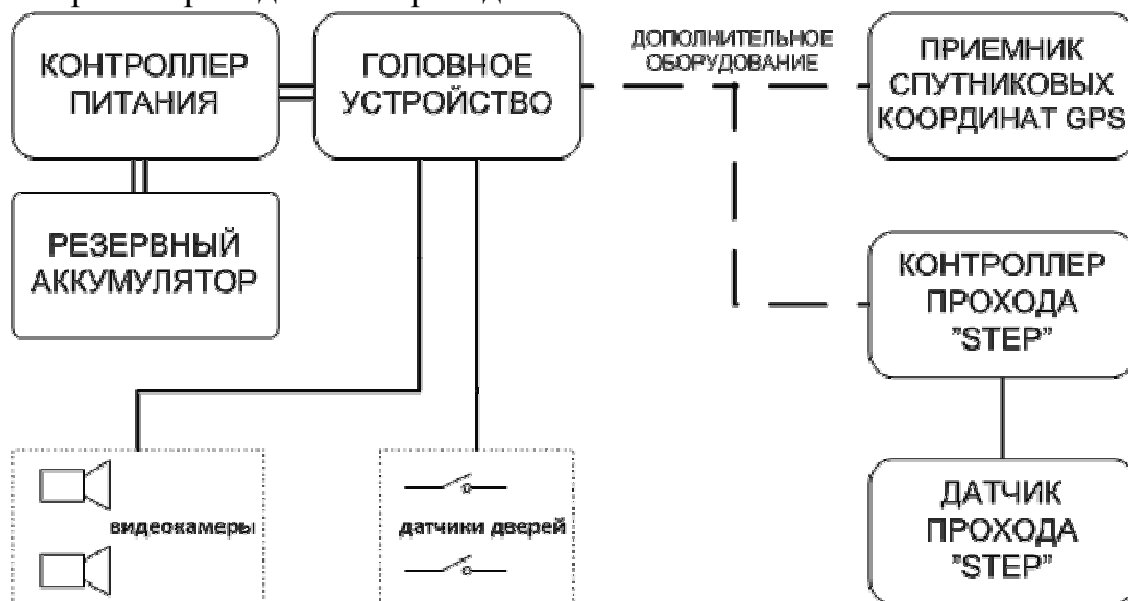


Рис. 7. Состав системы "Видеокондуктор"

Функции элементов системы следующие:

- головное устройство: видеорегистратор "мини DVR "ВИДЕОКОНДУКТОР", позволяет подключать две видеокамеры, два аудио- канала, два входа датчиков (как правило, используются для подключения датчиков открытия дверей). Запись производится на карту памяти SD/SDHC/SDXC объемом до 64Гб с максимальной скоростью 6 к/сек на каждую камеру, что решает проблему с недолговечностью жёстких дисков в автотранспорте и позволяет легко снимать и переносить отснятый материал. Видеорегистратор предназначен для установки на транспорт с целью контроля пассажиропотока. Поддержка внешних устройств: ROBOT-UPS, ROBOT-GPS, ROBOT-GSM, ROBOT-I/O;
- видеокамеры: одна или две (в зависимости от задач и транспортного средства) стандартные черно-белые видеокамеры для систем видеонаблюдения. Лучше всего для задач контроля в автотранспорте подходят камеры с углом обзора 110°;
- контроллер питания: позволяет подключать систему к 12-ти или 24-х вольтовой бортовой сети, убирает наведённые помехи от бортовой сети и автооборудования, позволяет автоматически включать и выключать систему при работе и остановке двигателя. Также следит за основным питанием, и при его пропадании либо разрядке аккумулятора автомобиля переводит систему на резервный аккумулятор. Встроенная защита от коротких замыканий с функцией восстановления в контроллере отключает систему при коротких замыканиях и автоматически восстанавливает

питание при устранении неполадки. Один из элементов защиты от саботажа со стороны водителя;

- резервный аккумулятор: позволяет системе работать при отсутствии основного питания до 2 часов (зависит от степени зарядки резервного аккумулятора и соответствующих настроек в головном устройстве). Является важным элементом антисаботажа, когда водитель намеренно выключает автомобиль на остановках, выдергивает или портит предохранитель и питающие провода;

- датчики открытия дверей: для исключения записи ненужной информации важно иметь возможность записи только при открытых дверях, когда пассажиры входят и выходят. При отсутствии штатных датчиков открытия дверей устанавливаются дополнительные усиленные датчики открытия дверей на основе герконов. Если штатные датчики предусмотрены в машине, то к системе они подключаются через реле;

- соединительные провода: в качестве проводки систем наблюдения используется специализированный кабель CCTV, который обеспечивает качественную работу видеосистемы;

- можно дополнить систему приемником спутниковых координат GPS. При этом вместе с видеоданными будут сохраняться координаты перемещения автомобиля. При просмотре видео на компьютере можно видеть положение автомобиля на карте. Данная опция весьма полезна для контроля междугородних маршрутов, так как стоимость проезда зависит от пункта посадки пассажира;

- контроллер и датчик прохода "STEP": это важный элемент, которым можно дополнить систему. Он позволяет автоматически подсчитывать количество пассажиров с использованием специальных датчиков, выполненных в виде накладки на ступеньки. Показания записываются вместе с видеоданными, что позволяет легко проверить спорные вопросы.

Положительные стороны системы:

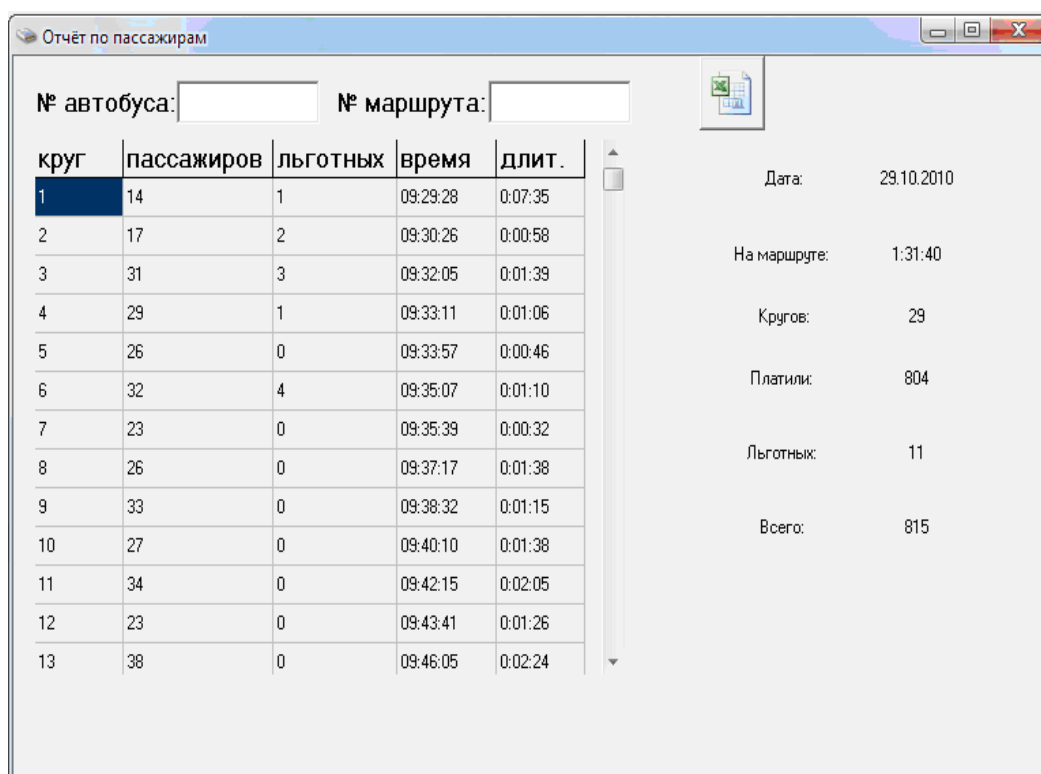
- основные блоки (головное устройство, контроллер питания, резервный аккумулятор) установлены в недоступном для пассажиров и, при необходимости, для водителя месте (закрывающийся на ключ бокс);

- в салоне находятся только камеры и микрофоны. Установка камер и микрофонов производится в зависимости от конфигурации транспортного средства, поставленных задач (просто подсчёт входящих/выходящих пассажиров, либо необходимость контроля салона, запись движения машины – в таком случае камера направляется в лобовое стекло, и пр.);

- гибкая настройка работы системы и датчиков дверей (по времени, при открытых дверях, по движению в поле зрения камеры, всё это в комбинации и для каждой камеры отдельно) позволяет производить запись в любых ситуациях и реализовать любые задачи. При установке все соединения пропаиваются, что повышает качество видеозаписи,

долговечность монтажа и невозможность вмешательства со стороны водителя;

- программное обеспечение, которое поставляется в комплекте, позволяет удобно просматривать отснятый материал. Система производит запись в собственном формате, что позволяет реализовать функции, ускоряющие просмотр, а также создать автоматизированный ручной подсчёт. То есть, благодаря программному обеспечению, можно подсчитывать оплативших пассажиров, льготников, количество рейсов прямых и обратных (кругов), и всё это выводить в виде отчётов (см. рис. 8.)



The screenshot shows a software window titled "Отчёт по пассажирам". At the top, there are two input fields: "№ автобуса:" and "№ маршрута:". Below these is a table with the following columns: "круг", "пассажиров", "льготных", "время", and "длит.". The table contains 13 rows of data. To the right of the table, there are several summary statistics: "Дата: 29.10.2010", "На маршруте: 1:31:40", "Кругов: 29", "Платили: 804", "Льготных: 11", and "Всего: 815".

круг	пассажиров	льготных	время	длит.
1	14	1	09:29:28	0:07:35
2	17	2	09:30:26	0:00:58
3	31	3	09:32:05	0:01:39
4	29	1	09:33:11	0:01:06
5	26	0	09:33:57	0:00:46
6	32	4	09:35:07	0:01:10
7	23	0	09:35:39	0:00:32
8	26	0	09:37:17	0:01:38
9	33	0	09:38:32	0:01:15
10	27	0	09:40:10	0:01:38
11	34	0	09:42:15	0:02:05
12	23	0	09:43:41	0:01:26
13	38	0	09:46:05	0:02:24

Summary statistics:

- Дата: 29.10.2010
- На маршруте: 1:31:40
- Кругов: 29
- Платили: 804
- Льготных: 11
- Всего: 815

Рис. 8. Пример выполнения отчёта о количестве рейсов и числу пассажиров

В целом стоимость применяемого оборудования составит около 60000 рублей. Опыт применения данного программного обеспечения показал, что подсчёт показателей одного дня работы городского автобуса занимает порядка 30-40 минут.

На городских перевозках, в основном используется следующая методика работы: для каждой машины применяются по две SD- карточки. Вечером карточки снимаются со всех машин, ставятся вторые. Водители сдают отчёт за этот день (выручка, затраты на заправку и т.д.), а на следующий день просматриваются не все машины, а выборочно исходя из личных подозрений или наугад. При выявлении недобросовестного водителя к нему применяются меры – штрафные санкции и пр. Это позволяет не просматривать все машины каждый день, а дисциплинировать

водителей для сдачи правдивых отчётов. Кроме того система позволяет контролировать эксплуатацию автотранспорта водителем (включение передач, скоростные режимы и пр.), что снижает затраты на ремонт.

Окупаемость системы только с учётом повышения сданной выручки составляет около 2-4 недель. Помимо этого, предприятия, установившие данную систему, отмечают снижение количества жалоб со стороны пассажиров на поведение водителей, уменьшение количества и времени ремонтов (при переводе водителей на сдельно-премиальную оплату), уменьшение количества «липовых» льготников (при введении процедуры предъявления льготного удостоверения в камеру).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Власов В. М., Богумил В. Н., Ефименко Д. Б. Современный облик автоматизированных систем диспетчерского управления городским пассажирским транспортом // Автотранспортное предприятие.- 2010.- №1 - С. 3-10.

2. Веб-сайт www.atp.transnavi.ru.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШИННОГО ХОЗЯЙСТВА АВТОПРЕДПРИЯТИЙ

*Р.В. Заболотный, ст. преподаватель, ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО
ВолгГТУ,*

*В.С. Коробов, начальник ОТК МУП «Волжская А/К 1732», г.
Волжский*

Эффективное функционирование такой системы, как автомобильный транспорт, возможно на учете расхода и движения материальных ценностей, на учете выработки, доходов, расходов и прибыли по каждому автомобилю, подразделению, водителю и т.д.

Управление технической службы на базе имеющейся информации требует составления накопительной документации, ее обработки и анализа, что является весьма трудоемким процессом. Возникает необходимость в разработке новых информационных технологий, которые наряду с решением задач по сбору, хранению и обработке информации должны обеспечивать решение задач анализа и принятия решений.

Применение вычислительной техники позволяет повысить скорость обработки информации с достаточной оперативностью для принятия решений и обеспечить практически полный постоянный анализ.

Для совершенствования шинного хозяйства автотранспортных предприятий предлагается решение следующих задач:

– выполнение мероприятий по разработке комплекса для сбора и анализа данных при эксплуатации шин автомобилей;

– разработка состава и характеристик элементов информационного обеспечения шинного хозяйства автопредприятий.

На кафедре «Автомобильный транспорт» Волжского политехнического института совместно с техническими отделами МУП «Волжская А/К 1732» разработан комплекс мероприятий, связанных с учетом, контролем и обслуживанием колес.

Данный комплекс характеризуется составом форм учёта и анализа данных, позволяющих в удобной и информативной форме обеспечить грамотную эксплуатацию и качественное обслуживание шин.

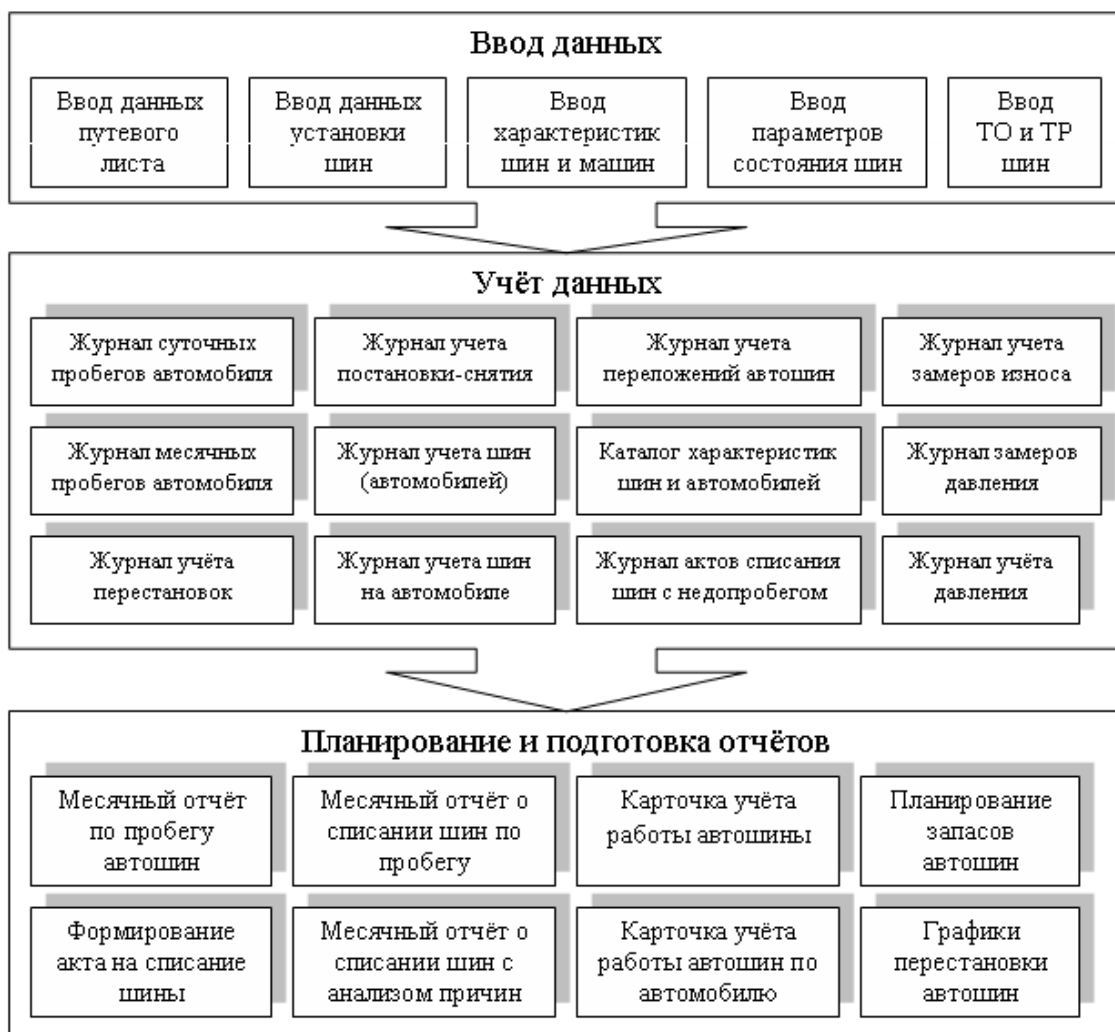


Рис. 1. Состав системы учета, анализа и планирования АРМ техника по учёту шин

При проектировании решены следующие задачи:

- 1) создание базы данных: справочники;
- 2) создание базы данных: документы;
- 3) разработка форм и отчётов;

- 4) разработка функциональных схем движения информации между базами данных и формами отчёта;
- 5) разработка системы автоматизированного расчёта оптимальной постановки автошин.



Рис. 2. Состав системы по оптимизации постановки и перестановки автошин

В рамках информационного комплекса запланировано выполнение следующих функций:

- учёт постановки и пробега автошин;
- учёт износа протектора автошин на основе предусмотренных систематических замеров остаточной высоты рисунка протектора;
- учёт неисправностей автомобилей;
- учёт перестановки шин;
- ведение базы данных нормативов при эксплуатации автошин;
- анализ данных с расчётом и составлением базы данных интенсивностей износа протектора автошин;
- оптимизация постановки автошин по различным критериям.

Предлагается показатель Кш для оптимальной постановки шин с целью наиболее полного использования ресурса и позволяющий учитывать техническое состояние автошин. Показатель Кш рассчитывается для различных комбинаций постановки автошин, причём оптимальным является значение $K_{ш} = \sum k_{ш i} = \min$.

Показатели рассчитываются по следующим формулам:

$$k_{ш i} = L_i / L - b_i / b_0,$$

$$L_i = L_{1i} + \Delta L,$$

$$b_i = b_{1i} - \Delta L \cdot j_i,$$

где L_i – пробег i -й автошины с начала эксплуатации на конец периода прогнозирования, L – норма пробега шины до списания, b_i – остаточная высота протектора i -й автошины на конец периода прогнозирования, b_0 – высота протектора новой автошины, ΔL – контрольный пробег для перестановки автошин, j_i – интенсивность изнашивания рисунка протектора i -й шины, b_{1i} – текущее значение высоты рисунка протектора i – шины, L_{1i} – пробег i -й шины с начала эксплуатации.

Разработанные решения рекомендуется использовать при совершенствовании информационного обеспечения автотранспортных предприятий, в частности АРМ шинного хозяйства, а также, в качестве практического пособия при обучении студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство».

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ МАНИПУЛЯТОРАМИ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Д.А. Канцедалов, магистрант ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,
В.И. Капля, доцент кафедры «ВАЭ и ВТ» ВПИ (филиала) ФГБОУ
ВПО ВолгГТУ*

Промышленный манипулятор по своему функциональному назначению должен обеспечивать движение конечного звена и закрепленного в нем объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. [1]

Промышленные манипуляторы являются средствами автоматизации технических процессов, в которых требуются перемещения инструментов и деталей по сложной траектории.

Встроенные датчики положения звеньев манипулятора увеличивают его вес и габариты.

Акустические излучатели и приемники механически пассивны, т.е. не имеет механически подвижных частей.

Основная часть измерительной акустической аппаратуры размещается вне манипулятора на неподвижных элементах ограждения рабочей зоны.

Основной проблемой применения акустических датчиков следует считать неравномерность поля погрешностей разностно-дальномерного метода измерений, который применяется для акустических измерительных систем.

С целью исключения зон с увеличенной погрешностью необходимо использовать избыточное количество приемников акустических сигналов. [2]

Совместное использование большого количества акустических приемников-передатчиков требует обработки соответствующего количества информации.

Необходимо разработать алгоритм селекции измерительной информации, который позволяет использовать наиболее точные измерения для определения текущих положений звеньев манипулятора.

Алгоритм адаптивного управления промышленным манипулятором с помощью ультразвуковых технологий представлен на рисунке 1.

Основными элементами алгоритма обработки ультразвуковых (УЗ) сигналов следует считать:

- 1) исключение показаний датчиков, не обеспечивающих заданной точности разностно-дальномерного способа измерения;
- 2) исключение показаний датчиков, попавших в акустическую тень, созданную перемещением объекта или звеном манипулятора;
- 3) временная селекция переотражения сигналов, основанная на непрерывности перемещения манипулятора.

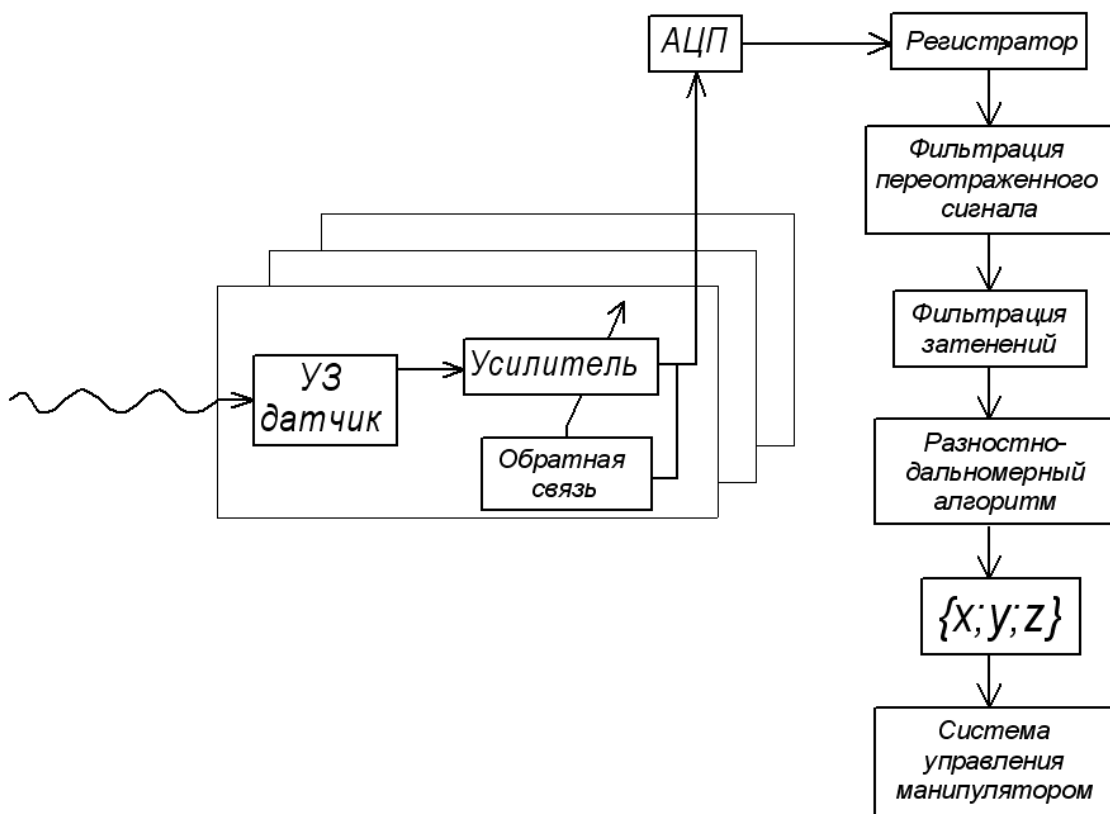


Рис. 1.

Список литературы

1. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. – Спб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416с.: ил.
2. Канцдалов Д.А., Капля В.И. Исследование трехмерных ультразвуковых информационно-измерительных систем положения акустически активных объектов в рабочей зоне. Материалы IV Международной студенческой электронной научной конференции «СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2012».

РАДИАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОДШИПНИКОВЫХ КОЛЕЦ ПРИ ЗАКРЕПЛЕНИИ В ПАТРОНЕ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

*А.А. Копецкий *, В.А. Носенко**, В.Н. Тышкевич ***

**ОАО «Волжский подшипниковый завод», г. Волжский, Россия*

*** ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ*

При механической обработке подшипниковых колец необходимо учитывать упругие деформации, возникающие от усилий зажима и резания. Погрешности формы кольцевых деталей от упругой деформации во многих случаях значительно превышают погрешности, вызванные биением шпинделей, неточностью установки и другими факторами.

Опыт изготовления прецизионных подшипников и подшипников малой жесткости показывает, что современная технология механической обработки не может разрабатываться без учета жесткости деталей и возможной деформации в процессе обработки [1].

При шлифовании внутренней поверхности подшипниковых колец закреплённых в кулачковых зажимных устройствах и патронах усилия зажима P_1 и резания P_2 вызывают радиальные упругие деформации колец (рис. 1).

Внутренняя поверхность кольца обрабатывается в деформированном состоянии, и после снятия усилий зажима приобретает некруглость, величина которой определяется упругой деформацией кольца.

Величины допустимых усилий зажима и резания определяются из ограничения радиальных перемещений w по допускам на некруглость внутренней поверхности подшипниковых колец.

Показанное на рис. 1 направление сил и перемещений будет противоположным при обработке наружной поверхности кольца.

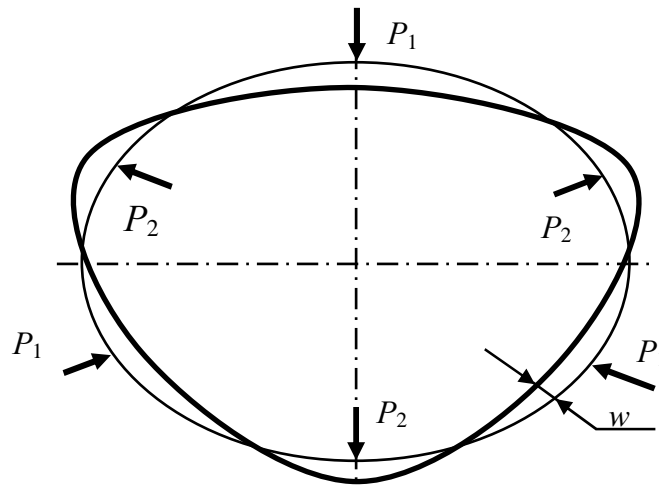


Рис. 1 - Схемы деформаций колец при механической обработке внутренней поверхности в трёхкулачковом зажимном устройстве

Цель исследований заключалась в получении расчётных формул для определения радиальных деформаций от усилий зажима P_1 и резания P_2 , а также допустимых величин этих усилий по допускам на некруглость колец.

Влияние радиальных деформаций на режимы шлифования подшипниковых колец исследовалось для трёхкулачкового зажимного устройства.

Положение главных центральных осей поперечного сечения подшипникового кольца (рис. 2) произвольно, нагрузка моделируется сосредоточенными силами, приложенными к центральной оси, проходящей через центры тяжести поперечных сечений.

В [2] получена формула для максимального радиального перемещения от усилий зажима

кольца P_1 (рис. 1):

$$w = \frac{0,01588 P_1 r^3 I_{zc}}{E I_z I_y}.$$

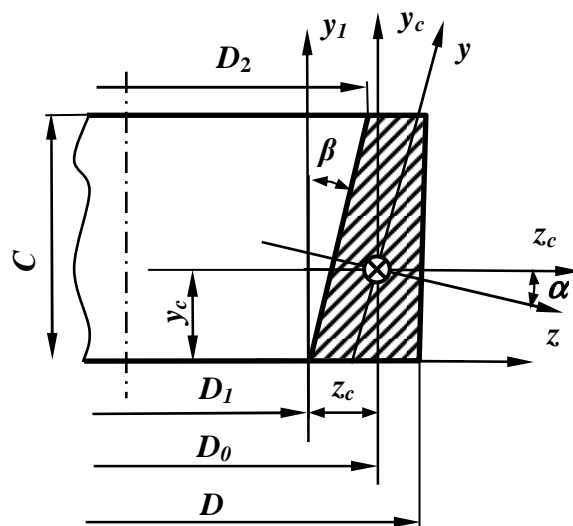


Рис. 2. Поперечное сечение кольца

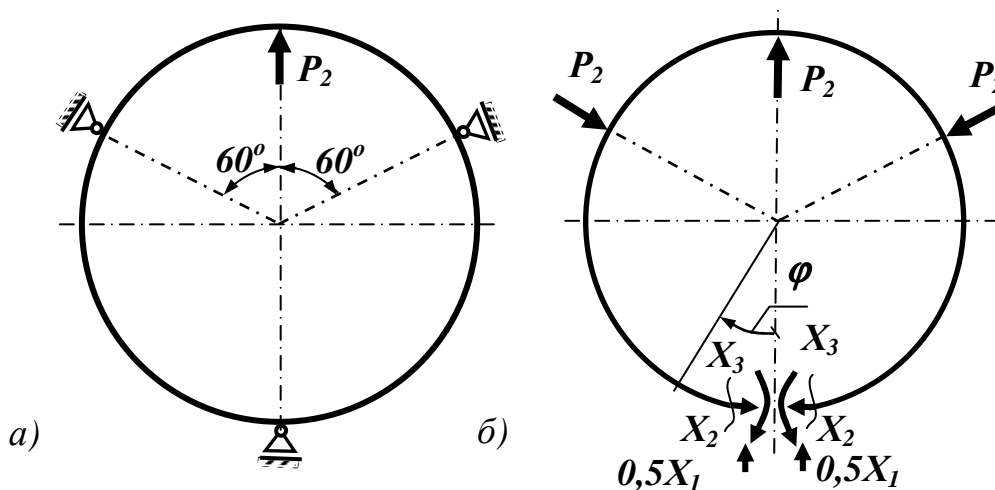


Рис.3. Расчетная схема нагружения кольца (а) и эквивалентная система (б)

Для геометрических характеристик введены обозначения: I_{yc} , I_{zc} , I_y , I_z , I_{yczc} – осевые и центробежный моменты инерции поперечного сечения кольца относительно центральных и главных центральных осей, соответственно; r – радиус оси, проходящей через центры тяжести поперечных сечений; E – модуль нормальной упругости материала кольца.

Получим формулы для определения максимального радиального перемещения от усилий резания. Рассмотрим нагружение кольца, закреплённого в патроне усилием резания P_2 между кулачками патрона (рис. 3, а).

Система трижды внутренне статически неопределима (замкнутый контур) и один раз – внешне статически неопределима. При раскрытии статической неопределимости системы используем свойство симметрии и эквивалентную систему выберем осесимметричной (рис. 3, б). Из четырех

лишних неизвестных ненулевыми будут только три осесимметричных: реакция опоры - X_1 , продольное усилие - X_2 и изгибающий момент - X_3 .

Раскрыв статическую неопределимость системы методом сил, определяем максимальное перемещение от радиального усилия резания по формуле [3], которая для нагрузки в плоскости кольца упростится:

$$w = \frac{rI_{zc}}{EI_z I_y} \sum_n \int_{\varphi} M_{yc}^{\Sigma} M'_{yc} d\varphi,$$

где M'_{yc} - моменты от действия единичной силы в основной системе; M_{yc}^{Σ} - моменты в эквивалентной системе (рис. 3, б). Окончательное выражение для максимального перемещения будет иметь вид:

$$w = \frac{rI_{zc}}{EI_z I_y} \sum_n \int_{\varphi} M_{yc_i}^{\Sigma} \cdot M'_{yc_i} d\varphi = 0,047 \frac{P_2 r^3 I_{zc}}{EI_z I_y}.$$

Полученные выражения для радиальных перемещений позволяют определять допустимые величины усилий зажима и резания по допускам на некруглость колец.

Литература

1. Коротков Б. И., Коротков С. Б., Тышкевич В. Н., Орлов С. В. Исследование процессов шлифования внутренних и наружных конусов деталей класса колец: Монография/ Под ред. Б. И.Короткова/ ВолгГТУ. – Волгоград, 2007. – 133 с.
2. Копецкий, А.А. Определение радиальных перемещений при закреплении подшипниковых колец в трёхкулачковом патроне / А.А. Копецкий, В.А. Носенко, В.Н. Тышкевич // Изв. ВолгГТУ. Серия "Прогрессивные технологии в машиностроении". Вып. 6 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 12. - С. 8-10.
3. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Т. 1/ Под ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко – М.: Машиностроение, 1988. – 832 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Г. В. Фрицлер, директор ООО «ВАП «Волжанин»,
А. В. Авилов, к.т.н., доцент ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,
Ю. О. Каминская, магистр ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ*

Стремительное развитие программных средств, наделенных различными функциональными возможностями, способствовало формированию новых принципов организации сварочного производства.

Использование современных компьютерных технологий для комплексной автоматизации всех аспектов сварки, включая моделирование протекающих в металле процессов, позволит быстро находить оптимальные технологические решения при значительном снижении ресурсоемкости.

Любое воздействие на металл сопровождается его нагревом (введением теплоты). Это приводит к появлению температурных напряжений, существенному изменению теплофизических характеристик конструкционных материалов, потере устойчивости формы и другим отрицательным явлениям.

Одной из причин возникновения острой необходимости в разработке программного обеспечения для сварки является распространение в машиностроении металлов, чувствительных к нагреву. Кроме того, стремление современной промышленности к уменьшению коэффициента запаса прочности требует соблюдения высокой точности при производстве сварных конструкций.

Применение компьютерных технологий значительно расширяет возможности вычислительного эксперимента, что, в частности, дает возможность из множества вариантов технологии выбрать наиболее подходящую или прогнозировать результат сварки разнородных металлов.

Основным достоинством современного программного обеспечения является высокая точность расчетов и большой объем информации, которые они позволяют получать.

Российские и зарубежные программные продукты можно классифицировать по выполняемым функциям следующим образом:

- 1) подготовка технологической документации с помощью систем CAPP/PDM/PLM;
- 2) базы данных: основные материалы, сварочные материалы, нормативные документы и т.д.;
- 3) конструирование и проектирование сварных конструкций с помощью систем CAD;
- 4) расчет прочности, долговечности, жесткости сварных конструкций с помощью систем CAE;
- 5) моделирование тепловых и металлургических процессов с помощью систем CAE;
- 6) конструирование оборудования с помощью систем CAD/CAE;
- 7) числовое управление сварочными роботами с помощью систем CAM;
- 8) системы управления.

Классы программных продуктов перечислены в той последовательности, в которой их целесообразно внедрять на предприятии. Рассмотрим каждый класс систем.

Системы CAPP (Computer Aided Process Planning – планирование технологических процессов с использованием компьютерных программ или автоматизированная технологическая подготовка) предназначены для построения последовательности технологических операций и оформления технологической документации в виде операционных и маршрутных карт. Данные системы представлены на рынке такими продуктами, как Компас – Вертикаль (АСКОН, Санкт-Петербург); Интермех – TechCard (Минск); ARMSW (Центр ComHighTech, Тула); ADEM CAM/CAPP (Москва); WeldOffice (CSPEC, USA); WeldPlan (Force Technology, Дания).

Системы CAD (Computer Aided Design – конструирование с использованием компьютерных программ) содержат модули моделирования трехмерной сварной конструкции (детали), оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Выделяют три типа таких систем: 1) чертежно-ориентированные системы (Компас, AutoCad); 2) системы объемного моделирования (SoildWorks, SoildEdge); 3) интегрированные системы, поддерживающие электронную информационную модель на протяжении всего жизненного цикла изделия, включая маркетинг, концептуальное и рабочее проектирование, технологическую подготовку, производство, эксплуатацию, ремонт и утилизацию (CATIA, Unigraphics, Pro/Engineer).

Система CAM (Computer Aided Modeling – подготовка производства с использованием компьютерных систем) представляет программные пакеты, управляющие движением роботов при сборке компонентов и перемещении их между операциями.

Например, ADEM (Россия, Москва) используется для лазерной обработки и резки. Для создания управляющих программ сварки в ADEM используется возможность движения лазера вдоль объемной кривой с заданным фокусным расстоянием и вектором оси лазерного луча, что позволяет добиться пятикоординатной обработки лазером.

Системы CAE (Computer Aided Engineering – инженерные расчеты с использованием компьютерных программ) можно разделить на два класса в зависимости от сложности решаемых задач и квалификации пользователя.

Большой класс CAE-программ ориентирован на рядового технолога и позволяет решать отдельные прикладные задачи для выбранного вида сварки – расчет параметров режима сварки, определение расхода сварочных материалов, прогноз ожидаемых механических свойств металла шва и зоны термического влияния, прогноз размеров сварного шва.

Немногочисленный, но важный класс CAE-программ ориентирован на высококвалифицированных пользователей – аналитиков – и позволяет решать комплексные задачи (численное моделирование процессов тепло- и массопереноса, физико-химические реакции и металлургические процессы, анализ электрических полей).

Такие программы могут быть построены по модульному принципу, выделяя определенные виды сварки.

Примерами могут служить комплекс SPOTSIM, BUTTSIM, MAGSIM, LASIM, CUTSIM (ComHighTech – международный научно-образовательный центр «Компьютерные высокие технологии в соединении материалов», Россия, Тула); SysWeld (ESI Group, Франция); SOAR (Sandia Optimization and Analysis Routines for automated welding – национальная лаборатория Министерства энергетики США); SORPAS (Swantec, Дания); VirtualArc (ABB, Швеция).

На данном этапе развития компьютерных технологий стало доступным широкое применение не только стандартного программного обеспечения, но и целого ряда комплексных специализированных компьютерных программ.

Это позволит решить основные задачи сварочного производства, такие как оптимизация конструкции изделия, разработка технологии изготовления, подбор и совершенствование сварочных материалов, оформление технологической и конструкторской документации на изделие, а также решить проблему взаимосвязи различных подразделений предприятия, участвующих в изготовлении продукции.

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЯМЫХ ТРУБ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТИКОВ

В.Н. Тышкевич,

ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Наиболее совершенным процессом изготовления высокопрочных армированных труб является процесс непрерывной намотки нитей, жгутов, лент или тканей на оправки соответствующих форм. После получения необходимой толщины и структуры материала производится отверждение полимерного связующего и удаление оправки.

Труба после съема с оправки приобретает начальные отклонения поперечного сечения от правильной круговой формы. Деформирование стенки трубы обусловлено действием остаточных напряжений от усилий натяжения при намотке и неоднородностями структуры материала трубы. Внутреннее давление, действующее в трубе с начальными отклонениями формы поперечного сечения, стремится приблизить форму поперечного сечения к круговой.

Этот процесс сопровождается появлением дополнительных изгибных напряжений в стенке трубы, которые могут оказаться больше номинальных.

Задача изгиба криволинейных труб из армированных пластиков с учетом влияния неправильностей формы поперечного сечения (манометрический эффект) исследована в работах [1-3].

Для прямой трубы с начальными отклонениями формы поперечного сечения, изготовленной из однородного изотропного материала, задача определения дополнительных изгибных напряжений решена в [4].

Рассмотрим трубу из ортотропного слоистого материала с произвольными малыми начальными отклонениями формы поперечного сечения от круговой (рис. 1).

В полярной системе координат срединная линия поперечного сечения

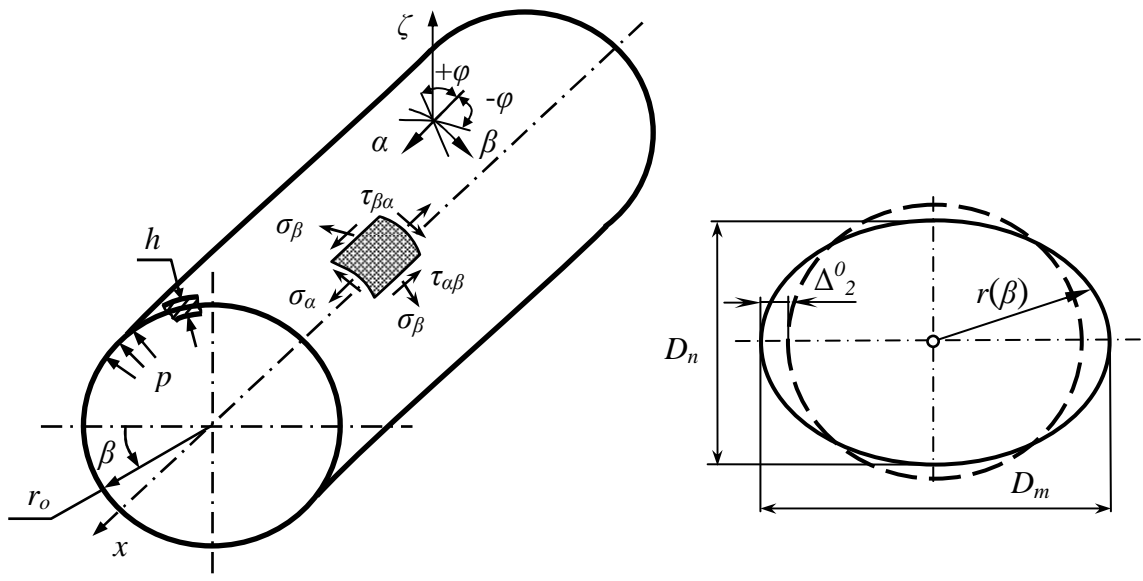


Рис. 1. Прямая труба с начальной эллиптичностью поперечного сечения

трубы определяется зависимостью

$$r = r(\beta) \text{ при } 0 \leq \beta \leq 2\pi:$$

$r = r_0 + \Phi(\beta)$, где $\Phi(\beta)$ - функция начальных отклонений формы поперечного сечения трубы от круговой.

Функцию $\Phi(\beta)$ определяют на основе экспериментальных данных; она может быть представлена в виде ряда Фурье[4].

В частном случае эллиптической формы отклонения поперечного сечения от круговой можно принять

$$r(\beta) = r_0 + \Delta_2^0 \cos 2\beta, \text{ где } \Delta_2^0 = (D_m - D_n)/4 \text{ (рис. 1).}$$

Поскольку при образовании отклонений формы средний радиус сечения уменьшается, примем, что функция начальных радиальных отклонений имеет вид

$$w^0 = \Delta_0 + \sum_{n=2}^{\infty} (\Delta_{1n} \cos n\beta + \Delta_{2n} \sin n\beta).$$

Принимая условие нерастяжимости в окружном направлении, т.е. считая, что функции радиальных и окружных перемещений точек срединной поверхности w и v обращают в ноль линейную составляющую окружной деформации и учитывая условие периодичности функции v , получим

$$v^0 = -\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n} (\Delta_{1n} \sin n\beta - \Delta_{2n} \cos n\beta).$$

Значение Δ_0 определяется из условия нерастяжимости с учетом нелинейных слагаемых[4]:

$$\Delta_0 = -\frac{1}{4r} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{n^2 - 1}{n} \right)^2 (\Delta_{1n}^2 + \Delta_{2n}^2).$$

Таким образом, по функции отклонений формы $\Phi(\beta)$ могут быть определены все параметры начального деформированного состояния трубы.

При нагружении трубы внутренним давлением форма ее поперечного сечения изменяется. Функции полных отклонений срединной поверхности от идеальной круговой формы запишем в виде[4]:

$$\bar{w} = w_0 + \sum_{n=2}^{\infty} (\bar{w}_{1n} \cos n\beta + \bar{w}_{2n} \sin n\beta);$$

$$\bar{v} = -\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n} (\bar{w}_{1n} \sin n\beta - \bar{w}_{2n} \cos n\beta);$$

$$w_0 = -\frac{1}{4r} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{n^2 - 1}{n} \right)^2 (\bar{w}_{1n}^2 + \bar{w}_{2n}^2).$$

Окружная деформация в точке поперечного сечения, находящейся на расстоянии ζ от срединной поверхности:

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{\zeta}{r^2} \sum_{n=2}^{\infty} (n^2 - 1) (w_{1n} \cos n\beta + w_{2n} \sin n\beta),$$

где $w_{jn} = \bar{w}_{jn} - \Delta_{jn}, j = 1, 2.$

В соответствии с принципом минимума потенциальной энергии получим [4]:

$$\delta \left[\frac{\pi D_{\beta}}{2r^3} \sum_{n=2}^{\infty} (n^2 - 1)^2 w_{jn}^2 - \frac{p\pi}{2} \sum_{n=2}^{\infty} (n^3 - 1) (\Delta_{jn}^2 - \bar{w}_{jn}^2) \right] = 0,$$

где D_{β} – цилиндрическая жёсткость трубы, которая для однородного ортотропного материала вычисляется по формуле:

$$D_{\beta} = E_{\beta} h^3 / [12(1 - \nu_{\alpha\beta} \nu_{\beta\alpha})],$$

для слоистого ортотропного материала с симметричным расположением слоёв относительно срединной линии:

$$D_{\beta} = \frac{2}{3} \sum_{i=1}^{k/2} B_{22}^i (\zeta_i^3 - \zeta_{i-1}^3).$$

Упругие характеристики слоистого материала E_{β} , $\nu_{\alpha\beta}, \nu_{\beta\alpha}$, B_{22}^i определяются по характеристикам углов армирования $\pm\varphi_i$ каждого i -го слоя с толщиной h_i ; по соотношениям, например [3].

Вычисляя

$$\partial(U + W) / \partial w_{jn} = 0,$$

получим:

$$w_{jn} = \bar{w}_{jn} - \Delta_{jn} = - \frac{3\bar{p}}{n^2 - 1 + 3\bar{p}} \Delta_{jn},$$

где $j = 1, 2$; $\bar{p} = pr^3 / (3D_{\beta})$ - параметр давления, равный отношению действующего давления к критическому внешнему давлению.

Дополнительные напряжения, связанные с изгибом стенки трубы, вычисляем из физических соотношений:

$$\sigma_{\beta n} = \varepsilon_{\beta} E_{\beta} / (1 - \nu_{\alpha\beta} \nu_{\beta\alpha}); \quad \sigma_{\alpha n} = \nu_{\beta\alpha} \sigma_{\beta n}.$$

Для оценки прочности трубы к изгибным напряжениям добавим номинальные от внутреннего давления:

$$\sigma_{\beta 0} = pr/h; \quad \sigma_{\alpha n} = pr/2h$$

и получим формулы для вычисления полных напряжений в трубе с начальными отклонениями формы поперечного сечения:

$$\sigma_{\beta} = \frac{pr}{h} \left[1 + 12 \frac{\zeta}{h} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{n^2 - 1}{n^2 - 1 + 3\bar{p}} \left(\frac{\Delta_{1n}}{h} \cos n\beta + \frac{\Delta_{2n}}{h} \sin n\beta \right) \right];$$

$$\sigma_{\alpha} = \frac{pr}{2h} \left[1 + 24\nu_{\beta\alpha} \frac{\zeta}{h} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{n^2 - 1}{n^2 - 1 + 3\bar{p}} \left(\frac{\Delta_{1n}}{h} \cos n\beta + \frac{\Delta_{2n}}{h} \sin n\beta \right) \right],$$

$$(-h/2 \leq \zeta \leq h/2).$$

Предполагая наличие только эллиптичности сечения

$$r(\beta) = r_0 + \Delta_2^0 \cos 2\beta,$$

из формул для напряжений на наружной поверхности трубы ($\zeta = h/2$),

получим:

$$\sigma_{\beta} \Big|_{\varphi=h/2} = \frac{pr}{h} \left(1 + \frac{6}{1+\bar{p}} \frac{\Delta_2^0}{h} \cos 2\beta \right); \sigma_{\alpha} \Big|_{\varphi=h/2} = \frac{pr}{2h} \left(1 + \frac{12\nu_{\beta\alpha}}{1+\bar{p}} \frac{\Delta_2^0}{h} \cos 2\beta \right).$$

Литература

1. Багмутов В.П., Тышкевич В.Н., Светличная В.Б. Несущая способность криволинейных труб из армированных пластиков при статическом нагружении // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2004. № 4. С. 71 - 73
2. Тышкевич В. Н. Изготовление и расчёт криволинейных труб из армированных пластиков // Авиационная промышленность. 2010. №4. С. 40-43
3. Багмутов В.П., Тышкевич В.Н., Светличная В.Б. Расчет и рациональное проектирование криволинейных труб из армированных пластиков: монография. Волгоград: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2008. 158 с.
4. Стасенко И.В. Расчет трубопроводов на ползучесть. М.: Машиностроение, 1986. 256 с.

ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В АВТОБУСОСТРОЕНИИ

*Г. В. Фрицлер, директор ООО «ВАП «Волжанин»,
А. В. Авилов, к.т.н., доцент ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,
Д. С. Трусова, магистр ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ*

Применение пластмасс (пластиков) в конструкции автомобилей приобретает все более широкие масштабы. Это объясняется тем, что по ряду показателей пластики значительно превосходят традиционные материалы, используемые при изготовлении автомобиля. Значительное внедрение пластмасс в изготовление автобусов обусловлено следующими факторами:

- 1) автобус становится легче, а это означает, что снижается расход топлива;
- 2) открывается возможность для новых конструктивных решений;
- 3) применение пластиков помогает не только отказаться от дорогостоящих цветных металлов и нержавеющей сталей, но и сократить энерго- и трудозатраты в процессе производства, а значит, снизить стоимость автобуса;

- 4) повышение долговечности и эксплуатационных характеристик;

В таблице 1 представлены рекомендации по выбору полимерных материалов для изготовления основных узлов и деталей автомобиля.

Данная работа посвящена исследованию обрабатываемости резанием подгруппы «стеклопластики». На обрабатываемость стеклопластиков резанием оказывают влияние многочисленные факторы: тип наполнителя и

связующего, метод изготовления стеклопластиков, ориентация волокна и др. Поэтому дать единую классификацию стеклопластиков невозможно. Ниже приводятся основные виды классификаций стеклопластиков.

Классификация стеклопластиков по типу стекловолокна. По химическому составу различают три основных типа стекол, применяемых в производстве стеклопластиков: алюмомагнезиальное (щелочное), алюмоборосиликатное (бесщелочное), кремнеземное.

Стекловолоконно щелочного состава обладает большой гигроскопичностью. Под влиянием влаги на поверхности волокна щелочного состава образуется свободная щелочь, которая, проникая в поверхностные трещины, усиливает процесс разрушения волокна и приводит к снижению его прочности. Незащищенное стекловолоконно бесщелочного состава при длительном нахождении во влажной среде также теряет свою прочность (до 40%), однако при высыхании стекловолокна прочность его восстанавливается. Изделия же из стеклопластиков под действием влаги сохраняют свою прочность длительное время.

Для изготовления стеклопластиков с повышенными теплофизическими свойствами начинает широко применяться кремнеземное волокно, получаемое из щелочного или бесщелочного стекла путем его обработки смесью соляной и серной кислот. За исключением кремнезема, остальные компоненты, входящие в состав стекла, под действием кислот растворяются.

На основании вышеизложенного марки стеклопластиков по типу стекловолокна можно разделить на две группы: 1) стеклопластики на основе алюмоборосиликатного стекловолокна АГ-4 С, 27-63 С, 33 18 С, СК-9Ф, ВФТ, ЭФ32-301, ПН-1, ЭФБ-П, ЭФБ-Н; 2) стеклопластики на основе кремнеземного стекла (примерно 98% $8Ю_2$) П- 5-2, РТП, ТЗ-9Ф.

Классификация стеклопластиков по ориентации стекловолокна. В качестве наполнителя в производстве стеклопластиков непосредственно стекловолоконно используется очень редко.

По видам ориентации стекловолокна стеклопластики можно классифицировать по группам:

1) анизотропные стеклопластики – стеклопластики с однонаправленным расположением волокон: 27-63 С, АГ-4 С, 33-18 С;

2) стеклотекстолиты – стеклопластики с взаимно перпендикулярным расположением волокон: СК-9Ф, ВФТ, ФН, ЭФ-32-301, ПН- 1, ЭФБ-П;

3) изотропные стеклопластики – стеклопластики с неориентированным расположением волокон: АГ-4 В, П-5-2, РТП.

Таблица 1

Группы узлов и деталей автомобилей	ПЭНД	ПЭВД	Полипропилен	Полистиролы АБС - пластики	термопласты армированные стекловолокном	Стеклопластики	Полиуретаны	Полифениленокси ды	Полиамиды	Полиформальдеги ды	Поликарбонаты	Фенопласты	Акрилаты	Полиэтиленрефта лаг	Лавсан
Детали внешней облицовки															
Детали пассивной защиты															
Амортизационные детали															
Емкостные детали для хранения жидкостей															
Детали зацепления и ременных передач															
Детали узлов трения															
Детали электроизоляционного назначения															
Детали систем питания															
Детали общего назначения															
Крупногабаритные детали кузовов															
Корпусные детали															
Рабочие органы насосов, компрессоров.															
Светотехнические детали															
Детали информационного назначения															
Детали внутренней отделки															
Детали теплошумоизоляции															

Классификация стеклопластиков по типу связующего. Связующее представляет собой композицию синтетических смол, включающих различные добавки (инициатор, ускоритель, катализатор и др.). Основными требованиями, предъявляемыми к связующим, являются хорошая смачивающая способность и адгезия связующего к стекловолокну, которые обеспечивают склеивание отдельных нитей и слоев и одновременность их нагружения в стеклопластиках.

На механическую прочность стеклопластиков большое влияние оказывают усадка связующего, его механические свойства, термо-, водо- и атмосферостойкость и другие свойства.

Классификация стеклопластиков по связующим несколько условна, так как связующие некоторых стеклопластиков содержат смолы, относящиеся к различным группам. Тем не менее, при данной классификации имеем группы:

- 1) стеклопластики на основе эпоксидных смол и модифицированных эпоксидных смол: ЭДП-10П, ЭФБ-П, ЭФБ-Н;
- 2) стеклопластики на основе полиэфирной смолы - ПН-1;
- 3) стеклопластики на основе фенольно-формальдегидных смол и модифицированных фенольно-формальдегидных смол: П-5-2, ВФТ, АГ-4В;
- 4) стеклопластики на основе кремнийорганических смол и модифицированных кремнийорганических смол: РТП, ТЗ-9Ф, СК-9Ф.

Тип связующего также определяет такую важную характеристику материала, как его термостойкость. Основная масса стеклопластиков может долго работать при температурах 130 – 150 °С и кратковременно – до 250 °С. Стеклопластики на основе эпоксидных смол работают при температурах до 200 °С, а на основе кремнийорганических связующих – до 370 °С.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНТЕЗА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО ВОЗМУЩЕНИЮ

*С. В. Чурсина (студентка ВолгГТУ), П. Е. Позднякова (студентка ВолгГТУ),
В. С. Сорокин (студент ВолгГТУ)*

Качество конструкторских разработок на начальной стадии проектирования в значительной степени определяет качество будущей системы автоматического регулирования.

Целью данной работы является повышение эффективности труда конструкторов, занимающихся разработкой систем автоматического регулирования, за счет более четкого понимания процессов, протекающих в технической системе, регулирование которых осуществляется.

Для достижения поставленной цели необходимо разработать метод построения систем автоматического регулирования на основе использования системного подхода.

В рамках поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Провести анализ систем автоматического регулирования и методов синтеза технических систем.
2. Разработать алгоритм синтеза систем автоматического регулирования по возмущению.
3. Осуществить апробацию алгоритма в процессе проектирования системы автоматического регулирования на примере преобразователей энергии с газообразным рабочим телом.

Анализ публикаций показал, что в настоящее время при разработке сложных технических систем наиболее эффективным является использование методов, основанных на построении модели физического принципа действия, позволяющих абстрагироваться от конкретной реализации и представить техническую систему в виде совокупности элементов и их взаимодействий друг с другом.

Среди методов построения модели ФПД наиболее перспективным является инженерно-физический метод поискового конструирования преобразователей энергии. Он позволяет не только наглядно отобразить функциональные элементы технической системы и взаимодействие между ними, но и учесть временные характеристики протекающего процесса.

На основе модели физического принципа действия, положенной в основу инженерно-физического метода синтеза технических решений преобразователей энергии, разработан алгоритм синтеза систем автоматического регулирования по возмущению.

Данный алгоритм предназначен для разработки технических решений систем автоматического регулирования путем формирования множества альтернативных вариантов исполнения, из которых выбираются наиболее перспективные.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗАО "ТРУБНЫЙ ЗАВОД "ПРОФИЛЬ-АКРАС" ИМ. МАКАРОВА В. В."

Стиридонова Д. В. , Синьков А. В., ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется влиянием на организм человека температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 [2] и СанПиН 2.2.4.548-96 [3].

В 2011 году лабораторией промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета (далее лаборатория) был исследован микроклимат производственных помещений ЗАО Трубный завод «Профиль –Акрас» им. В.В. Макарова с целью производственного контроля. Измерения проводились на стационарных рабочих местах в помещениях и на территориях производственных предприятий, а также в кабинах автомобилей.

Лаборатория аккредитована в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий, а также требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 на техническую компетентность и независимость и зарегистрированной в Государственном реестре под № РОСС RU.0001.513351.

Основные параметрами микроклимата, которые исследовались:

1. Температура воздуха.
2. Влажность воздуха.
3. Скорость движения воздуха.

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5 °С, в теплый период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5 °С. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

При выборе времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочего места (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления). Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3-х раз в смену (в начале, середине и в конце).

При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих с учетом продолжительности их воздействия.

Измерения следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них. При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т.д.) измерения следует проводить на каждом рабочем месте в точках, минимально и максимально удаленных от источников термического воздействия.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны распределяться равномерно по площади помещения. При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, относительную влажность воздуха - на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,5 м. При наличии источников лучистого тепла тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку. Измерения следует проводить на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

Температуру поверхностей следует измерять в случаях, когда рабочие места удалены от них на расстояние не более двух метров. Температура каждой

поверхности измеряется аналогично измерению температуры воздуха. Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут использоваться также приборы, позволяющие отдельно измерять температуру и влажность воздуха.

Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия (крыльчатые, чашечные и др.). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоэлектроданемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами при защищенности их от теплового излучения.

Температуру поверхностей следует измерять контактными приборами (типа электротермометров) или дистанционными (пирометры и др.).

По результатам исследования необходимо составить протокол, в котором должны быть отражены общие сведения о производственном объекте, размещении технологического и санитарно-технического оборудования, источниках тепловыделения, охлаждения и влаговыведения, приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные.

В заключение протокола должна быть дана оценка результатов выполненных измерений на соответствие нормативным требованиям.

Использованная литература:

1. МУК 4.3.2756-10 «Методы контроля, физические факторы».
2. ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".
3. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ШУМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗАО "ТРУБНЫЙ ЗАВОД "ПРОФИЛЬ-АКРАС" ИМ. МАКАРОВА В. В."

А. В. Кудряшова, А. В. Синьков, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Шум в окружающей среде оказывает на человека не меньшее влияние, чем разрушение озонового слоя или кислотные дожди. Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, мощного и высокоскоростного оборудования, использование многочисленных и быстроходных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применение разнообразных бытовых приборов – все это привело к тому, что человек на работе, в быту, на отдыхе, при передвижении подвергается многократному воздействию вредного шума.

Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывает раздражение, утомление, агрессивность и пр. Заболевания, связанные с

воздействием шума и вибрации, занимают первые места среди всех профессиональных болезней.

Измерение уровня шума является обязательным при производстве, строительстве зданий и сооружений и других видов деятельности. Измерение уровней шума на территории предприятия имеет основное значение при разработке мероприятий по созданию комфортных условий производственного процесса.

От выявленной ситуации в результате измерения шума зависит объем принимаемых мероприятий: архитектурно-планировочные методы борьбы с шумом, строительно-акустические, санитарно-технические методы борьбы с шумом и др.

Шумом называют любые, независимо от происхождения, сочетания звуков, неадекватные обстановке, мешающие восприятию полезных сигналов, отдыху, работе; звуки, оказывающие вредное или раздражающее действие.

Уровень шума измеряется в дБ - относительной единице, показывающей во сколько раз один звук громче другого.

С целью гигиенической оценки шума, т.е. сравнения действующего шума с санитарными нормами, проводятся измерения на рабочих местах.

В соответствии со стандартом ГОСТ 12.1.050-86 /1/ и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 /2/ на рабочих местах нормируются следующие величины:

- уровень звука, дБА, и октавные урени звукового давления, дБ, – для постоянного шума;
- эквивалентный уровень звука, дБА, и максимальный уровень звука, дБА_I, – для импульсивного шума;
- эквивалентный и максимальный уровни, дБА, - для прерывистого шума.

В 2011 году лабораторией промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета аккредитованной в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий, а также требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 на техническую компетентность и независимость и зарегистрированной в Государственном реестре под № РОСС RU.0001.513351, были проведены работы по инструментальному измерению шума на рабочих местах с целью производственного контроля в организации ЗАО "Трубный завод "Профиль-Акрас" им. Макарова В. В."

Измерения проводились в соответствии с методикой проведения измерений, изложенной в стандарте ГОСТ 12.1.050-86 /1/ на стационарных рабочих местах в помещениях и на территориях производственных предприятий. Для проведения измерений на рабочем месте водителя автомобиля используется методика, изложенная в документе: «Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей № 4616-88».

Уровни звука измеряют шумомерами 1-ого или 2-го класса точности по ГОСТ 17187-81.

Точки измерений на рабочих местах (рабочих зонах) выбирают на удалении не более 20 м друг от друга на расстоянии 2 м от стен здания: при различии уровня звука в двух смежных точках более 5 дБА выбирают промежуточную точку.

Если работа выполняется стоя, то микрофон располагается на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки, если сидя – на уровне уха сидящего человека.

В каждой точке измерений делают не менее трех отсчетов. Микрофон должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

Измерения на непостоянных рабочих местах проводились не менее чем в трех равномерно распределенных точках рабочей зоны. Уровень фонового шума должен быть на 10 дБ (дБА) ниже уровня измеряемого сигнала.

Шум автомобилей нормировался в зависимости от их назначения, массы, мощности двигателя. Для машин в качестве нормируемой характеристики принят скорректированный уровень звуковой мощности L_{WA} :

$$L_{WA} = L_A + 10 \lg \frac{S}{S_0},$$

где L_A - уровень звука, S – площадь измерительной поверхности, находящийся на расстоянии R от центра машины до расчетной точки.

Измерительная поверхность представляет собой полусферу. Радиус полусферы зависит от базисной длины машины. Базисная длина – это длина машины без ее вспомогательных механизмов.

Измеренные октавные уровни звукового давления вследствие погрешностей, вносимых измерительными трактами, и влияния шумовых помех нуждаются в корректировке, которая производится в процессе обработки результатов измерений. Поправки вносятся на:

- неравномерность частотной характеристики шумоизмерительного тракта;
- наличие шумовых помех (при оценке шума одиночной машины).

Результаты измерения представляют в форме протокола, в котором должны быть приведены следующие сведения:

- 1) место проведения измерений;
- 2) средства измерений и аппаратура;
- 3) сведения о государственной поверке;
- 4) нормативно-техническая документация, в соответствии с которой проводились измерения;
- 5) основные источники шума;
- 6) время, в течение которого проводилось измерение;
- 7) эскиз помещения с нанесением источников шума и указанием стрелками мест установки ориентации микрофонов;
- 8) организация, проводившая измерения;
- 9) Ф.И.О. ответственного за проведение измерений;
- 10) Результаты измерения.

Перечень используемой литературы.

1. ГОСТ 12.1.050-86 «Методы измерения шума на рабочих местах».
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
3. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ НА АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ

О.Г. Сайгина, И.Н. Сайгин, В.А. Носенко, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Одним из основных направлений развития технологии машиностроения является расширение областей применения автоматизации производства. В сложившихся экономических условиях для наиболее полного удовлетворения спроса предприятия вынуждены расширять номенклатуру производимой продукции. У ОАО «Волжский подшипниковый завод» имеется опыт создания многономенклатурных линий (модели Л-309 и Л-324), на которых обрабатываются детали нескольких наименований – как одиночные, так и спаренные заготовки («башенные» поковки) колец подшипников. Штамповка кольцевых поковок на четырехпозиционном горячештамповочном автомате включает следующие переходы (предварительно заготовку нагревают до температуры $(1100+50)$ °С в индивидуальной нагревательной установке проходного типа):

- 1) отрезку мерной заготовки от нагретой части исходного прутка отрезным штампом, установленным на нулевой позиции прессы;
- 2) осадку отрезанной заготовки на первой позиции штампа, установленного на прессе;
- 3) предварительную формовку полуфабриката на второй позиции штампа;
- 4) окончательную формовку полуфабриката на третьей позиции штампа;
- 5) пробивку отверстия донной части поковки и разделение поковки на заготовки колец при штамповке «башенной» поковки.

Процесс производства заготовок колец подшипников на автоматических линиях не является совершенным, существуют пути для его дальнейшей оптимизации.

Так, постепенно идет отказ от производства заготовок колец подшипников из трубной заготовки, которая экономически менее выгодна, чем прокат. Также продолжается поиск оптимальных показателей производства на различном автоматическом оборудовании. Линия Л-324 была введена в эксплуатацию на ОАО «ВПЗ-15» около 10 лет назад.

За это время было освоено не только производство заготовок новых типов подшипников, но и рассматривался перевод производства спаренных заготовок некоторых типов подшипников с более габаритной и энергоемкой линии Л-309 на линию Л-324. Главными условиями перевода являются:

- 1) диаметр заготовки «башенной» поковки должен находиться в пределах от 30 до 45 мм (по паспортным данным Л-324);
- 2) усилие штамповки не должно превышать предельного усилия прессы линии Л-324, равного 8000 кН.

Так, в настоящее время уже осуществлен перевод производства для следующих типов: 7307А, 7606А, 7607А, 7807А. Проект перевода подшипника 7805А дает следующие экономические эффекты:

- снижение стоимости штампового инструмента на 20-25%;
- снижение стоимости постоянного инструмента на 10-15%;
- снижение энергетических затрат на 5-10%;
- уменьшение занимаемой производственной площади.

Кроме того, производство спаренных заготовок колец одного типоразмера не всегда эффективно, т.к. зачастую не выполняется условие

$$d_n \geq 1,06D'_B,$$

где d_n – наружный диаметр внутреннего кольца подшипника;

D'_B – внутренний диаметр наружного кольца подшипника.

Невыполнение этого условия ведет к увеличенным расходам металла, а также усложняет проектирование переходов штамповки.

Для соблюдения приведенного соотношения можно выполнять штамповку заготовок наружного и внутреннего колец подшипников разных типоразмеров.

Например, можно штамповать заготовку следующего сочетания: внутреннее кольцо 7805А, наружное кольцо 7909А.

Такое исполнение возможно из заготовки круга диаметром 43,2 мм (выбираем из стандартного ряда круг диаметром 45 мм) при полном усилии прессы 5555,4 кН, что удовлетворяет условиям штамповки на линии Л-324. Приведенный вариант является лишь примером комбинирования при кузнечнопрессовом производстве «башенных» поковок. Возможны и другие, более эффективные сочетания, поиск которых осуществляется как в теории, так и на практике (непосредственно в условиях производства).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР В РАСЧЕТАХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ ГИДРОМАШИН

Н.А. Журкин, студент группы ВТМ-421

ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,

А.В. Саразов ст. преп. каф. ВКМ

ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

В последние годы всё шире используются системы автоматизированного проектирования (САПР). Они предоставляют широкие графические возможности, а также позволяют проводить различные типы расчётов. Также к преимуществам САПР относятся: сокращение времени, повышение точности и качества выполнения конструкторской документации, расчётов и анализа проектирования.

Прочностной анализ в САПР основан на методе конечных элементов. Использование данного метода позволяет проводить точные расчёты деталей и узлов любой сложности на стадии проектирования, при этом во многих случаях не требуется создавать опытные образцы и проводить их испытания. Также метод конечных элементов широко используется в других областях механики сплошных сред [2,3].

С появлением новых материалов и технологий появляется необходимость дополнительного исследования деталей и узлов с целью улучшения их характеристик, а также снижения стоимости.

В качестве примера предполагается произвести расчёт ведущего винта трёхвинтового насоса 3В 40/63-ГТ-ВМ, входящего в состав маслonaпорных установок систем регулирования гидротурбин гидроэлектростанций.

Ведущий винт является одной из наиболее нагруженных деталей насоса и имеет сложную форму. Профили нарезки винта очерчены по циклоидальным кривым. В

теле винта вдоль его оси высверлено отверстие, соединённое с камерой нагнетания. Через него масло подводится к опоре винта. Ведущий винт входит в зацепление с двумя ведомыми, замыкающими, винтами, образуя несколько замкнутых полостей между нарезками. В процессе работы насоса масло, заполняющее эти полости, перемещается вдоль оси винта от камеры всасывания к камере нагнетания [4]. Ведущий винт изображён на рисунке 1, на рисунке 2 показана схема установки винта в насосе.

Данная работа проводится в рамках студенческого конструкторского бюро Волжского политехнического института, занимающегося изучением возобновляемых источников энергии, моделированием узлов и деталей оборудования энергетической отрасли [5].

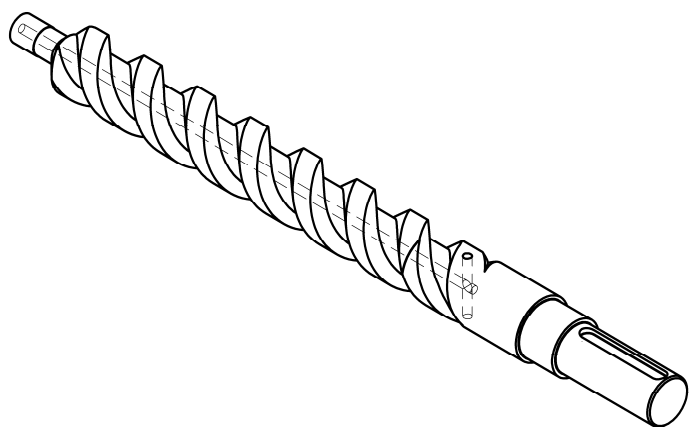


Рис. 1. Ведущий винт трёхвинтового насоса

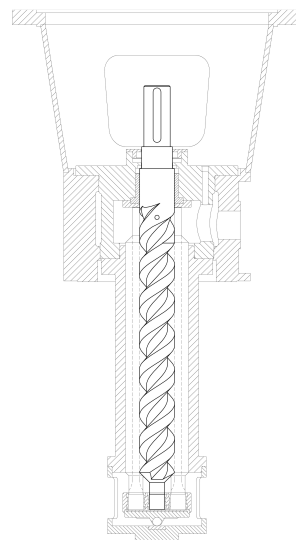


Рис. 2. Схема установки винта в насосе

В ходе работы, используя различные типы САПР, предполагается: исходя из условий работы насоса и свойств перекачиваемой жидкости, определить силы, действующие на ведущий винт; учитывая особенности геометрии винта разработать расчётную модель; произвести прочностной анализ детали; произвести проверочный расчёт.

Полученные результаты позволят: определить возможность замены материала на более экономичный и технологичный с сохранением механических свойств и коррозионной стойкости; определить влияние геометрических параметров винта на технические характеристики насоса, а также установить возможность изменения этих параметров и их оптимальные значения; выявить дополнительные способы разгрузки винта; определить необходимость и возможность дополнительного упрочнения опорных поверхностей винта, винтовых поверхностей, а также поверхностей соприкасающейся с полостью обоймы, в которой установлен винт с целью снижения трения, повышения прочности и использования более экономичного материала винта.

Адаптировать методику прочностного анализа элементов винтовых гидромашин с учётом особенностей их конструкции и работы к использованию САПР.

Таким образом, на основании полученных результатов (характеристик) будет определена возможность модернизации элементов трёхвинтового насоса, а также получен опыт проведения расчёта и анализа подобных гидромашин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биргер И.А. Расчёт на прочность деталей машин: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
2. Норри Д., де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 304 с.
3. Коннор Дж., Бреббиа К. Метод конечных элементов в механике жидкости. Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1979. – 264 с.
4. Башта Т.М. Объёмные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. – М.: «Машиностроение», 1974. – 606 с.
5. В. Ф. Каблов, С. А. Мальцев, В. Е. Костин, А. В. Саразов. Экология и энергетика – решение проблем в использовании возобновляемых источников энергии, «Энергоэффективность Волгоградской области», 2007 №2, с.40-42.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

*А.П. Кабаков, ООО «Научно-техническая корпорация»,
В.Е. Костин, доцент ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,
Е.П. Бойцов, студент ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ*

Утилизация отходов животноводства является актуальной проблемой сельскохозяйственной отрасли. Одним из наиболее рациональных путей утилизации навоза, отходов растительного происхождения и других биологических отходов является анаэробное метановое сбраживание. Продукты процесса метанового сбраживания: биогаз и перебродившая полужидкая масса представляют ценность как газообразное топливо и эффективное органическое удобрение.

Навоз, как известно, представляет собой сплошную полидисперсную многофазную систему, в которой объединены твёрдые, жидкие и газообразные вещества. Бесподстилочный навоз однороден по составу. Средний размер частиц чистого навоза КРС обычно составляет менее 3 мм, но в него попадет много крупных включений, в основном остатки корма, поэтому для улучшения однородности исходного субстрата (навоза с остатками корма) предлагается подвергать его тонкому измельчению перед анаэробным сбраживанием в метантанке.

Измельчением называется процесс разделения твердых тел на части механическим путем, т.е. приложением внешних сил, превосходящих силы молекулярного сцепления. Измельчение играет важную роль в эффективности протекания процесса метанового сбраживания. Чем мельче частица, тем больше поверхность, доступная для микроорганизмов, участвующих в данном процессе. Учитывая высокое влагосодержание исходного субстрата для измельчения необходимо использование так называемого мокрого процесса, или мокрого помола.

Для реализации такого процесса применяются различные по конструкции коллоидные мельницы, диспергаторы, дезинтеграторы, ультразвуковые, электроимпульсные, кавитационные и другие типы измельчителей. Наиболее перспективными способами тонкого измельчения представляются процессы под воздействием кавитации. По данным компании Zorg Biogas [1] под воздействием кавитации, в биологическом сырье разрушаются сложные связи волокон органических веществ на молекулярном уровне (лигнин, целлюлоза). Как следствие этого процесса дисперсность биологического сырья значительно увеличивается, и его частицы уменьшаются в размерах до 0,1-8 мкм. Таким образом, всем штаммам бактерий, участвующих в процессе образования биогаза, на всех его этапах, становится легче разлагать биогенные материалы, т.к. их однородная структура разрушена, и соответственно увеличивается площадь покрытия бактериями биологического сырья.

Высокая степень измельчения и гомогенизации сырья, как следствие увеличение количества частиц на поверхности позволяет увеличить и интенсифицировать производство биогаза на 30-50% [1].

В технологической схеме комплекса оборудования биогазовой установки кавитационный деструктор биомассы устанавливается между резервуаром предварительного накопления биомассы и метантенком.

Сотрудниками ООО «Научно-техническая корпорация» (г. Волгоград) разработана оригинальная конструкция гидродинамического кавитационного измельчителя, основным отличием которого от существующих аналогов является обеспечение высокой скорости потока с устойчивым кавитационным режимом. Помимо тонкого измельчения исходного субстрата разработанный измельчитель должен обеспечивать нагрев субстрата до температуры, оптимальной для режимов метанового сбраживания. При включении кавитационного измельчителя в схему биогазовой установки позволит не только увеличить поверхностную площадь частиц субстрата, но и обеспечить оптимальную температуру с целью исключения поступления свежей порции субстрата в метантенк с более низкой температурой, чем температура сбраживания.

В настоящее время изготовлен опытный образец кавитационного измельчителя, совместно с сотрудниками ВПИ (филиал) ВолгГТУ разработан испытательный стенд с частотным регулированием электродвигателя привода измельчителя для определения его технических характеристик, согласована программа испытаний.

Список используемой литературы

1. Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология» Увеличение выхода биогаза с помощью кавитационных деструкторов биомассы. Дата публикации: 24.12.08 <http://www.cbio.ru/v5/modules/news/article.php?storyid=3309>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОТРАНСПОРТА

Е. А. Кострюкова, студентка группы ВТС-231 ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,

А.В. Саразов, ст. преп. каф. ВКМ ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды. Из 35 млн. т вредных выбросов 89% приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. Кроме того, транспорт является одним из основных источников шума в городах и вносит значительный вклад в тепловое загрязнение окружающей среды.

Выбросы от автомобильного транспорта в России составляют около 22 млн. т в год. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований вредных веществ, в т.ч. канцерогенных. Нефтепродукты, продукты износа шин и тормозных колодок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы и водные объекты.

Постоянный рост количества автомобилей оказывает определенное отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Миллионы автомобильных двигателей загрязняют и отравляют атмосферу отработавшими газами, особенно в крупных городах, где движение транспорта очень интенсивно. Шум от работы двигателей и движения автомобилей оказывает раздражающее воздействие на нервную систему людей. Движущийся с высокой скоростью автомобиль представляет опасность для жизни людей, находящихся как на дороге и вблизи ее, так и в самих автомобилях. Все эти отрицательные воздействия автомобилей на людей и окружающую среду нельзя полностью исключить, но можно в значительной степени уменьшить.

При работе автомобильного двигателя в атмосферу выбрасываются газы, содержащие около 60 различных веществ, в том числе токсичные вещества: окись углерода, окислы азота, углеводороды и др., а при применении этилированных бензинов — соединения свинца. С целью уменьшения загрязнения атмосферы совершенствуются существующие двигатели внутреннего сгорания, разрабатываются новые типы таких двигателей, исследуется возможность замены на автомобилях двигателей внутреннего сгорания другими видами энергетических установок.

С экологической точки зрения водород – наиболее перспективное топливо для автомобилей. Технически идея выглядит просто. Емкость, в которой происходит обмен электронами между молекулами двух газов (водорода и кислорода), в результате чего выделяется энергия, а в качестве побочного продукта – вода. 1 кг водорода содержит в три раза больше энергии, чем бензин. Но все не так просто. Производство водорода, по количеству энергии эквивалентного литру бензина, обходится в 5 долларов, водород очень летуч (заправленный стоящий автомобиль с неработающим двигателем постоянно теряет топливо), взрывоопасен (нельзя хранить автомобиль в гараже или боксе), требует очень объемного топливного бака – небольшой пробег между заправками и т.д.

Электромобили значительно улучшат состояние окружающей среды. Электромобиль не потребляет углеродсодержащее топливо и не загрязняет воздух отработавшими газами, работает почти бесшумно, неогнеопасен и легко управляется. Недостатки, связанные с высокой стоимостью автомобиля, отсутствием инфраструктуры, небольшим пробегом между заправками, большей массой автомобиля, по сравнению с автомобилем с ДВС тормозят повсеместное использование электромобилей.

Как промежуточный и коммерчески оправданный вариант – гибридные двигатели, которые могут использоваться повсеместно уже сейчас. Сжиженный газ обладает всеми качествами полноценного топлива для двигателей внутреннего сгорания. Во всем мире он признан как дешевое, экологически чистое топливо, по многим свойствам превосходящее бензин. Немаловажно, что переоборудование «под газ» не требует изменения конструкции автомобиля, оставляя возможность использования как бензина, так и газомоторного топлива.

Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха также рекомендуют следующее: создание вдоль дорог полосы зеленых насаждений. Плотная зеленая стена лиственных деревьев с подростом и кустарником в нижнем ярусе изолирует транспортный коридор, дает дополнительную площадь озеленения, особенно полезную в городских и промышленных зонах.

Конечно, у этого метода есть и свои недостатки. Специалисты по безопасности движения считают, что однообразные стены вдоль дороги, хотя и зеленые, утомляют водителя, закрывают окрестности. За зелеными насаждениями нужен постоянный уход. У нас, зачастую, он не выполняется, и защитная полоса превращается в свалку мусора или дикий бурелом.

Основным источником шума в городах является автомобильный транспорт. Шум создается главным образом от выброса в атмосферу отработавших в двигателе газов и от взаимодействия шин с дорогой.

Список литературы:

- 1) Аргументы и факты: «Экологию курортов защитят от машин». – 13 мая 2009 г.
- 2) Экологические проблемы развития автомобильного транспорта. – М., 2003.
- 3) <http://kniga-avto.ru/k1/lava-1/4.html>
- 4) <http://www.deltaexpo.ru/content/view/180/35/>

СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ «ТЕПЛОКОМ» – СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ XXI ВЕКА

О.Н. Осадчая, ООО «Теплоком»

Компания «Теплоком» (ООО «Теплосберегающие конструкции и материалы») основана в 2008г в г. Волжском Волгоградской области. В настоящий момент предприятие динамично развивается, увеличивая и совершенствуя производственные мощности, и соответственно предлагая новые рабочие места для специалистов, желающих заниматься интересной, достойно оплачиваемой работой с возможностями карьерного роста. Основное направление деятельности предприятия – производство сэндвич-панелей и блок-модулей. Сэндвич-панели «Теплоком» - это огнестойкий современный материал, с применением которого в настоящее время найден качественно новый подход к строительству, позволяющий свести к минимуму затраты на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений различного назначения.



Поверхность панелей обладает свойствами, устойчивыми к коррозии; износостойкостью; устойчивостью к воздействию агрессивных сред и лучей направленного действия. С помощью этого

строительного материала можно возводить ограждающие конструкции стен и покрывающие конструкции кровли, создавать противопожарные перегородки.

История градостроительства связана с поиском новых материалов для возведения теплых, легких и прочных зданий. Долгое время основным материалом для строительства было дерево, затем камень, кирпич и бетон. Применение современной теплоизоляции позволяет уменьшить толщину стен из традиционных материалов, но что делать, если срок возведения объекта растягивается не на один год с соответственно возрастающей стоимостью строительства. Достойной альтернативой традиционного строительного материала стали сэндвич-панели. Современные технологии позволили в наши дни совместить престиж, красоту и долговечность этого строительного материала с его уникальными свойствами – звукопоглощение, влагостойкость, огнестойкость, способность безболезненно выдерживать перепады температуры и прочность конструкции. Технология производства панелей «Теплоком» на современном оборудовании и квалифицированные специалисты позволяют выпускать качественную и надежную продукцию с соблюдением всех требований эргономики.

Сэндвич-панели «Теплоком» – сложная монолитная композитная конструкция, где каждый ее элемент выполняет определенную ему функцию. Панель состоит из двух стальных листов с полимерным покрытием, между которыми вклеены ламели из утеплителя. Быстровозводимые здания не столько строят, сколько монтируют. Весь процесс заключается в сборке металлического каркаса, монтаже сэндвич-панелей, декоративных фасонных элементов, окон, дверей и ворот. Одним из несомненных достоинств сэндвич-панелей является их технологичность: поставка всех необходимых комплектующих для монтажа панелей практически сводит работу на стройплощадке к сборке панелей по принципу детского конструктора. Вы сразу получаете полностью готовые к монтажу изделия. Сэндвич-панели не требуют дополнительной отделки. Сам монтаж проходит быстро, просто и, практически, в любую погоду. Квалифицированная бригада монтажников за одну смену собирает от 300 до 500 м² панелей. Из-за небольшого веса панелей для монтажа не нужна тяжелая строительная техника, а облегченный фундамент значительно снижает затраты на капитальное строительство.

Мобильность и хорошие потребительские свойства современного строительного материала содействуют дальнейшему увеличению его использования в строительстве. Анализы показывают, что ежегодно прирост потребления сэндвич панелей составляет 30-40%. И сектор строительства зданий из сэндвич-панелей будет расти.

С применением сэндвич-панелей компания Теплоком изготавливает модульные здания заводской готовности – блок-модули. Область применения модульных зданий широка: станции технического обслуживания, офисные помещения, автомойки, бытовки и складские помещения, выставочные центры и торговые павильоны. Блок-модуль может использоваться и как самостоятельный объект. Быстровозводимые модульные здания и блок-модули не требуют дополнительной отделки, могут быть оборудованы системами вентиляции, отопления,



водопроводными и канализационными системами. Блок-модули поставляются с завода в собранном виде, готовыми к эксплуатации. Могут эксплуатироваться как внутри производственных помещений, в том числе с агрессивными средами, так и снаружи, в качестве отдельного объекта или пристройки. Применение сэндвич-панелей обеспечивает теплоизоляцию и долгий срок эксплуатации конструкции. Блок-модуль включает в себя полный набор элементов жизнеобеспечения, может быть укомплектован мебелью и компьютерной техникой, а так же специальным оборудованием. Компания «Теплоком» постоянно сотрудничает с такими предприятиями, как

- *Агропромышленная группа ЗАО «Агро Инвест»*
- *ОАО «Сибур-Волжский»*
- *ОАО «Волгоградский алюминиевый завод» (ВГАЗ)*
- *Волгоградский филиал ООО «Омсктехуглерод»*
- *АЗС «Лукойл»*
- *ОАО «ПО «Баррикады»*

Положительные результаты деятельности предприятия не случайны и во многом обусловлены высоким профессионализмом и работоспособностью сотрудников. Руководство компания заинтересовано в постоянном развитии персонала, существенное внимание уделяется стимулированию и поощрению кадров. Не остаются без внимания инициатива, предприимчивость и активная жизненная позиция сотрудников.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА В ИССЛЕДОВАНИЯХ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ

Суркаев А.Л., *Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И.,
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Электрический разряд, протекающий непосредственно в конденсированных диэлектрических средах, а также в виде электрического взрыва проводника (ЭВП), находит широкое применение в современных научных исследованиях при решении физико-технических задач, в технологических процессах машиностроения и в других областях индустрии для создания мощных импульсных воздействий на объект. Известно, что при ударных механических воздействиях происходят существенные изменения свойств и поведения самих конденсированных сред, как неорганических, так и органических. Разряд в плотных конденсированных средах

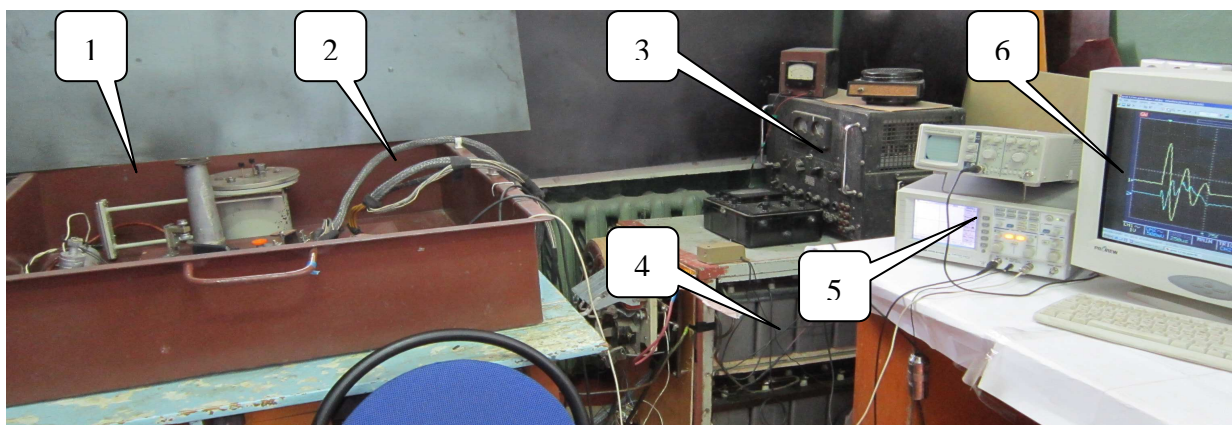


Рис. 1. Экспериментальная установка ИИС для исследования ЭВП:
1 – контейнер; 2 – токопроводящие кабели; 3 – высоковольтный трансформатор; 4 – конденсаторный накопитель; 5 – осциллограф; 6 – ПК

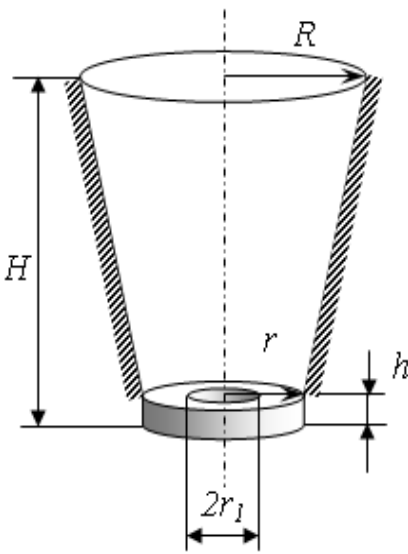
используется в промышленности как источник импульсных давлений, под воздействием которых обрабатываемые материалы могут подвергаться разрушению, формообразованию, изменению своих структурных свойств [1, 2].

Целью работы является разработка информационно-измерительной системы для исследования ударно-волновых возмущений электрического взрыва плоской кольцевой фольги в пространстве конусной геометрии с конденсированной средой.

В работе представлена единая информационно-измерительная система (ИИС) для научно-практических исследований электрических взрывов плоских кольцевых фольг в конденсированных средах (рис.1).

В представляемой математической модели оценки давления электрического взрыва плоской кольцевой фольги, считается, что последняя имеет малую толщину и незначительную разницу внешнего и внутреннего диаметров, и рассматривается в качестве инициатора электрического разряда. При этом не рассматриваются физические процессы, протекающие в металлической фазе. Также считается, что процесс протекания разряда является квазистатическим, т.е., время достижения максимального значения тока разряда намного больше времени прохождения звуковой волны вдоль камеры. Исходя из уравнения сохранения массы, уравнения состояния вещества в форме Тэта и уравнения баланса энергии разрядного контура, в работе представлена математическая модель оценки давления электрического

взрыва плоской кольцевой фольги в камере конусной геометрии (рис.2) с конденсированной средой. В ходе решения системы уравнений был получен параметр:



$$\tau = \frac{I}{AV'_0} \int I^2(t) R_c dt \quad (2.4)$$

$$\tau = \frac{\epsilon^2}{(\gamma-1)} \theta + \frac{(\gamma-2)}{(\gamma-1)} \left[\frac{\epsilon(1-\epsilon)^{-\alpha+1}}{(\alpha-1)} + \frac{1-(1-\epsilon)^{-\alpha+2}}{(\alpha-1)(\alpha-2)} - \frac{\epsilon^2}{2} \right]. \quad (2.5)$$

Выражение (2.5) позволяет определить параметр τ в зависимости от роста высоты кольца плазменного канала (рис. 2) при следующих начальных геометрических размерах фольги:

$$r_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}; R_1 = 12.5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

и высоты конуса

$$H_1 = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}; H_2 = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}; H_3 = 45 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$H_4 = 60 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

тогда высота плазменного кольца изменяется в пределах $h = (0 \div 6) \cdot 10^{-3} \text{ м}.$

Используя параметр τ , получаем выражение, определяющее давление как функцию изменения высоты h плазменного канала (рис. 3):

$$P = \frac{(\gamma-1)E}{\epsilon^2 V'} - \frac{(\gamma-2)A}{\epsilon^2} \left(\frac{\epsilon(1-\epsilon)^{-\alpha+1}}{(\alpha-1)} - \frac{(1-\epsilon)^{-\alpha+2}}{(\alpha-1)(\alpha-2)} - \frac{\epsilon^2}{2} \right). \quad (2.6)$$

На рис. 4 представлена разработанная информационно-измерительная система регистрации параметров ударно-волновых возмущений электрического взрыва

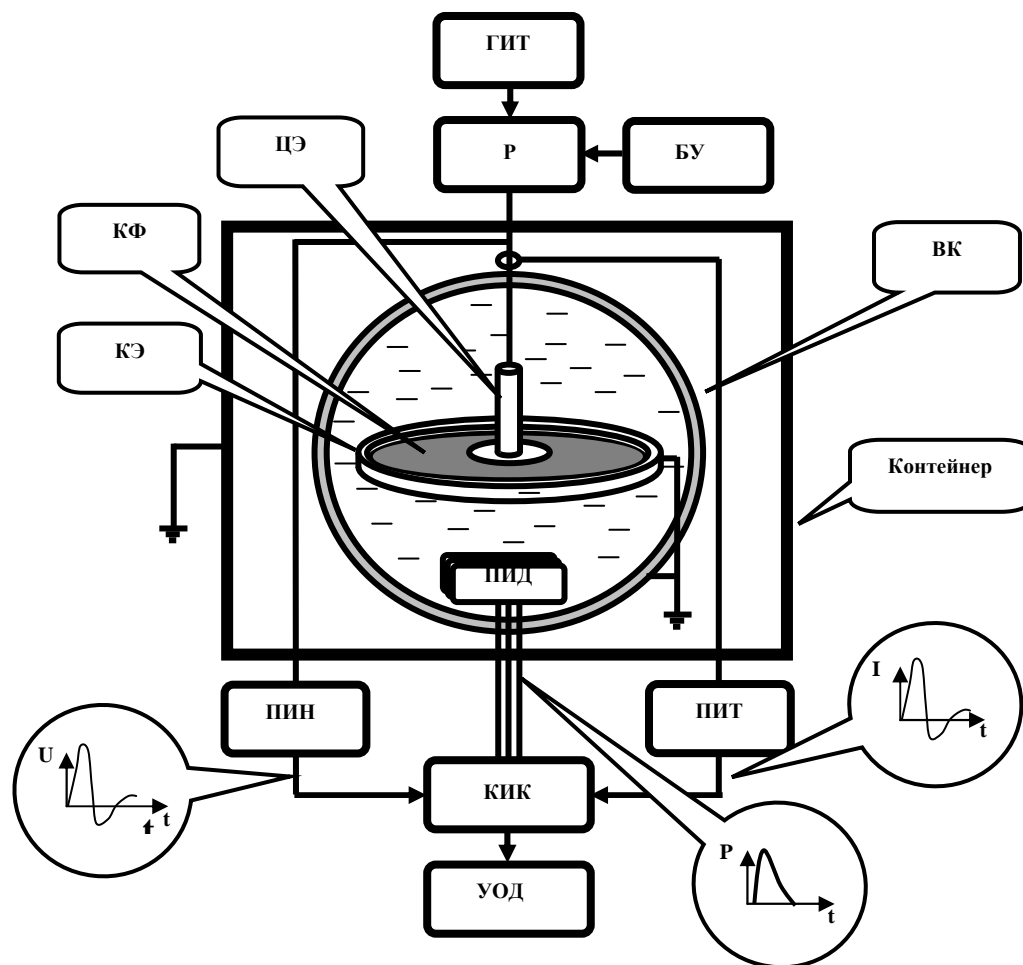


Рис. 4. Блок-схема ИИС в исследованиях ударно-акустических возмущений ЭВКФ в конденсированной среде

кольцевой фольги в конденсированной среде. Высокое напряжение, вырабатываемое генератором импульсных токов (ГИТ), посредством блока управления (БУ) с коммутирующим устройством - искровой разрядник (Р), подается на электродную систему с плоской кольцевой фольгой (КФ). Взрывающаяся кольцевая фольга расположена на торце прочного диэлектрического цилиндра, соосно которому установлены центральный (ЦЭ) стержневой и кольцевой (КЭ) электроды, обеспечивающие протекания тока в радиальном направлении. Электродная система с взрывающейся кольцевой фольгой установлена на торце взрывной камеры (ВК) конусной геометрии. На противоположном торце взрывной камеры установлен пьезокерамический преобразователь давления (ПИД). В качестве преобразователя импульсного тока (ПИТ) используется пояс Роговского, импульсного напряжения (ПИН) – делитель. Генерируемые электрические сигналы преобразователями тока, напряжения и давления поступают в коллектор информационных каналов (КИК), и далее на устройство обработки данных (УОД) – запоминающий двухканальный цифровой осциллограф.

Представлены экспериментальные установки для осуществления исследования ударно-волновых возмущений и градуировки пьезокерамического преобразователя давления в конденсированных средах.



Фото 1 Аналогичные осциллограммы (рис.7) получены для электрического взрыва плоской кольцевой фольги. На фото 1 – образцы ЭВКФ. На рис.8 представлена зависимость, вытекающая из математической модели, интеграла действия тока от высоты расширяющегося плазменного кольца.

Определяя значение интеграла действия из результатов эксперимента,

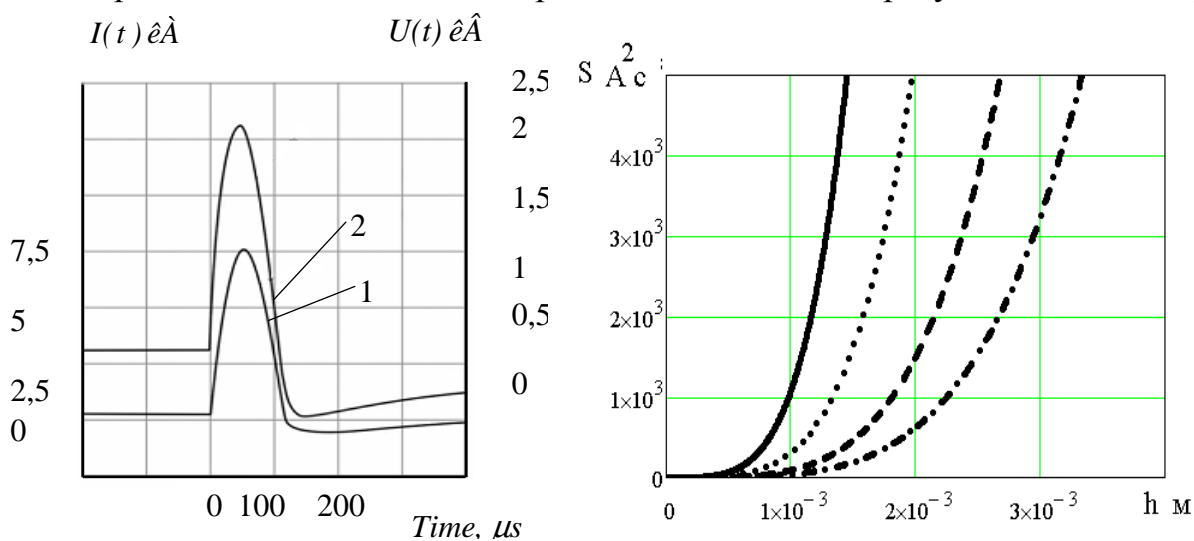


Рис.7. Осциллограммы тока (1) и напряжения (2) ЭВКФ.

Рис. 8. Зависимость интеграла действия $S(h)$ от высота плазменного кольца.

получено значение давления в конусной камере $P = 10 \cdot 10^7 \text{ Па}$, что соответствует показаниям пьезокерамического преобразователя давления.

Результаты экспериментальных исследований по градуировке

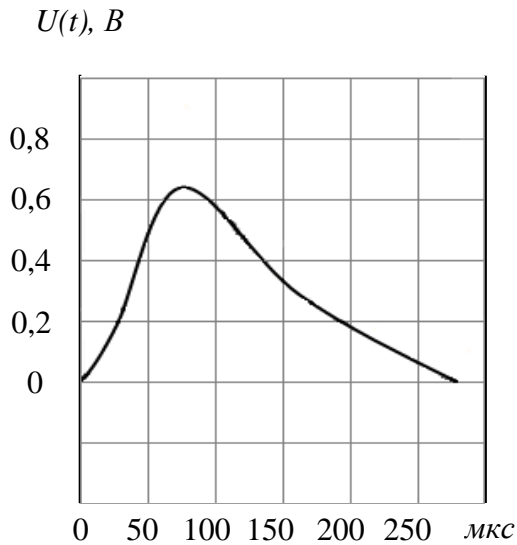


Рис. 9. Осциллограмма напряжения пьезопреобразователя падающего груза.

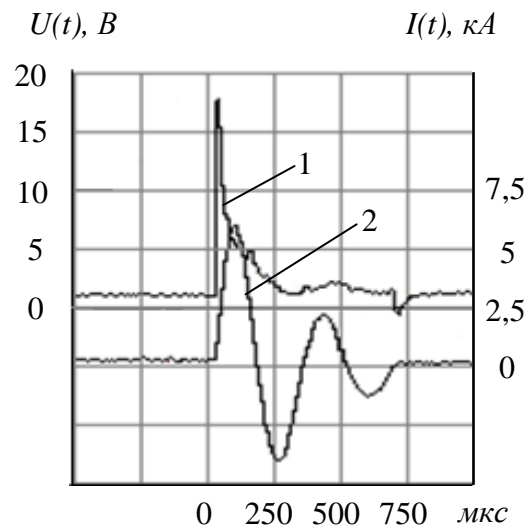


Рис. 10. Осциллограмма напряжения пьезопреобразователя – 1 и разрядного тока – 2. Метод динамического взаимодействия параллельных токов

пьезокерамического преобразователя давления с использованием методик,

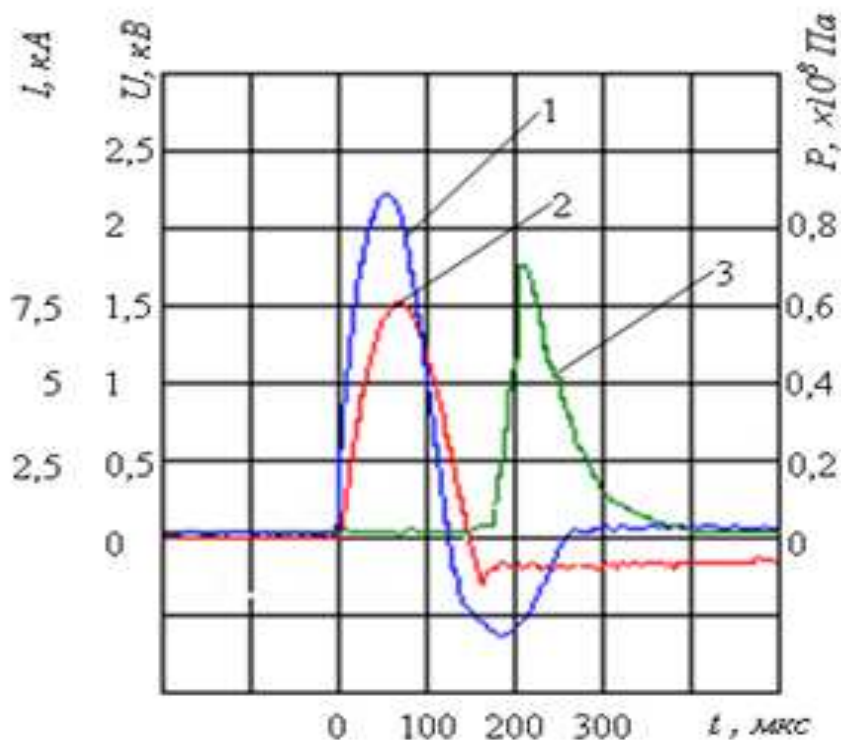


Рис.11. Осциллограммы электрического взрыва алюминиевой кольцевой фольги в воде: 1 – импульса напряжения $U(t)$; 2 – импульса тока $I(t)$; 3 – импульса давления ударно-акустической волны $P(t)$.

основанных на различных физических эффектах, представлены в таблице и на осциллограммах (рис. 9, рис.10). Значение генерируемого пьезопреобразователем импульса напряжения составляло $U \approx 3 В$, либо использовалась линейная аппроксимация.

В результате проведенных экспериментальных исследований по градуировке пьезокерамического преобразователя давления получено значение переводного коэффициента:

$$k = \frac{P}{U} = 3,76 \cdot 10^6 \text{ } \ddot{\text{a}} / \text{Å}.$$

Результаты исследования электрического взрыва плоской кольцевой фольги в конусной камере с конденсированной средой, полученные на базе разработанной и технически реализованной информационно-измерительной системы, представлены на рис. 11. Анализ результатов показывает достоверность информации о ЭВКФ в конденсированной среде, работоспособность и состоятельность использования ИИС.

Литература

1. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости. - Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с.
2. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. - М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
3. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М. Оценка давления, создаваемого при электрическом взрыве кольцевой фольги в воде. // Письма в ЖТФ, 2010. Том 36, вып. 7. С. 7-12.
4. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М. Элементы гидродинамики электрического взрыва плоской кольцевой фольги // Современные наукоемкие технологии, № 6, 2010. – М.: РАЕ. С. 83-88.
5. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Зубович С.О., Усачев В.И. Моделирование квазиоднородного электрического взрыва кольцевой фольги //V Всерос. научно-практ. конф. «Инновац. тех-ии в обуч. и произв.» Камышин, 3-6 дек. 2008 год. С. 236-239.
6. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. Динамическое воздействие ударной волны электрического взрыва кольцевой фольги в конденсированной среде // Межрегиональная конф. «Моделирование и создание объектов энерго- и ресурсосберегающих технологий» МЭИ, 22-25 сентябрь 2009. С. 111-115.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЛЬНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ ПРИ ПРОТЕКАНИИ АКСИАЛЬНОГО ИМПУЛЬСНОГО ТОКА

А.Л. Суркаев, Т.А. Сухова *ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,*

www.volpi.ru

Целью работы является экспериментальное исследование радиальных составляющих механических возмущений, возникающих в медном проводнике цилиндрической геометрии в твердом конденсированном состоянии, при протекании аксиального импульсного тока короткого замыкания.

При протекании тока в металлических проводниках цилиндрической геометрии возможно возникновение радиальных механических возмущений. В проводимых экспериментах щуп с пьезокерамическим преобразователем располагался на боковой поверхности цилиндрического проводника из латуни размерами: $d = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ и $l = 11 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ - диаметр и длина. Щуп представляет собой волновод экспоненциального профиля с игольчатым окончанием из алюминия. При этом отношение акустических волновых сопротивлений не превышало 20% ($\rho_1 c_1 = \rho_2 c_2$). Полупериод разрядного тока короткого замыкания составляет $T \approx 120 \text{ нс}$, время развития возмущения $t_{\text{разв}} \approx 140 \text{ нс}$. Наличие как радиальной, так и аксиальной составляющей механического возмущения объясняется взаимодействием

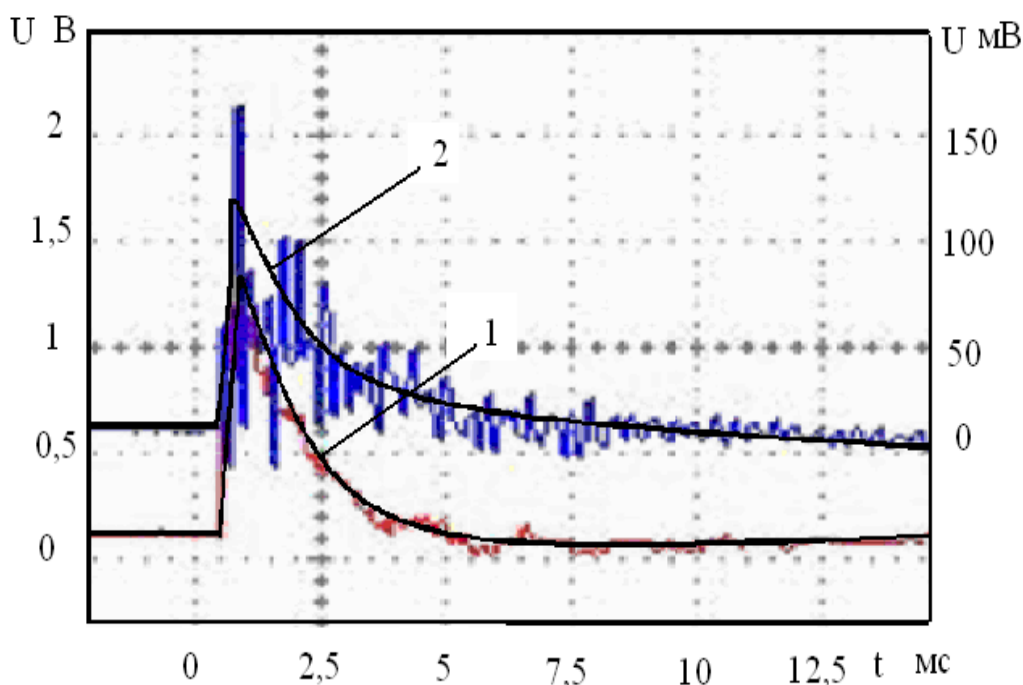


Рис. 1. Осциллограммы аксиальной (кривая 1) и радиальной (кривая 2) компонент возмущения разрядного тока

направленного потока электронов с ионами кристаллической решетки металла и возникновение сдвиговой компоненты упругих волн. Большая длительность времени возмущения, по сравнению с временем разрядного тока, говорит о возбуждении упругих колебаний в стержне, претерпевающих многократное отражение от границ, и о малой диссипации звуковой энергии.

Возникающие аксиальные механические возмущения в металлических проводниках цилиндрической геометрии при протекании разрядного тока можно оценить, используя энергетические характеристики разрядного контура (рис.1) и классическую теорию электропроводности. Рассматриваем процесс протекания разрядного тока в течение первого полупериода [2] Плотность тока $\vec{j} = ne\langle\vec{v}\rangle$ определяется из определения и осциллограммы, $n \approx 10^{29} \text{ м}^{-3}$ - концентрация свободных электронов в металле. За время разряда пьезокерамическому

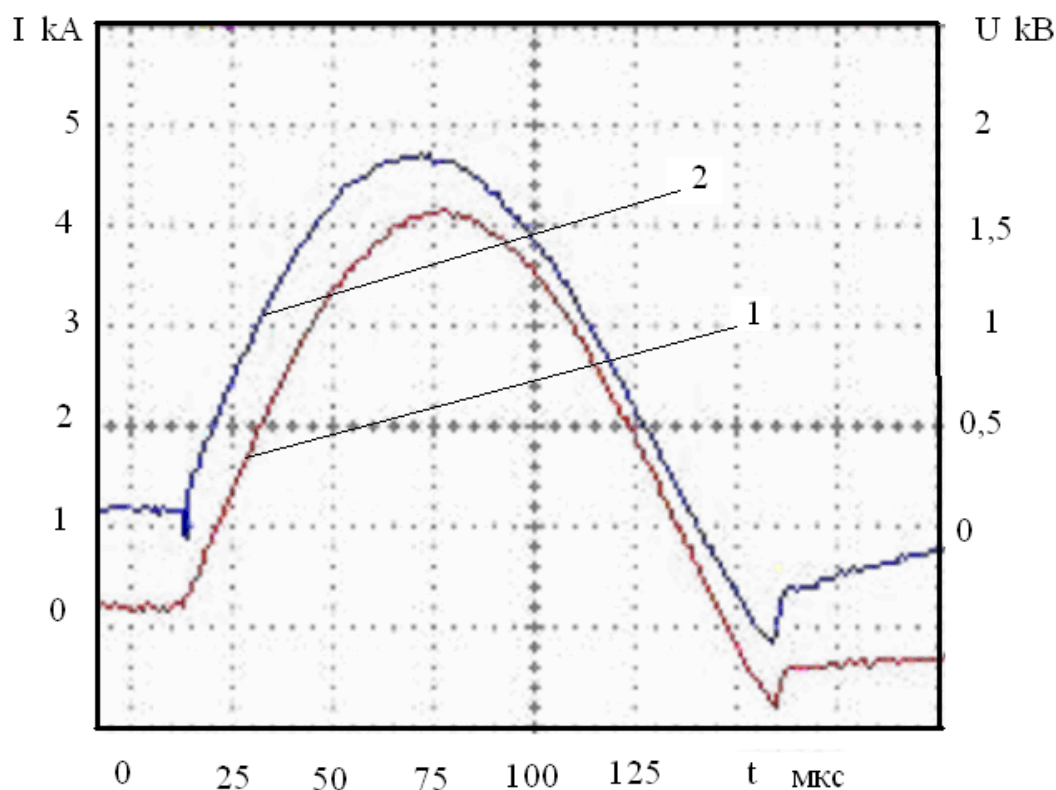


Рис. 1 Осциллограммы разрядного тока (кривая 1) и напряжения (кривая 2) короткого замыкания

преобразователю от действия электронов передается суммарный импульс $\vec{p}_N = N m\langle\vec{v}\rangle$, который можно трансформировать в давление на торце стержня. Индуцированный заряд, возникающий при воздействии на пьезоэлемент $q = d_{33}PS$, где $d_{33} = 360 \cdot 10^{-12} \text{ Ёё/Ѕ}$ пьезокерамический модуль (ЦТС-19). Рассматриваем пьезоэлемент в виде диска как плоский конденсатор емкостью $C = \epsilon \epsilon_0 S/d$, где $\epsilon = 1750$ - диэлектрическая проницаемость. Приравнивая генерированный заряд пьезопреобразователя и конденсатора, можно оценить величину генерированного напряжения $U = 1.2 \text{ Ѕ}$. Таким образом, при протекании импульсного тока большой плотности возникают механические возмущения аксиального направления, которые могут оказывать влияние на ЭВП [2].

Литература

1. Суркаев А.Л., Кульков В.Г. Исследование импульсного механического нагружения волноводного пьезодатчика давления. // Акустический журнал. Т. 52, № 2, 2006. С. 218-222

2. Суркаев А. Л., Кумыш М. М., Усачев В. И. Исследование миллисекундного электрического взрыва металлических проводников // Письма в ЖТФ, 2011, том 36, вып. 23. С. 97-104

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ УДАРНО-АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ С КОНДЕНСИРОВАННОЙ СРЕДОЙ

А.Л. Суркаев, Ю. П. Муха^{}, М.М. Кумыш, В.И. Усачев*

ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,

vpf@volpi.ru

^{} Волгоградский государственный технический университет,*

vpf@volpi.ru

Электрический взрыв проводников, как уникальное явление, известно с дальних исторических времен, а его использование, т.е. высокоскоростного выделения энергии электрического поля относится к 60-м годам прошлого столетия [1]. Широкий спектр физических эффектов, сопровождающих электрический взрыв проводников, таких как генерация электромагнитных излучений, получение наноразмерных порошков и т.д. – находят многостороннее применение в фундаментальных исследованиях и технологических процессах, поэтому требуют проведения дальнейших научных исследований для получения достоверной информации о физических свойствах материалов и наблюдаемых явлений [2,3].

Целью работы является экспериментальное исследование поля давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в замкнутом пространстве цилиндрической геометрии с конденсированной средой.

В качестве регистратора импульсного давления ударно-акустической волны использовался набор линейно расположенных пьезокерамических преобразователей давления (ПВД) марки (ЦТС-19), установленных на определенном фиксированном расстоянии от взрывающейся фольги. Электрические сигналы, генерируемые преобразователями тока, напряжения и давления поступают в коллектор информационных каналов (КИК), и далее на устройство обработки данных (УОД), в состав которого входит запоминающий двухканальный цифровой осциллограф, связанный с персональным компьютером.

Энергетическая установка [4, 5] представляет собой накопитель энергии конденсаторного типа с сопутствующим оборудованием. Накопитель установки набирался из конденсаторов в количестве 32 шт. марки КБГ-П-2 кВ и емкостью $C = 10 \text{ мкФ} \pm 10\%$ каждая, соединенных между собой параллельно, полная электрическая емкость батареи составляла $C = 320 \text{ мкФ}$. Индуктивность разрядного контура определялась экспериментально $L = 7,8 \text{ мкГн}$ с помощью измерителя иммитанса Е7-14. Активное сопротивление разрядного контура без учета сопротивления кольцевой фольги составляла $R = 0,089 \text{ Ом}$. Эксперименты проводились при зарядном напряжении $U_0 = 2 \text{ кВ}$. Максимальная запасенная энергия в накопителе составляла $W = 640 \text{ Дж}$. На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки. Взрывающаяся фольга с электродной системой

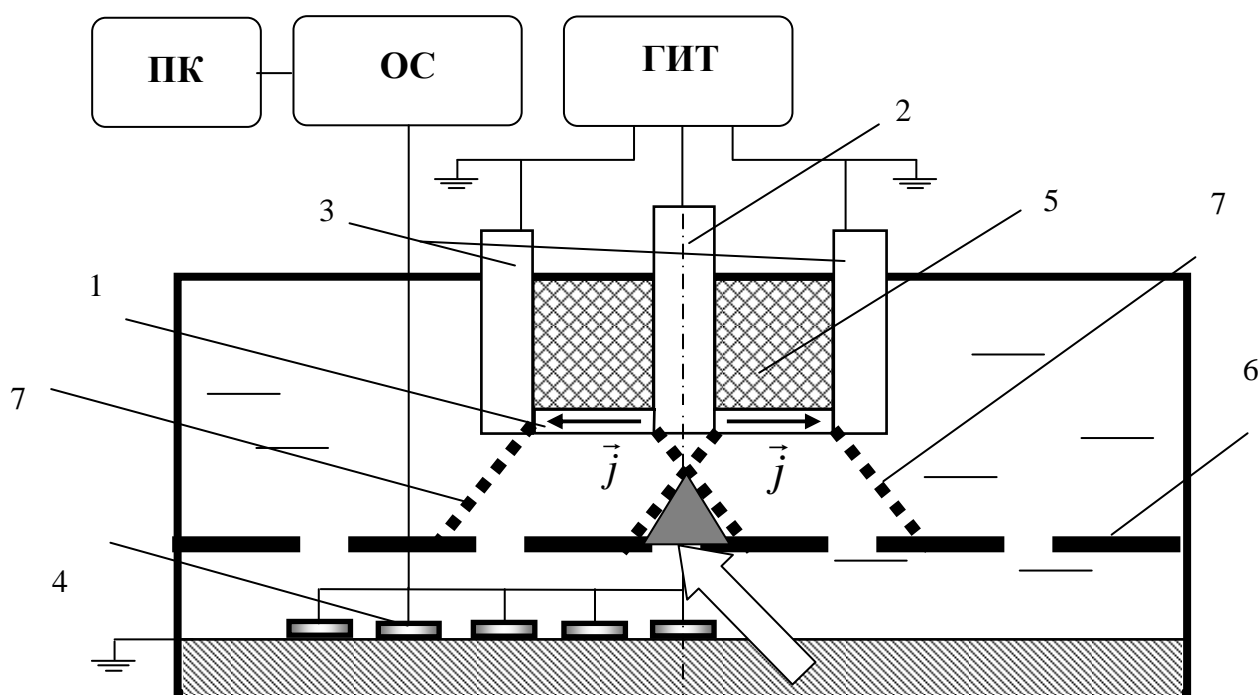


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – взрывающаяся кольцевая фольга; 2 – центральный электрод; 3 – кольцевой электрод; 4 – пьезокерамические преобразователи давления; 5 – диэлектрический цилиндр, 6 – деформируемая алюминиевая пластина, 7 – воображаемая боковая граница волнового фронта ударно-акустической волны.

цилиндрической геометрии установлена в верхней части взрывной камеры с конденсированной средой. Линейка пьезокерамических преобразователей давления в количестве 5 шт. располагается на расстоянии $h = 30 \text{ мм}$ от взрывающейся фольги и с периодом расположения относительно друг друга $d = 5 \text{ мм}$. Первый пьезопреобразователь давления находится на оси взрывающейся кольцевой фольги.

В ходе проведенных экспериментов получены (рис. 2 а) характерные осциллограммы разрядного тока ЭВКФ и импульса давления $P(t)$ ударно-акустической волны, регистрируемого соответствующими пьезопреобразователями давления. Распределение поля импульса давления (рис. 2 б) ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в замкнутом пространстве с конденсированной средой представлено в относительных единицах. Наличие ярко выраженного максимума в центральной части поля можно объяснить нелинейным взаимодействием [6] частей ударно-акустических волн от противоположных участков взрывающейся фольги. Визуализация распределения поля давления демонстрируется на эксперименте пластической деформации алюминиевой пластины с жестко заземленными краями. Пластина (рис. 1) показана пунктирной

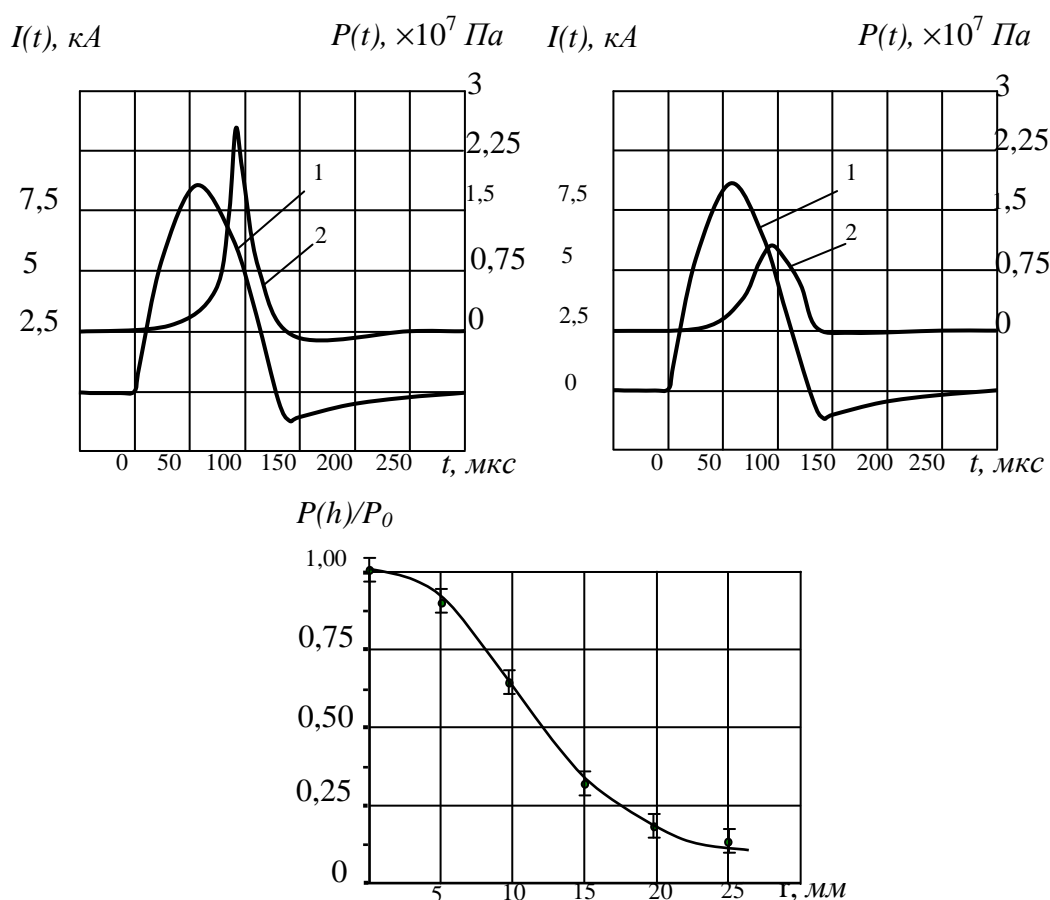


Рис. 2а. Осциллограммы разрядного тока ЭВКФ и импульса давления $P(t)$ ударно-акустической волны; 2 б. Зависимость амплитуды давления $P_m(r)$ от расстояния r от центральной точки поля давления

линией – б, расположена параллельно взрывающейся фольги - 1. Электрический взрыв плоской кольцевой фольги генерирует в пространстве ударно-акустическую волну, волновой фронт которой представляется плоским, а сама ударно-акустическая волна является расходящейся в виде конуса (рис. 1 пунктирная линия - 7). Вблизи центрального электрода возникает мертвая зона. При этом в центральной зоне волнового фронта происходит наложение ударно-акустических возмущений, приходящий от противоположных участков центральной части взрывающейся плоской кольцевой фольги (рис. 1 показано стрелкой). На фото отчетливо видно ярко выраженный максимум амплитуды пластической деформации пластины

(показано стрелкой). Также наблюдается граница расходимости ударно-акустической волны (показано линией). Данный факт подтверждает именно нелинейное взаимодействие частей ударно-акустических волн от противоположных участков взрывающейся фольги.

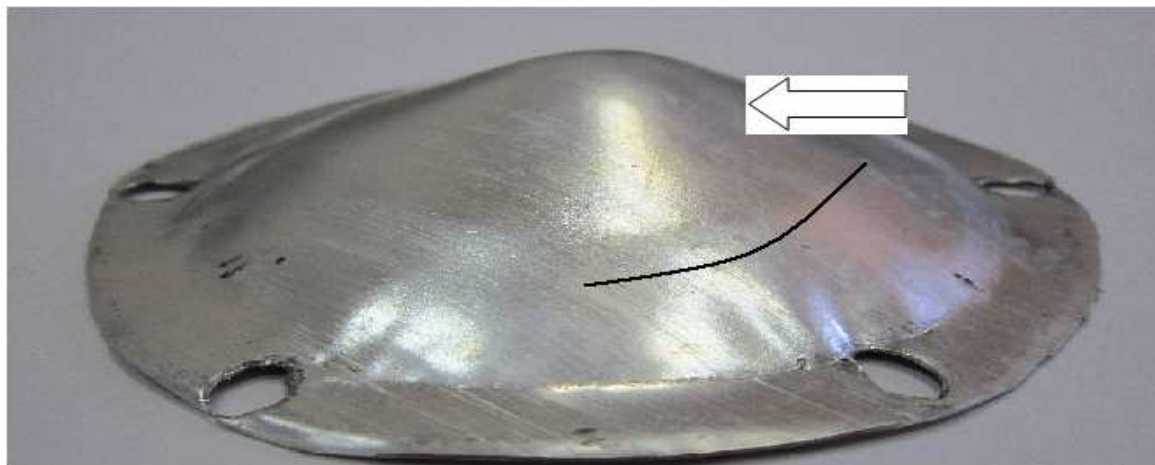


Фото. Распределение поля давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги с использованием пластической деформации пластины с заземленными краями.

Таким образом, представленные экспериментальные результаты исследования электрического взрыва плоской кольцевой фольги в замкнутой цилиндрической камере с конденсированной средой позволяют определить распределение поля давления ударно-акустической волны и интерпретировать его нелинейным эффектом взаимодействия.

Библиографический список

1. Юткин Д.А. Электрогидравлический эффект / Д.А. Юткин. - М: Машгиз, 1955. – 51 с.
2. Бурцев В.А. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках / В.А. Бурцев, Н.В. Калинин, А.В. Лучинский. - М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
3. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости / Е.В. Кривицкий. - Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с.
4. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. //Элементы ИИС регистрации давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции “Инновационные технологии в обучении и производстве” г. Камышин 22-23 декабря 2010 г. Том 4. С 93-96
5. Суркаев А. Л., Кумыш М. М., Усачев В. И., Лысов Э. А. //Силовая установка электрического взрыва металлических проводников в жидкой среде. / // IV Межрег. науч.-прак. конф. ”Взаимодействие ВУЗов и промпредприятий для развития инновационной деятельности“ г. Волжский, 14.05.2008. С. 95-98.
6. Суркаев А. Л., Муха Ю.П. // Исследование эффекта нелинейности взаимодействующих ударно-акустических волн давления / Письма в ЖТФ, 2002, том 28, вып. 15. С. 43-45

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕТЯЖЕЧНОГО ТИПА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПЛОСКОЙ ФОЛЬГИ

А.Л. Суркаев, Д.А. Канцедалов,
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ,

www.volpi.ru

Высокоэнергетическое, импульсное, электрическое воздействие на металлический проводник – электрический взрыв проводников (ЭВП) представляет собой уникальное физическое явление, характеризующееся экстремальными состояниями вещества и скоротечностью процесса, в частности. Одним из явлений, возникающих при электрическом взрыве, является порождение страт – чередующихся слоёв с различным значением плотности вещества.

На сегодняшний день не существует единой точки зрения, объясняющий данный феномен. В частности, возникновение страт для цилиндрических проводников можно рассматривать как результат развития магнитогидродинамической (МГД) неустойчивости с модой $m=0$, являющейся аксиально-симметричным возмущением типа перетяжек, и с модой $m=1$, соответствующей винтовому (изгибному) возмущению. В условиях быстрого электрического взрыва $j \geq 10^8 \text{ A}/\tilde{n}i^2$ рассматриваются перегревные магнитогидродинамические неустойчивости. В случае, когда удельное сопротивление вещества увеличивается с ростом температуры, развитие перегревных МГД-неустойчивостей приводит к возникновению страт. Возникновение МГД-неустойчивостей, приводящее к стратообразованию, наблюдается также при электрическом взрыве фольг (ЭВФ) [1].

Целью данной работы является экспериментальное исследование возникновения МГД-неустойчивости при миллисекундном электрическом взрыве плоской фольги в воздухе, как одной из возможных причин стратообразования.

Согласно [2], рассмотрим металлический проводник, находящийся в жидком состоянии, прямоугольного сечения, по которому протекает ток вдоль оси z симметрии (рис.1). Геометрические параметры проводника $2a \ll 2b \ll \ell$. Металлическая жидкость считается несжимаемой и ее электропроводность постоянна $\sigma = const$. Уравнения магнитной гидродинамики имеют вид:

$$\partial_t \vec{v} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \frac{1}{4\pi\rho} [[\vec{\nabla}, \vec{H}] \vec{H}], \quad (1)$$

$$\partial_t \vec{H} + (\vec{v} \nabla) \vec{H} = (\vec{H} \nabla) \vec{v} + \nu_m \Delta \vec{H}, \quad (2)$$

$$(\nabla \vec{v}) = 0, \quad (\nabla \vec{H}) = 0, \quad (3)$$

где $\vec{v} = \{v_x, v_y, v_z\}$ - скорость,

$\vec{H} = \{H_x, H_y, H_z\}$ - напряженность магнитного поля,

P - давление,

ρ - плотность,

$\nu_m = \frac{c^2}{4\pi\sigma}$ - магнитная вязкость,

c - скорость света, Δ - оператор Лапласа.

При решении системы (1-3) в ранних работах авторов было получено дисперсионное уравнение и выражение для управляющего параметра $\alpha = [8(I^2 a^3) / (\rho v v_m^2 b^3 c^2)]$, при этом $\delta \approx 0.002$ - инкремент неустойчивости, а $\lambda \approx 0.1 \div 2 \text{ и}$.

Экспериментальная установка является традиционной и представляет собой

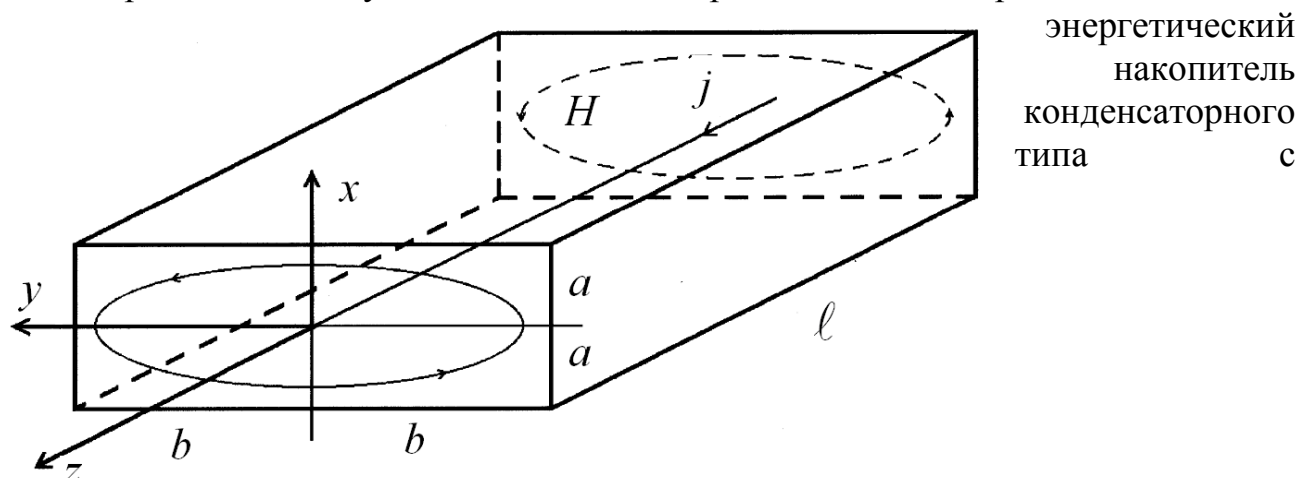


Рис. 1. Жидкометаллический проводник прямоугольной геометрии

соответствующей электродной системой. Взрывающийся проводник располагался между двумя полосками стекла на расстоянии $h = 1 \div 4 \text{ и}$. Разрядный ток регистрировался поясом Роговского, напряжение – высокоомным делителем.

Результатом экспериментов является получение образцов (рис. 2), где наблюдается поперечное чередование плотности вещества (на фото показано стрелками, линии – границы полоски фольги) электрического взрыва алюминиевой фольги.

Электрический взрыв протекал в близком к согласованному (оптимальному) режиме, при котором энергия конденсаторного накопителя реализуется в первой половине периода разряда. Возможно, что образование страт в большей степени наглядности проявляется при взрыве тонкой фольги, вследствие самой геометрии взрывающегося проводника.

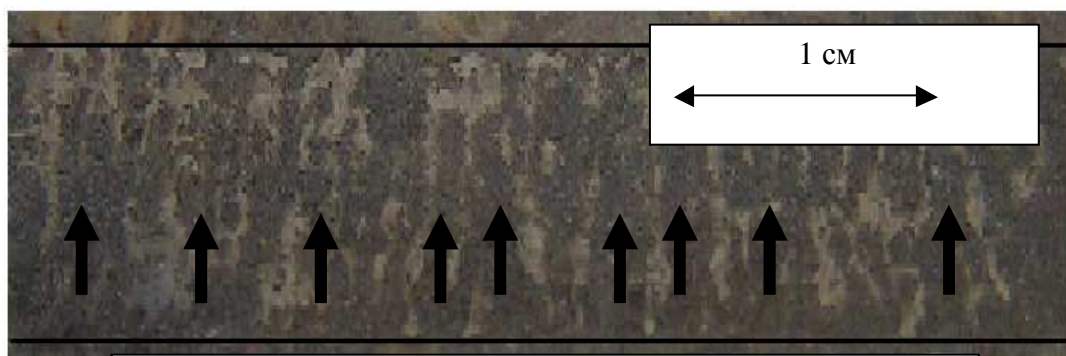


Рис 2. Чередование плотности вещества при электрическом взрыве алюминиевой фольги

Литература

1. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Писарев П.П. / Исследование миллисекундного электрического взрыва металлических проводников. / Письма в ЖТФ, 2011, том 36, вып. 23. П. 97-104
2. Волков Н.Б., Зубарев Н.М., Зубарева О.В. Крупномасштабная магнитогидродинамическая неустойчивость поверхности проводящей жидкости // Письма в ЖТФ. 2001. Т. 27. Вып. 22. С. 38-44.

НЕСИММЕТРИЧНОЕ ВАЛКОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ТЯЖЕЛОЙ ЛИНЕЙНО-ВЯЗКОЙ СРЕДЫ С ФРИКЦИЕЙ РАВНОЙ –1

Зубович С.О., к.ф.-м.н., доцент кафедры ВПИ (филиала) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Задача связана с процессом нанесения маловязкой жидкой среды (например, пасты или суспензии) на поверхность вращающихся с разной угловой скоростью валков. В технике такое течение называется течением с фрикцией, где под фрикцией f понимают отношение скоростей валков:

$$f = \frac{V_1}{V_2}, \quad (1)$$

где V_1, V_2 – соответственно, окружные скорости первого и второго валков. В крайнем случае, вращения валков с одинаковой скоростью в противоположных направлениях фрикция $f = -1$.

В процессах каландрования резин, полимеров и других высоковязких сред при течении с фрикцией наблюдаются интересные эффекты: например, материал равномерно распределяется по «быстрому» валку и практически не пристает к «медленному». В случае валкового течения с фрикцией маловязкой жидкости интерес представляет получение на одном двухвалковом аппарате двух пленочных слоев обрабатываемого материала разной толщины.

Цель работы – аналитическое исследование несимметричного течения линейно-вязкой (ньютоновской) жидкости с учетом сил собственного веса в зазоре вращающихся валков при величине фрикции, равной 1.

Схема течения и система координат представлены на рис.1. Полагаем, что валки имеют достаточную длину, пренебрегая тем самым течением материала вдоль валков (задача квазиплоская). Окружные скорости валков малы, и силы инерции не учитываем. Физические свойства жидкости не зависят от температуры и давления. Величина минимального межвалкового зазора мала по сравнению с радиусом кривизны валков. Давление изменяется по длине зоны течения ($\partial p / \partial u = 0$). Среда описывается ньютоновской реологической моделью ($\tau = \eta \dot{\gamma}$) [1, 2]. Направление течения сверху вниз.

Начало декартовой системы координат помещено в середине сечения минимального зазора. Ось y направлена горизонтально, ось x – вертикально вниз. Уровень жидкости 2 $x = x_0$ постоянен. Объемный расход жидкости G . Окружные скорости валков $1 - V_1 = V_2 = V$, а их радиус R . Минимальный зазор между валками $2H_0$, а текущий $2h$. Уровень жидкости ℓ . Координата максимума давления P в межвалковом зазоре x_m .

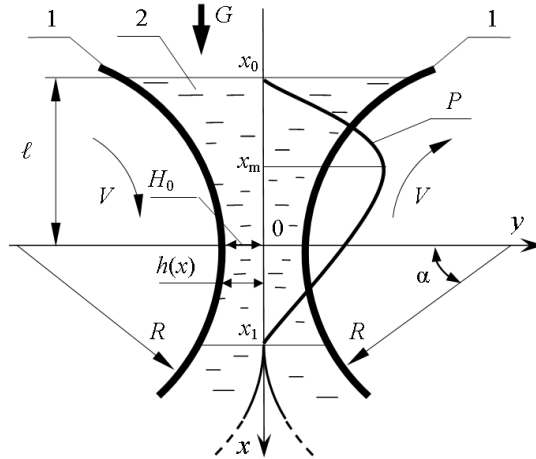


Рис.1. Схема несимметричного течения ньютоновской среды в вертикальном зазоре между валками: 1 – валки, 2 – жидкость.

С учетом принятых допущений течение описывается системой дифференциальных уравнений движения (включая гравитационный член), неразрывности и реологического состояния:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \rho g, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0, \quad G = 2 \int_{-h}^{+h} v_x dy, \quad \tau_{xy} = \eta \dot{\gamma}, \quad (2)$$

где $\dot{\gamma} = \partial v_x / \partial y$.

Во входном $x = x_0$ и выходном $x = x_1$ сечениях давление равно атмосферному, и без снижения общности полагаем $p = 0$.

Уравнения (2) следует дополнить следующими граничными условиями:

входное сечение $x = x_0, p = 0, \quad (3)$

условие прилипания к первому валку $y = -h(x), v_x = +V, \quad (4)$

условие прилипания ко второму валку $y = +h(x), v_x = -V, \quad (5)$

выходное сечение $x = x_1, p = 0, \tau_{xy}(y = h) = 0. \quad (6)$

В результате решения задачи получены следующие выражения.

Из уравнения движения (2) находим скорость. Выражение для осевой скорости в валковом зазоре (с учётом граничных условий (4), (5)):

$$v_x = \frac{1}{2\eta} \left(\frac{dp}{dx} - \rho g \right) (y^2 - h^2) + \frac{V}{h} (y - h) + V. \quad (7)$$

Проинтегрировав выражение (7), найдем уравнение расхода жидкости:

$$G = 2Vh - \frac{2h^3}{3\eta} \left(\frac{dp}{dx} - \rho g \right). \quad (8)$$

Поскольку $G = const$, из (8) имеем дифференциальное уравнение для давления:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{3\eta}{2h^3} (2Vh - G) + \rho g. \quad (9)$$

Уравнение для функции тока $v_x = \frac{\partial \psi}{\partial y}$. Используя граничное условие:

$$\text{при } y = -h, \quad \psi = -G \frac{V_1}{V_1 + V_2}, \quad (10)$$

найдена функция тока жидкости:

$$\psi = \frac{1}{4h}(y+h) \left\{ \frac{1}{h^2} [2Vh - G](y-2h)(y+h) + 4Vh \right\} - G \frac{V_1}{V_1 + V_2}. \quad (11)$$

Функция тока, отвечающая тонкому слою жидкости, непосредственно смачивающему поверхность второго валка, отвечает условию $y = +h$:

$$\psi = G \frac{V_2}{V_1 + V_2}. \quad (12)$$

На основе анализа математической модели течения вязких сред в зазоре вращающихся валков (7)–(9) с учетом силы тяжести сделаны следующие выводы:

1. Для течения вязкой жидкости получено аналитическое решение задачи. Дана оценка влияния силы тяжести на течение в зазоре.
2. Определены интегральные (энергосиловые) параметры течения: потребляемая мощность, крутящий момент, распорное усилие.
3. Найлены и построены графики функции тока (рис. 2). Численно изучены закономерности течения.
4. Показано, что величина фрикции влияет на распределение материала по валкам.

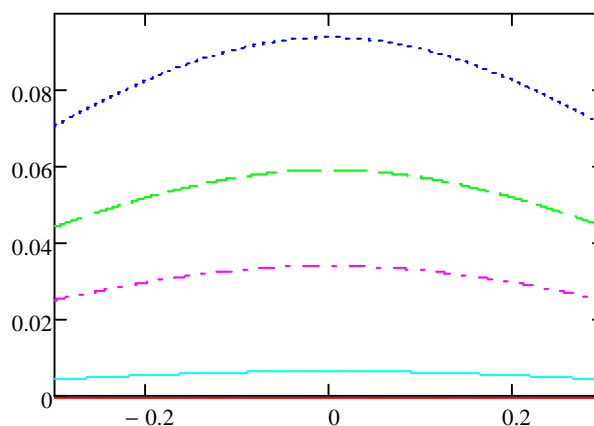


Рис.2. Функции тока для $H_0 = 0.075$ м, $V = 0.2$ м/с, $G = 10^{-3}$ м²/с.

4. Показано, что величина фрикции влияет на распределение материала по валкам.

Список литературы

1. Зубович С.О., Шаповалов В.М. Особенности течения тяжёлых ньютоновских и нелинейно-вязких сред в зазоре вращающихся валков. // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвузовский сборник научных статей. – №11(37) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2007. – С.33-37.
2. Зубович С.О. Течение тяжелой вязкопластичной жидкости в зазоре вращающихся валков. – Автореферат дисс. на соиск. учен. степени канд. физ.-мат. наук. – Волгоград, 2007.