

ТЕХНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТРАНСПОРТ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ В ЛЕНТОЧНЫХ СУШИЛКАХ

*М. С. Густякова, гр. ТМХ-448, Осетрова Т.А., гр. ХМММ-6
А. Б. Голованчиков, доктор технических наук, профессор,
Шишлянников В.В., кандидат технических наук, доцент,
Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград*

В связи с ростом требований к качеству различных химических продуктов появляется необходимость в разработке новых способов сушки, обеспечивающих высокое качество продукта, максимальную автоматизацию, механизацию и значительную интенсификацию процесса.

Методы интенсификации процесса сушки можно разбить на две группы:

1) теплотехнические методы – выбор тепловой схемы, режимных параметров сушки, режимов работы установки, коэффициентов рециркуляции, управление конечным влагосодержанием сушильного агента и др.

2) конструктивно – технологические методы – оптимизация числа зон промежуточного подогрева, выбор направления взаимного движения сушильного агента и материала, совершенствование систем подвода теплоты, улучшение аэродинамической обстановки в сушилке и др.

Второй метод, в свою очередь, подразделяется на следующие виды:

а) методы интенсификации внешнего тепло - массообмена: повышение температурного напора, движущей силы массообмена, коэффициента теплоотдачи к высушиваемому материалу, поверхности тепло-массообмена и др.;

б) методы интенсификации внутреннего тепло – массообмена: повышение температуры материала, уменьшение термодиффузионной составляющей массы, использование внешних полей (электрических, магнитных, звуковых), использование ПАВ, использование осциллирующих режимов подвода теплоты.

Разработана новая конструкция многоленточной сушилки с кипящим слоем высушиваемого материала, который при перемещении вдоль перфорированной ленты совершает колебательные движения за счёт чередующихся опорных валков овальной и треугольной формы в поперечном сечении и вогнутой формы в продольном сечении. В таком режиме при продольном движении ленты происходит механическое встряхивание частиц на ленте. В принципе в этом случае не обязательно переводить частицы в псевдооживленное состояние, переходя от виброкипящего к виброколеблющемуся слою высушиваемого материала.

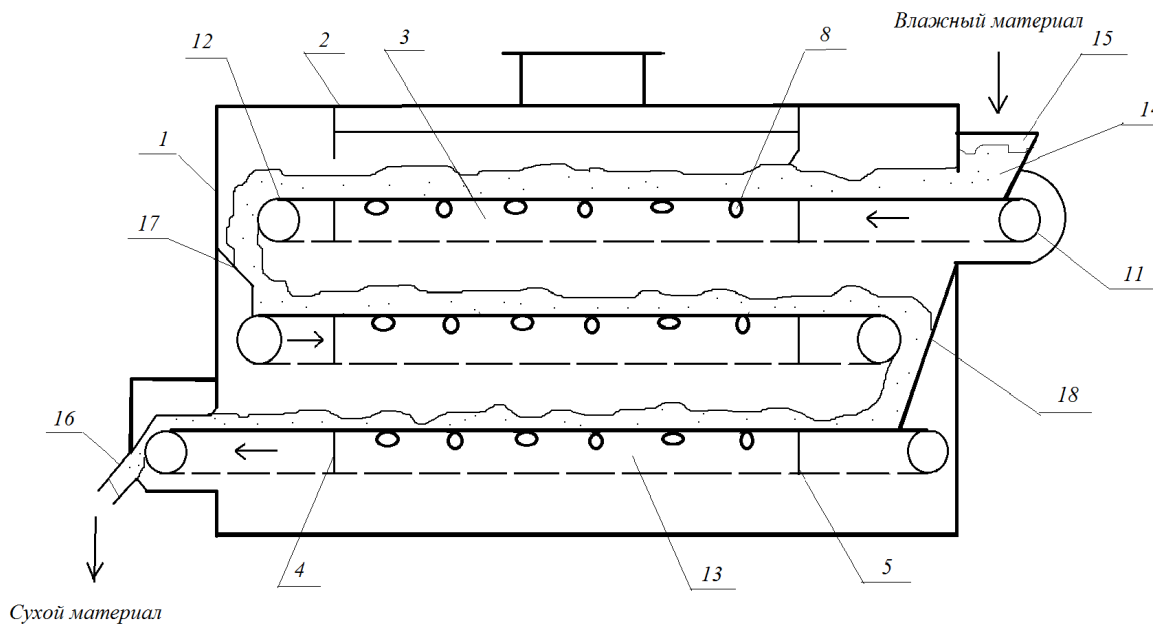
Изобретение относится к оборудованию для сушильной техники и может быть использовано в химической, горноперерабатывающей, микробиологической, строительной и в других отраслях промышленности, а также в экологических процессах сушки сыпучих отходов.

Недостатками прототипов являются: большие энергозатраты, связанные с повышенным расходом псевдооживленного теплоносителя под ленту и опорные решетки; трением ленты об опорные решетки; гидравлическим сопротивлением при подаче теплоносителя через отверстие решеток перфорированных лент.

Рассматриваемая сушилка представлена на рисунках 1 и 2, соответственно, ее общий вид, продольное и поперечное сечения опорного вала.

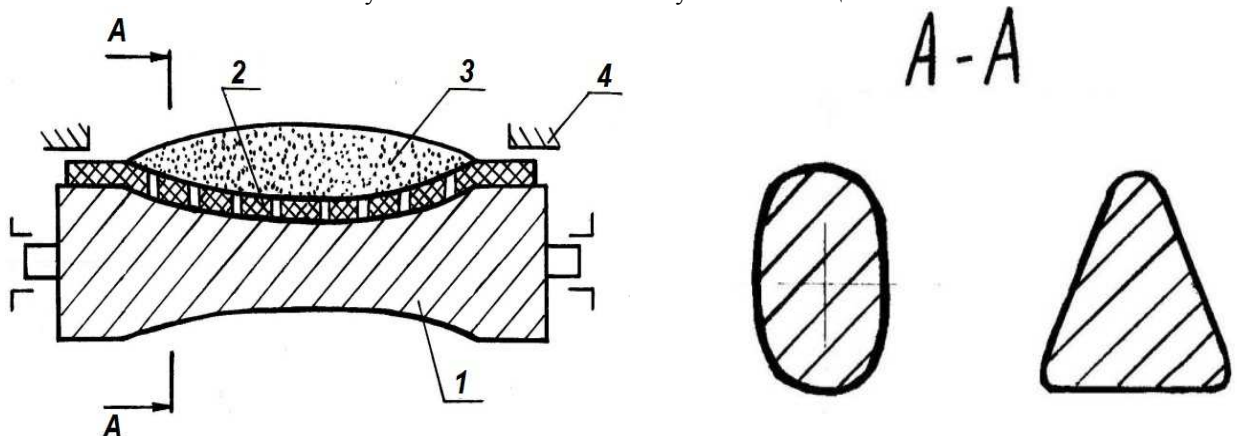
Вогнутая поверхность опорного вала 1 в виде параболы в продольном сечении по длине позволяет при встряхивании равномерно распределять высушиваемый материал вдоль его длины, что обеспечивает одинаковую скорость сушки всех частиц

высушиваемого материала и, в результате, снижение расхода сушильного агента и уменьшение энергозатрат. Так как опорные валки 1 имеют овальную и треугольную форму и чередуются по длине перфорированной ленты 2 друг с другом, то лента 2 вместе с частицами высушиваемого материала совершает при вращении этих опорных валков вертикальные колебания, подбрасывая и перемешивая частицы, что увеличивает скорость сушки, предупреждает прилипание частиц к поверхности ленты 2 и коркообразование частиц при нагреве на этой поверхности. Кроме того, такая вибрация ленты способствует регенерации её отверстий и увеличивает срок работы без остановок на очистку отверстий в ленте 2. Это ещё в большей степени способствует возможному снижению расхода псевдоожигающего теплоносителя, а значит уменьшению энергозатрат, так как позволяет перейти от режима кипящего слоя частиц высушиваемого материала к вибропсевдоожигу за счет их встряхивания на перфорированной ленте.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – коробки; 4,5 – поперечные перегородки; 6,7 – продольные перегородки; 8 – опорные валки; 9 – подшипники; 10 – продольные козырьки; 11,12 – ролики с двумя ленточными транспортёрами; 13 – перфорированные ленты.

Рисунок 1 – Многоленточная сушилка кипящего слоя



а) продольное сечение; б) поперечное сечение с овальной формой;
в) поперечное сечение с треугольной формой;

1 – опорный валок с вогнутой боковой поверхностью; 2 – перфорированная лента; 3 – высушиваемый материал; 4 – продольный козырёк, герметично закрывающий камеру сушильного агента, задаваемого под ленту 2.

Рисунок 2 - Схема опорного валка

Для предупреждения утечек сушильного агента края опорного вала выполнены цилиндрическими и заправлены в зазор между этими краями и продольными козырьками 4.

Преимущество разработанной конструкции ленточной сушилки состоит в том, что расход псевдоожижающего теплоносителя и энергозатраты для создания кипящего слоя высушиваемого материала за счёт его колебаний и механического перемешивания снижаются в 2 – 3 раза.

На описанную конструкцию многоленточной сушилки с кипящим слоем подана заявка на полезную модель РФ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ КРУГЛОСТИ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕДУКТОРОВ ЗАДНЕГО МОСТА НА ОАО "АВТОВАЗ" С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА РЕКЛАМАЦИЙ

Носенко С.В., Анисимова А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского технического университета*

Важным фактором, определяющим взаимозаменяемость деталей, наряду с точностью замеров, является точность геометрической формы поверхностей и их профилей.

Основными причинами, обуславливающими возникновение отклонений формы поверхности при обработке деталей, являются: неточности и деформации станка, приспособлений, режущего инструмента и заготовок; неравномерность припуска на обработку, вибрации, происходящие в технологических системах в процессе резания и др. [1]

Отклонения формы оказывают влияние на характер соединения деталей машин, износ их поверхности в процессе эксплуатации, а также на условия сборки и объем пригоночных работ. Поэтому основной задачей современного машиностроительного производства является повышение качества технологического процесса (в том числе – с использованием данных контроля). В частности, решение о необходимости регулировки производственного процесса, как правило, основывается на данных измерений [2].

В ходе испытаний, проводимых на ОАО «ЕПК Волжский» и ОАО «АВТОВАЗ» по исследованию влияния отклонения макрогеометрии посадочных поверхностей редуктора заднего моста на отклонение формы дорожки качения запрессованных наружных колец было установлено расхождение результатов измерений в лабораториях заводов изготовителей редукторов и подшипниковой продукции [2].

В связи с чем целью дальнейших исследований заключалась в объективной оценке средств измерений типа кругломер Talyrond 73 в метрологическом центре ОАО «АВТОВАЗ» и лаборатории качества поверхности (ЛКП) ОАО «ЕПК Волжский» с помощью анализа измерительных систем (MSA).

Первый цикл измерений производился на ОАО «ЕПК Волжский». Для проведения MSA был осуществлен отбор наружных колец подшипников типов 6-7807EУШЗ и 6-7705AEШЗ в количестве 10 штук каждого. Отбор деталей производился из всего диапазона допуска по параметру отклонение от круглости дорожки качения.

Измерение отклонения от круглости дорожек качения наружных колец промаркированных деталей выполнялись контролерами станочно-слесарных работ пятого разряда в количестве трех человек в аккредитованной лаборатории в разные смены, при стабильной температуре $20 \pm 4^\circ$ на кругломере Talyrond 73, имеющего свидетельство о поверке.

В результате трехкратного повторения опыта каждым контролером (детали измерялись в различном порядке) была сформирована генеральная совокупность. В результате анализ измерительной системы была произведена оценка изменчивости (*INT*), сходимости и воспроизводимости (*R&R*) системы методом средних и размахов [3,4]. Была

определена погрешность и значение полной изменчивости измерительных систем. На основании величины относительной сходимости и воспроизводимости в соответствии с рекомендациями [4], был сделан вывод о приемлемости измерительного процесса в лаборатории качества поверхностей ОАО «ЕПК Волжский».

Второй цикл измерений проводился в метрологическом центре ОАО «АВТОВАЗ» с использованием аналогичных поверенных средств измерений, персонала соответствующей компетенции в условиях, приведенных к условиям ЛКП ОАО «ЕПК Волжский».

Анализ данной измерительной системы её неприемлемости согласно [1]. Отличие данных систем заключалось в частоте процесса калибровки кругломеров.

Процесс калибровки прибора Talysond 73, исследованный в работе [2], на ОАО «ЕПК Волжский» проводится ежемесячно, что позволяет сохранять реперные точки ПО прибора и калибровочный коэффициент постоянными в процессе измерений. На ОАО «АВТОВАЗ» данный процесс осуществлялся ежемесячно, что искажало результаты измерений в процессе контроля посадочных поверхностей редукторов.

При проведении повторного цикла измерений анализ измерительной системы подтвердил её приемлемость.

В результате исследований была разработана рабочая инструкция по калибровке кругломера Talysond 73, описывающая влияние частоты калибровки на процесс измерения для ОАО «ВПЗ» и ОАО «АВТОВАЗ».

Список литературы

1. С. В. Носенко. Лабораторный практикум по дисциплине «Методы и средства измерений, испытаний и контроля»: учеб. пособие / С. В. Носенко, А. В. Морозов, А. И. Катаржин, В. А. Носенко; ВПИ (филиал) ВолгГТУ, - Волгоград: НУНЛ ВолгГТУ, 2012. – 126 С.
2. А. А. Анисимова. Исследование влияния отклонений от круглости посадочных поверхностей корпуса редуктора на изменение формы наружных колец подшипников 6-7807ЕУШЗ и 6-7705АЕШЗ после монтажа в узел / Волжский, 2012.
3. А. Баннов, М. Иванов, И. Рыбаков. Анализ измерительных систем.-Н.Новгород: Приоритет, 2005.- 226 С.
4. ГОСТ Р 51814.5-2005 «Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов».

КОМБИНИРОВАННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ С ТРЕМЯ СКОРОСТЯМИ ВРАЩЕНИЯ МЕШАЛОК

*зав. кафедрой А. Б. Голованчиков, доцент Н. А. Дулькина,
инженер Н. Н. Дикарева, аспирант С. Б. Воротнева
г. Волгоград Государственный технический университет
кафедра: «Процессы и аппараты химических производств»*

Разработанная конструкция относится к устройствам для перемешивания растворов, суспензий, эмульсий и может найти применение в химической, нефтехимической, легкой, пищевой, фармацевтической, машиностроительной и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах очистки шламовых и сточных вод.

Целью разработанной конструкции смесителя является увеличение интенсивности перемешивания во всем его объеме за счет дополнительного вращения лопастей тихоходной мешалки у стенок корпуса и предупреждения образования застойных зон.

На рисунке представлен общий вид предлагаемой конструкции смесителя. Смеситель состоит из быстроходной мешалки 1, закрепленной на валу 2, тихоходной рамной мешалки, состоящей из нижней лопасти 3 и боковых лопастей 4. В верхней части установлен поплавок 5, выполненный в виде тора и соединенный ребрами 6 с патрубком 7 ведомой полумуфты, отверстие в котором имеет форму овала. На валу 2 жестко закреплена ведущая полумуфта 8, имеющая также форму овала, причем отношение длины малой оси овала в отверстии патрубка 7 к длине большой оси овала ведущей полумуфты 8

отвечает условию: $\frac{L}{l} = (1,05 \div 1,10)$, где L и l – соответственно длины малой оси овала в

отверстии патрубка и большой оси овала ведущей полумуфты. Поплавок 5 и нижняя лопасть 3 тихоходной мешалки жестко соединены между собой осями 9, на которых с возможностью вращения установлены боковые лопасти 4 тихоходной мешалки.

Смеситель работает следующим образом. В корпус заливают перемешиваемую жидкость. Поплавок 5 всплывает вместе с патрубком 7 ведомой полумуфты, боковыми лопастями 4 и нижней лопастью 3 тихоходной мешалки и осями 9. От привода передается вращение с числом оборотов n_1 на вал 2 быстроходной мешалки 1. Перемешиваемая жидкость, находящаяся в зазоре между рабочими поверхностями патрубка 7 ведомой полумуфты и ведущей полумуфты 8, передает крутящий момент от вала 2 к лопастям 3 и 4 тихоходной мешалки. Так как при вращении обеих мешалок зазор между рабочими поверхностями патрубка 7 и ведущей полумуфты 8 непрерывно изменяется от наименьшего (как показано на разрезе А-А) к наибольшему, то меняется и крутящий момент, передаваемый от вала быстроходной мешалки 2 к лопастям 3 и 4 тихоходной мешалки – а значит и скорость вращения n_2 .

Кроме того, так как боковые лопасти 4 тихоходной мешалки установлены на осях 9 с возможностью свободного вращения, то эти лопасти сами дополнительно вращаются вокруг осей 9 со скоростью вращения n_3 , которая также как и скорость вращения n_2 изменяется во времени, что способствует интенсификации процесса перемешивания.

Таким образом, дополнительная переменная скорость вращения n_3 боковых лопастей тихоходной мешалки в сочетании с ее основной также переменной скоростью вращения n_2 приводит к быстрому разрушению структуры в высоковязкой ньютоновской или неньютоновской перемешиваемой жидкости, уменьшению объемов застойных зон, снижению ее эффективной вязкости, а значит увеличению интенсивности перемешивания у стенок аппарата и в целом во всем объеме смесителя.

На конструкцию комбинированного смесителя подана заявка на полезную модель РФ.

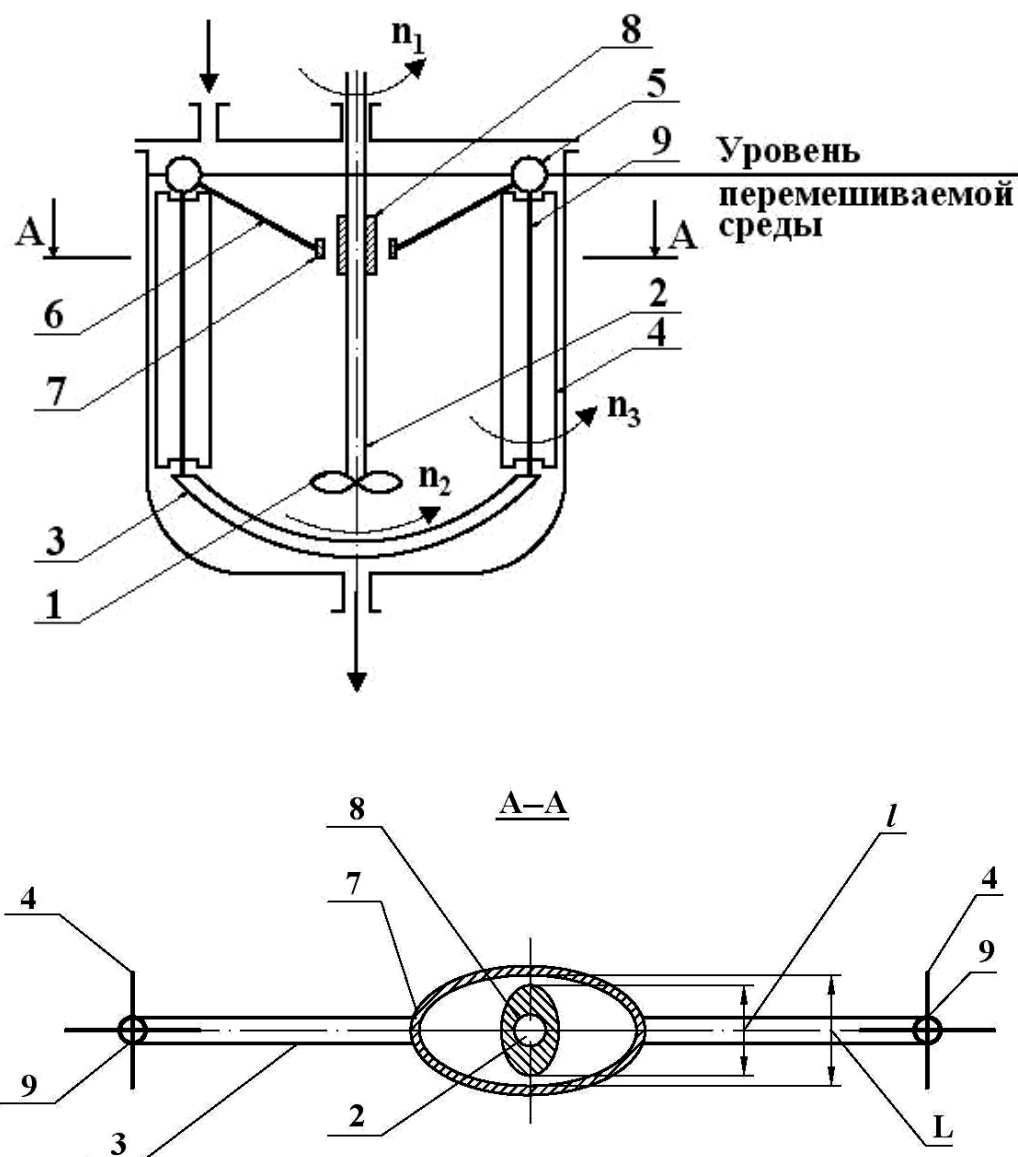


Рис.1. Схема комбинированного смесителя с тремя скоростями вращения мешалок: быстроходной пропеллерной 1, тихоходной рамной 3 и лопастной 4.

ФИЛЬТРОВАНИЕ ВДОЛЬ ПОВЕРХНОСТИ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

*С.Б. Воротнева, ассистент кафедры ПАХП ВолгГТУ,
 А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор кафедры ПАХП ВолгГТУ,
 Д.С. Мурзенков, аспирант кафедры ПАХП ВолгГТУ*

В настоящее время процесс фильтрации находит широкое применение во многих отраслях промышленности, особенно в нефтепереработке: защита каталитических процессов, очистка технологической воды, очистка масел, фильтрация топлив и т.д. Сегодня в качестве фильтрационного оборудования наиболее распространены жесткие фильтроэлементы (картриджи) глубинного типа фильтрации. В таких устройствах

фильтрация происходит поперек фильтрующего материала, в результате чего происходит постепенное закупоривание фильтровальной поверхности. Впоследствии этот факт оказывает влияние на высокие затраты времени при регенерации пор фильтровального материала из-за заклинивания уловленных частиц в этих порах при фильтрации жидкости или газа поперек поверхности слоев фильтровального материала.

Для устранения этого недостатка разработаны новые конструкции фильтрующего элемента, в котором фильтрация происходит вдоль фильтрующей поверхности. Это способствует улавливаю поверхности слоев фильтровального материала, свернутого в рулон, что облегчает их удаление при регенерации, уменьшает само время регенерации и увеличивает производительность процесса фильтрации жидкости или газа.

На рис. 1 представлена новая конструкция фильтрующего элемента для очистки тонкодисперсных суспензий. Равномерная перфорация поверхности уплотнительных крышек 5 позволяет вести процесс фильтрации не поперек фильтровального материала, а вдоль его боковых поверхностей между слоями, образующими рулон. Это позволяет задерживать частицы дисперсной фазы между слоями фильтрующего материала в рулоне, предотвращать попадание этих частиц в поры фильтровального материала, а значит, облегчает регенерацию при промывке или продувке фильтрующего материала, уменьшает само время регенерации и тем самым повышает производительность фильтрации [1].

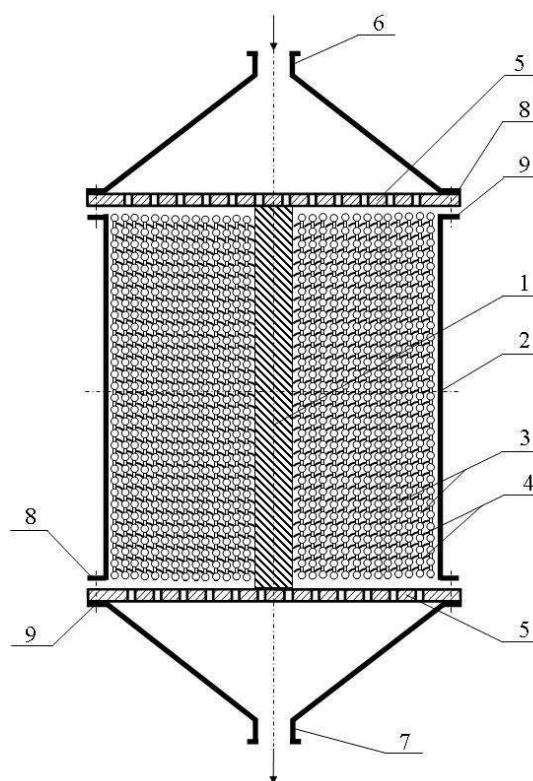


Рис.1. Фильтрующий элемент для очистки тонкодисперсных суспензий:
 1 – стержень; 2 – наружный каркас; 3 – фильтрующий материал; 4 – ворс;
 5 – уплотнительные крышки; 6, 7 – патрубки входа и выхода; 8, 9 – фланцы

Качество очистки в предлагаемом фильтрующем элементе несложно регулировать, меняя число наматываемых слоев фильтрующего материала 3 в рулон на стержень 1. Так, при увеличении числа слоев фильтрующего материала 3 в рулоне они плотнее прижимаются друг к другу, уменьшая размер каналов между ворсинками ворса 4, что способствует улавливаю более мелких частиц дисперсной фазы. И, наоборот, при уменьшении числа слоев фильтрующего материала 3 в рулоне размер каналов между ворсинками ворса 4 увеличивается, что уменьшает гидравлическое сопротивление,

увеличивает производительность, но снижает вероятность улавливания мелких частиц дисперсной фазы.

Для повышения качества очистки жидкостей или газов от тонкодисперсных частиц в режиме фильтрования предлагаемая конструкция фильтрующего элемента была усовершенствована (рис. 2). В этой конструкции стержень выполнен в виде полой трубки из упругого материала герметично закрытой сверху, в боковой поверхности которой равномерно расположены четыре продольные прорези (рис. 3), причем в нижней уплотнительной крышке осесимметрично с ней установлен с возможностью осевого перемещения регулировочный болт, конец которого имеет конусообразную форму и упирается в нижнюю часть трубки. На данную конструкцию подана заявка на полезную модель.

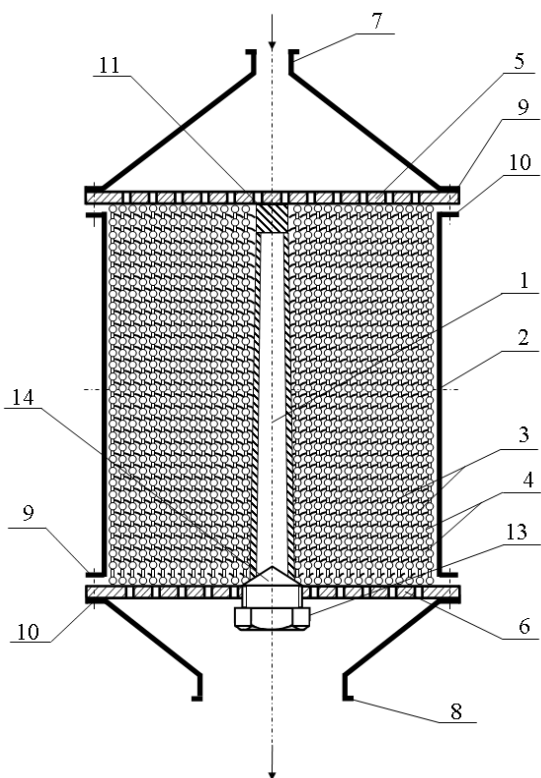


Рис. 2

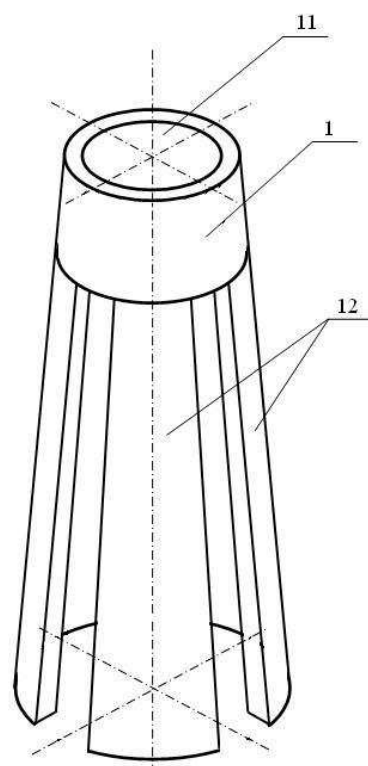


Рис. 3

1 – стержень; 2 – наружный каркас; 3 – фильтрующий материал; 4 – ворс; 5, 6 – уплотнительные крышки; 7, 8 – патрубки; 9, 10 – фланцы; 11 – пробка; 12 – дугообразные полосы; 13 – регулировочный болт; 14 – конусообразный конец болта

Для увеличения качества очистки жидкости или газа от тонкодисперсных частиц закручивают регулировочный болт 13. Конец 14 регулировочного болта 13, имеющий конусообразную форму, при этом, поднимаясь вверх вдоль оси, разводит в радиальном направлении дугообразные полосы 12, уплотняя слои фильтрующего материала 3 и уменьшая сечения фильтрующих каналов, в которых задерживаются тонкодисперсные частицы.

Таким образом, предлагаемые конструкции фильтрующего элемента для очистки жидкостей или газов позволяют проводить процесс фильтрования не поперек поверхности фильтрующего материала, а вдоль нее по каналам, образованным ворсом между слоями фильтрующего материала в рулоне и улавливать частицы дисперсной фазы не порами фильтрующего материала, а ворсинками ворса.

Разработанные конструкции фильтрующего элемента позволяют:

- значительно облегчить и ускорить удаление уловленных частиц дисперсной фазы;
- уменьшить время регенерации фильтрующего материала;
- увеличить производительность процесса фильтрования;

- повысить качество очистки жидкостей или газов от тонкодисперсных частиц.

Литература:

1. Пат. м. 124178 Российская Федерация, МПК В 01 D 29/00, В 01 D 46/00. Фильтрующий элемент для очистки жидкостей и газов / А. Б. Голованчиков, С. Б. Воротнева, Д. С. Мурзенков, М. А. Лыско, А. Д. Никитин, Т.А. Дулькин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет».
№ 2012120940/05; заявл. 22.05.12; опубл. 20.01.13.

ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И РЕАКТОРЫ СО СЪЕМНЫМИ РУБАШКАМИ

*С.Б. Воротнева, ассистент кафедры ПАХП ВолгГТУ,
А.Б. Голованчиков, д.т.н., профессор кафедры ПАХП ВолгГТУ,
С.Р. Коломиец, студент кафедры ПАХП ВолгГТУ,
Д.Р. Коломиец, студент кафедры ПАХП ВолгГТУ*

Разработаны новые перспективные конструкции теплообменных аппаратов и реакторов со съемными рубашками, позволяющие интенсифицировать процесс теплопереноса в течение всего рабочего цикла за счет периодического удаления накипи, солевого камня и других термических отложений на теплопередающей поверхности рубашки.

В результате анализа научно-технической и патентной литературы выявлены основные причины, препятствующие увеличению скорости теплопереноса через теплопередающую поверхность рубашки или внутренней трубы:

- образование отложений и загрязнений на теплопередающей поверхности (накипи, солевого камня, ржавчины, продуктов деструкции и др.);
- сложность удаления этих отложений и загрязнений при эксплуатации известных конструкций теплообменных аппаратов и реакторов.

Для устранения этих недостатков известных конструкций теплообменных аппаратов и реакторов разработана конструкция реактора со съемной U-образной рубашкой (рис.1). Особенность данной конструкции реактора заключается в том, что на цилиндрический корпус 1 с эллиптическим днищем 2 «одета» U-образная съемная рубашка 8, в верхней части которой установлен фланец 9, а в нижней – внутренний фланец 10, причем внутренний диаметр отверстия фланца 10 больше внешнего диаметра фланца патрубка 5, $D_8 > d_н$ [1].

Выполнение съемной рубашки позволяет периодически снимать ее с корпуса и удалять накипь, солевой камень или другие термические отложения с наружной поверхности корпуса известными способами (пескоструйная обработка, гидросмыв, абразивная обработка и т. д.). Жесткое закрепление направляющей спирали на внутренней поверхности рубашки позволяет при сохранении ею способности создавать ускоренное вращательное движение теплоносителя в рубашке вокруг корпуса, снимать ее вместе с рубашкой, что упрощает и ускоряет удаление накипи, солевого камня или других термических отложений с наружной поверхности корпуса. Это увеличивает скорость теплопереноса, так как позволяет периодически очищать теплопередающую наружную поверхность корпуса от накипи, солевого камня и других отложений.

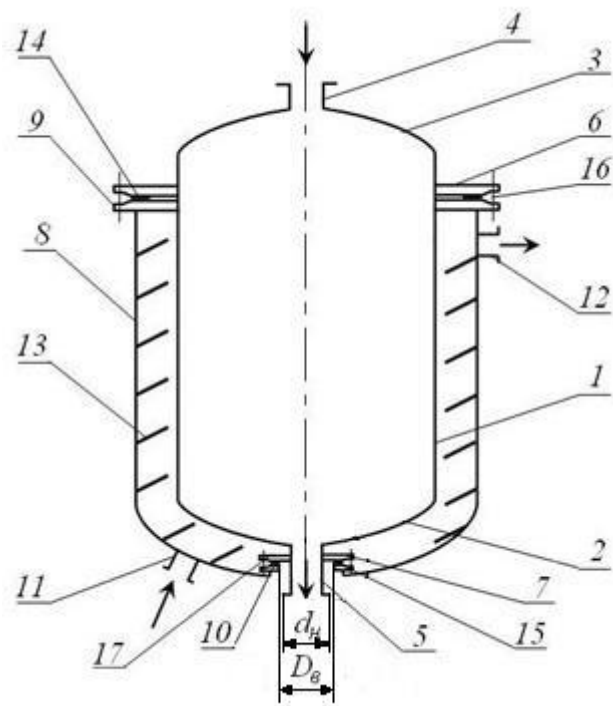


Рис. 1. Общий вид реактора со съёмной U-образной рубашкой:
 1 – цилиндрический корпус; 2 – эллиптическое днище; 3 – крышка; 4, 5 – патрубки входа и выхода рабочей жидкости; 6, 7, 9, 10 – фланцы; 8 – U-образная съёмная рубашка; 11, 12 – патрубки для подачи и отвода теплоносителя; 13 – направляющая спираль; 14, 15 – прокладки; 16 – болты; 17 – шпильки

Также разработана конструкция теплообменника типа «труба в трубе» со съёмной наружной трубой (рис. 2), позволяющая облегчить доступ к наружной поверхности внутренней трубы и повысить качество ее очистки [2].

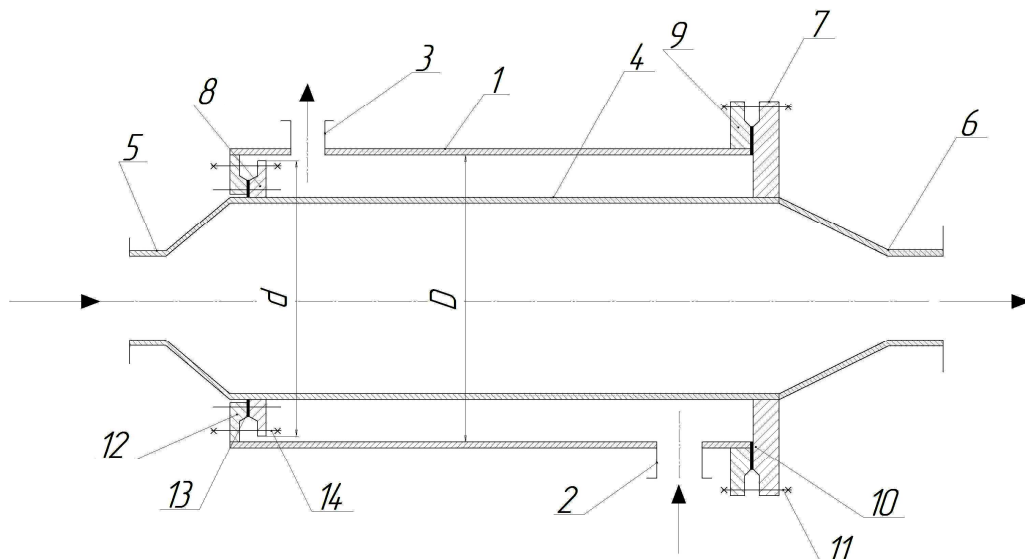


Рис. 2. Общий вид теплообменника типа «труба в трубе» со съёмной наружной трубой:
 1 – наружная труба; 2, 3 – патрубки входа и выхода одного теплоносителя; 4 – внутренняя теплообменная труба; 5, 6 – патрубки входа и выхода другого теплоносителя; 7, 8, 9, 12 – фланцы; 10, 13 – прокладки; 11 – болтовое соединение; 14 – шпильки

Особенностью предлагаемой конструкции является разъемное соединение внутренней и наружной труб с помощью фланцев и болтового соединения. При этом на одном конце внутренней трубы установлен неразъемно малый фланец 8, соединенный с

помощью шпилек с внутренним фланцем 12 наружной трубы. Причем отношение внешнего диаметра малого фланца 8 внутренней теплообменной трубы d и внутреннего диаметра наружной трубы D составляет $d/D = 0,95 \div 0,98$. Эта особенность позволяет легко и герметично устанавливать и снимать наружную трубу с внутренней теплообменной трубы, обеспечивая свободный доступ к загрязненной ржавчиной, солевым камнем, продуктами деструкции или жизнедеятельности микроорганизмов, которые несложно удалять известными методами, например, пескоструйной или наждачной обработкой. Это снижает термическое сопротивление наружной теплопередающей поверхности внутренней теплообменной трубы и увеличивает скорость теплопереноса.

Все вышесказанное позволяет интенсифицировать теплоперенос через наружную теплопередающую поверхность внутренней теплообменной трубы за счет периодического удаления с нее термических отложений при отделении друг от друга наружной и внутренней труб.

Таким образом, предлагаемые конструкции теплообменных аппаратов и реакторов со съемными рубашками позволяют:

1. сократить время очистки теплопередающей поверхности;
2. увеличить скорость теплопереноса;
3. уменьшить энергозатраты;
4. уменьшить стоимость очистки.

Литература:

1. П. м. 124188 Российская Федерация, МПК В 01 J 19/00. Теплообменный аппарат / А. Б. Голованчиков, С. Б. Воротнева, А. В. Ляпков, Н. А. Дулькина, Д. А. Павлов, Е. Г. Малая; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет». – № 2012129395/05; заявл. 11.07.12; опубл. 20.01.13.
2. Заявка на полезную модель РФ № 2013103932, МПК F 28 F 1/00. Теплообменник «труба в трубе» / А. Б. Голованчиков, С. Б. Воротнева, Н. А. Дулькина, В. А. Панов, Л. В. Кетат, Т. А. Кузнецова; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет» – № 2013103932/05; заявл. 29.01.13.

ОЧИСТКА РАСТВОРА ГИДРОКСИДА НАТРИЯ ОТ АНИОНОВ ХЛОРА В ИОНООБМЕННОЙ КОЛОННЕ

*А.Б. Голованчиков зав. кафедрой ПАХП ВолгГТУ г. Волгоград
Н.С. Шибитов доцент кафедры ПАХП ВолгГТУ г. Волгоград
Н.В. Шибитова доцент кафедры ПАХП ВолгГТУ г. Волгоград
Д.А. Баев главный инженер ОАО «Химпром» г. Волгоград*

Необходимость доочистки раствора NaOH, получаемого при электролизе рассола хлорида натрия диафрагменным методом от ионов хлора, связана с тем, что после упаривания получается концентрированный раствор щелочи, в котором содержится до 25 кг/м^3 NaCl или в пересчете на анионы хлора $C_k = 15,2 \text{ кг/м}^3$ при допускаемой их концентрации $C_k = 3 \text{ кг/м}^3$ [1].

Предлагается доочищать концентрированный раствор щелочи в ионообменной колонне. Алгоритм расчета ионообменных колонн изложен нами в работе [2].

Результаты расчетов ионообменной колонны с неподвижным и движущимся слоем ионита представлены в таблице 1.

Диаметр колонны выбран в соответствии с рекомендациями СНиП [3]. Скорость очищаемого раствора при ионообмене должна быть 10-15 м/час. При расходе очищаемого раствора $q_v = 11 \text{ м}^3/\text{час}$ и высокой вязкости $\mu = 0,085 \text{ Па}\cdot\text{с}$ выбираем нижние значения

фиктивной скорости раствора $v' = 10$ м/час или 0,028 м/с. Тогда диаметр колонны из уравнения неразрывности составляет $D_a = 1,2$ м при рекомендуемой СНиП высоте слоя ионита $H = 0,7$ м.

Как видно из расчетных параметров таблицы 1 использование ионообменной колонны с неподвижным слоем ионита для доочистки раствора NaOH от анионов хлора крайне неэффективно. Прежде всего, очень мало время рабочего цикла при значительной массе ионита в колонне. Проводить регенерацию через 9 минут работы такой массы ионита невыгодно, тем более что время регенерации значительно превышает время рабочего цикла.

Таблица 1

Расчетные технологические параметры ионообменных колонн периодического и непрерывного действия для очистки раствора NaOH от анионов хлора

Наименование параметра	Размерность	Обозначение	Величина для колонны	
			периодического действия	непрерывного действия
1. Время рабочего цикла (время пребывания частиц ионита в слое)	час	τ_p	0,145	0,053
2. Масса ионита в колонне, (расход ионита)	кг, (кг/час)	$G_{и}, (G)$	633	2260,6
3. Степень использования обменной емкости ионита	-	η	0,5	0,97
4. Удельный объем очищаемого раствора одним килограммом ионита	м ³ /кг	Y	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$
5. Высота слоя ионита	м	H	0,7	0,133

В таблице 1 показаны также результаты расчета для ионообменной колонны непрерывного действия. Как видно из сравнения основных расчетных параметров ионообменных колонн периодического и непрерывного действия преимущества второй несомненны. Так степень использования обменной емкости выше почти в 2 раза, а удельный объем очищаемого раствора в 1,95 раз. Снизилась и высота слоя ионита, что уменьшает гидравлическое сопротивление в 5,26 раза.

Расчеты выполнены для так называемого идеального случая, когда начальная концентрация анионов хлора в ионите $x_n = 0$, то есть для полной регенерации анионита. Обычно реальная регенерация бывает такой, что $0 < x_n < x_K^$ (рисунок 1).*

Если степень регенерации ионита такова, что $x_n = x_K^/2 \approx 7 \cdot 10^{-3}$ кг/кг и $x_n^* = 0,062$ кг/кг и $x_K^* = 0,014$ кг/кг, то рабочий расход ионита составит $G = 2561,5$ кг/час, высота движущегося слоя ионита $H = 0,191$ м, степень использования обменной*

емкости $\eta = 0,97$, а удельный объем очищаемого раствора одним килограммом ионита $Y = 4,29 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$.

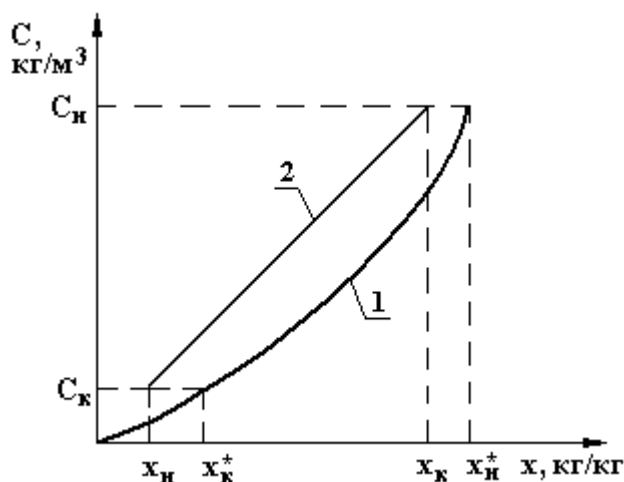


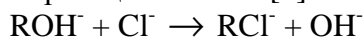
Рис. 1- Равновесная (1) и рабочая (2) линии процесса ионообмена в колонне непрерывного действия

Одной из основных проблем ионообменных колонн с движущимся слоем ионита является истирание и измельчение частиц ионита. Решение этой проблемы возможно при помещении частиц ионита в рубашку из текстильного прорезанного материала с наружным ворсом [4]. Это предупреждает столкновение самих частиц, а ворс смягчает удары при транспортировке.

Экспериментальные исследования показали, что для частиц ионита в «рубашке с ворсом» скорость измельчения и истирания снижается более чем на порядок, а коэффициент массопередачи уменьшается не более чем на 20% [5]. В этом случае высота движущегося слоя ионита должна быть увеличена с 191 до 231 мм при сохранении расхода ионита $G = 2561,5 \text{ кг/час}$, степени использования его обменной емкости $\eta = 0,97$ и удельного объема очищаемого раствора $Y = 4,29 \text{ л/кг}$.

Таким образом, применение частиц ионита «одетых» в оболочку из текстильного материала позволяет в колоннах непрерывного действия нивелировать проблему измельчения и истирания этих частиц при незначительном увеличении высоты движущегося слоя частиц и роста гидравлического сопротивления. Необходимо также иметь в виду, что плотность влажных набухших частиц ионита меньше плотности очищаемого раствора NaOH. Поэтому частицы ионита и раствор целесообразно подавать в колонну прямоотком, например, снизу вверх.

Еще одним преимуществом предлагаемого ионообменного процесса очистки раствора NaOH является при применении анионита в OH⁻ форме повышение концентрации раствора щелочи по реакции обмена [6]



В этом случае концентрация щелочи возрастает с 700 до 717 кг/м^3 , то есть на 2,4%.

Литература

1. Якименко Л.М., Пасманник Н.И. Справочник по производству хлора, каустической соды и основных хлорпродуктов. - М.: Химия, 1976.
2. Б.А. Дулькин, А.Б. Голованчиков, А.Б. Дулькин. Причины повреждения трубочки парогенератора для АЭС с ВВЭР-1100 // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Реология, процессы и аппараты химической технологии». Выпуск 6, №1 (104), 2013, с. 9-14.

3. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
4. Патент 2361662 РФ МПК В 01 I 20/28. Адсорбент для очистки газов и жидкостей от вредных примесей / А.Б. Голованчиков, А.В. Добряков, М.Ю. Ефремов, Ю.К. Беляева, А.Е. Караева, Н.А. Дулькина ; ГОУ ВПО ВолгГТУ. – 2009г.
5. Тхи Тхюн Зыонг Ле, А.Б. Голованчиков. Сравнение ионообменных колонн периодического и непрерывного действия // 15 Межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов : тезисы докладов ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, - 2010г. с. 79-80.
6. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т. 2. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003г. - 884 с.

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА
ПРИМЕНЕНИЕ ARMWINMASHIN НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Летуновский Н. С.,
электросварщик труб на стане ОАО «Волжский трубный завод».
г. Волжский, Волгоградской области.*

Эффективность управления – один из основных показателей совершенствования управления, определяемый сопоставлением результатов управления и ресурсов, затраченных на их достижение. Оценить эффективность управления можно путем соизмерения полученной прибыли и затрат на управление.

В системе показателей эффективности управления не все из них имеют одинаковую значимость. Есть главные и дополнительные (дифференцированные) показатели. Если первые принято называть обобщающими, то вторые являются функциональными, характеризующими какую-либо определённую сторону деятельности.

Обобщающие показатели в основном выражают конечные результаты управления и выполнение стратегических заданий. Функциональные показатели используются для анализа и выявления резервов эффективности, устранения узких мест в управлении и производстве.

Управление - это особый интеллектуальный вид деятельности, в котором занято огромное количество людей, вооруженных современной вычислительной и организационной техникой. Аппарат и средства управления организованы в четко структурированную упорядоченную систему, в которой каждый элемент имеет свое место, установленной его функциональным значением и иерархией. Сочетание деятельности этих элементов в едином процессе составляет суть организации управления.

При обосновании и анализе всех показателей экономической эффективности надо учитывать факторы повышения эффективности производства по основным направлениям развития и совершенствования производства. Эти направления охватывают комплексы технических, организационных и социально- экономических мер, на основе которых достигается экономия живого труда, затрат и ресурсов, повышение качества и конкурентоспособности продукции.

Сегодня уже никому не нужно доказывать, что российская промышленность увеличит свою долю на внутреннем и внешнем рынках только в том случае, если предприятия смогут повысить качество выпускаемой продукции. В свою очередь качество напрямую зависит от уровня технических решений, принятых на этапе создания продукции, и от их всестороннего инженерного анализа.

Инженерный анализ – это достаточно широкое понятие, которое включает весь комплекс необходимых вычислений для получения информации по прочности, жесткости, долговечности и устойчивости конструкций, по расчету частот собственных колебаний и определению динамических характеристик создаваемого оборудования в условиях

действия вынуждающих силовых факторов. Кроме того, в инженерной практике приходится решать тепловые задачи, проблемы термоупругости, пластичности, течения жидкости и газа, множество специализированных локальных проблем.

Очевидно, что все перечисленные инженерные задачи решаются для того, что бы были созданы равнопрочные конструкции, имеющие минимальный вес, минимальные энергетические потребности, как следствие, – минимальные начальную стоимость и эксплуатационные затраты. Сегодня уже не найти ни одной известной марки, при разработке которой не использовались бы системы инженерного анализа, методы оптимизации и другие инструментальные средства, без которых невозможно создать современное и конкурентоспособное оборудование.

Несмотря на все трудности, связанные с организацией таких работ, российской компании НТЦ АРМ удалось создать конкурентоспособную систему автоматизированного проектирования, конструирования машин. АРМ WinMachine нарабатывался долгие годы в многочисленных лабораториях отраслевых институтов и других научных организациях и предприятиях. Система АРМ WinMachine – наукоемкий программный продукт, на базе современных инженерных методик проектирования, численных методов механики, математики и моделирования, гармонично сочетающий опыт поколений конструкторов, инженеров-механиков и других специалистов с возможностями компьютерной техники и технологии которые составляют инструментальную основу проектирования и по большинству параметров не имеют мировых аналогов.

АРМ WinMachine включает в себя современные, эффективные и надежные алгоритмы и программы для расчета: энергетических и кинематических параметров. В технике расчётов прочности, жесткости и устойчивости;

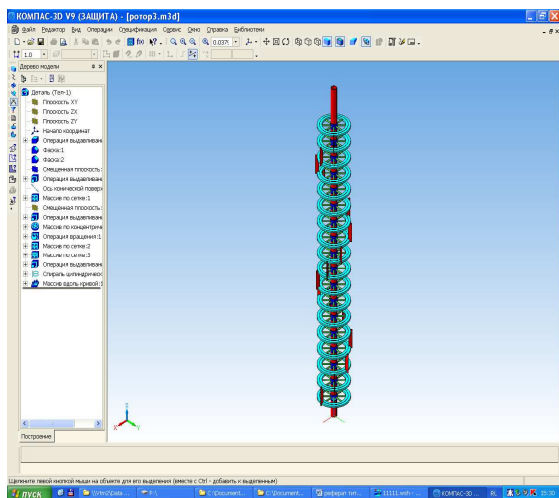


Рисунок 1 Ротор

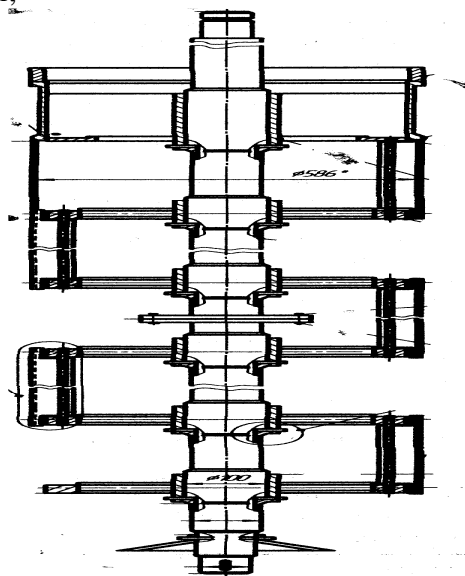


Рисунок 2 Роторный испаритель

Расчёт выносливости при нагрузках

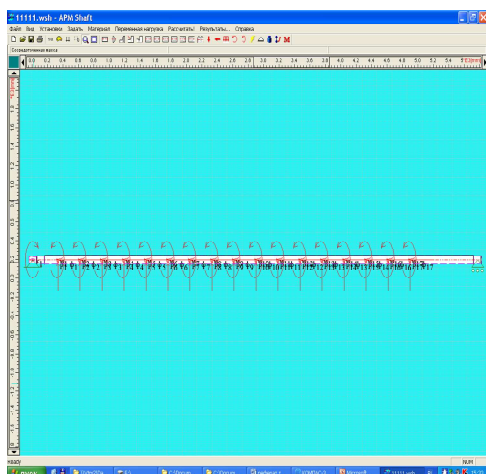


Рисунок 3. Модель ротора AMPStudio

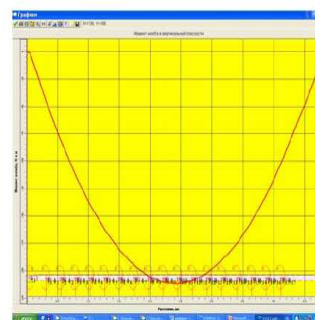


Рисунок 4. Результаты расчета

Расчет сборочного элемента роторного испарителя производился при помощи системы APM WinMachine, созданной в научно – техническом центре «Автоматизированное проектирование машин» (НТЦ АПМ).

Для реализации расчета была создана 3D модель в САПР Компас (рис.1), далее она импортирована в модуль APM Studio (рис.3), где были проставлены силы и места закрепления. Результаты расчёта проведены в APM Structure 3D. APM WinMachine позволяет рассчитать величины напряжений и деформаций в любой точке конструкции, как с учетом внешнего нагружения, так и с учетом собственного веса каждого элемента.

Кроме того, в APM WinMachine имеется набор инструментальных средств расчета и анализа. Эти средства, а также проектируемые детали, в зависимости от назначения разделены на подсистемы (модули), которые могут функционировать как в составе системы, так и самостоятельно. Простота работы с APM WinMachine позволяет существенно повысить производительность труда конструкторских отделов и без ущерба для предприятия снизить требования к квалификации сотрудников, работающих с системой.

ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ НА ЯЗЫКЕ FBD

Севастьянов Б.Г. доцент ВАЭиВТ ВПИ(филиал) ВолгГТУ

Принципы построения АСУ сформулировал в своё время академик Глушков В.М.[1]. Обращается внимание на принципы построения систем и в других работах [2].

Идеология программирования очень важна. Ниже излагаются принципы программирования на языке FBD и CFC, знание и применение которых уменьшает ошибки при программировании, упрощает отладку программ, значительно снижает трудоёмкость при эксплуатации системы. Если программа составляется на языке функциональных блоков, то целесообразно придерживаться следующих принципов при её написании:

1. Принцип функциональной полноты. Алгоритм и программа контроля и регулирования должны максимально реализовывать функции объекта управления (ОУ). Сюда входит учёт перспективных функций или задач. Введение новой функции не должно изменять (существенно) структуру программы. Структура программы должна содержать проверку входной и выходной информации на достоверность, отражать логику нормального функционирования ОУ, предусматривать анализ предаварийных состояний и аварийных ситуаций, содержать блоки прогноза вероятных нарушений и формирования рекомендаций обслуживающему персоналу или операторам технологического процесса, передачу и приём информации по локальной сети, связь с верхним уровнем (с АРМами).

2. Принцип единообразия в шифрации, нумерации и расположении алгоритмических блоков (алгоблоков), выполняющих одну или несколько взаимосвязанных функций. Расположение и их нумерация должны отражать последовательность преобразования информации. По другому этот принцип можно назвать принцип идентичности нумерации блоков в группах. Нумерация каждой группы блоков, реализующих одинаковые функции, должна быть идентична. Например, первая группа имеет нумерацию от 10 до 19, тогда вторая – от 20 до 29 и т.д.

3. Принцип нежёсткой нумерации. Между конечными и начальными номерами очередной группы алгоблоков, реализующих одну или несколько взаимосвязанных, но разных функций должны быть резервные номера алгоблоков (свободные). Обычно не более трёх-пяти.

4. Принцип вероятного изменения модификатора. При расположении алгоблоков друг под другом следует учитывать возможность изменения размера модификатора в сторону увеличения (на один размер). Этот принцип работает в тех средах и на тех контроллерах, где введён модификатор и его суть совпадает с сутью, которая заложена в понятие модификатор в контроллерах Р-130, КР-300, КР-500.

5. Принцип красоты геометрического расположения алгоблоков. Границы группы алгоблоков должны располагаться на одной линии, чтобы можно было проводить информационные кабели (связи между алгоблоками) без дополнительных зигзагов и пересечений.

6. Принцип промежуточного программного клеммника. Введение в программу промежуточных алгоблоков при вводе информации, или по-другому их назовём промежуточные «клеммники». Данный приём программирования позволяет оперативно переходить на резервный канал, не корректируя связи в самой программе.

7. Принцип распределённого программирования задач контроля и регулирования технологическим оборудованием, имеющим резерв. Нельзя параллельное резервирование технологического оборудования сводить к последовательному включению (с точки зрения резервирования) за счёт реализации программы управления резервным оборудованием в одном контроллере. В данном случае должно быть обязательно дублирование и аппаратных средств (контроллеров, блоков питания).

8. Принцип максимальной информационной автономности реализуемой задачи. Программа, обрабатывающая связанные параметры, должна располагаться в контроллере, к которому эти параметры подключены. Этот принцип позволяет распределять, в случае необходимости, связанные параметры по контроллерам так, чтобы отказ любого контроллера, работающего в локальной сети, не влиял на работоспособность другого контроллера (другой программы), или это влияние было бы не существенным. Если группа параметров необходима для выполнения одной или нескольких взаимосвязанных задач, то эти параметры должны быть заведены через устройства связи с объектом (УСО) на один контроллер.

Поясним несколько принципов на примерах, фрагментах программ. Так как, предлагается общий подход, то конкретная программа не имеет значения.

Приведём условную последовательность алгоблоков, реализующих управление задвижкой. Рассмотрим на примере управления двумя задвижками Z1 и Z2. Обычно алгоритм, программу описывают для первой задвижки. Допустим в алгоблоке A1 находится элемент И, осуществляющий защиту от некорректной команды. Например, делается сформировать команду открыть, когда задвижка открыта. В алгоблоке A2 находится таймер, контролирующий время открытия задвижки. И т.д. Если взять теперь вторую задвижку, то несмотря на то, что с первого взгляда они имеют другую нумерацию суть та же самая и та же нумерация алгоблоков. Возьмём алгоблок A22. Если отнять 20, то получим A2. Это же таймер, контролирующий открытие задвижки только не Z1, а Z2. Обращаю внимание, что в нумерации имеются разрывы. Такие разрывы, или наличие фиктивных блоков, позволяет вносить корректировки, добавления без перенумерации

всех алгоблоков. Мало того, если проектная документация готова, то это приведёт к огромным изменениям в проекте, где все описания и инструкции привязаны к конкретной нумерации!

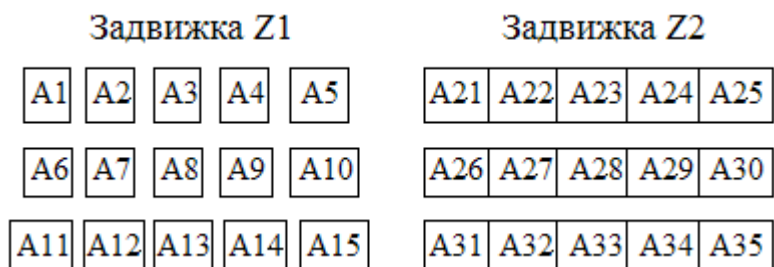


Рисунок 1. Иллюстрация применения принципа два и три

Для второй задвижки алгоблоки не разъединены. Это сделано для компактности и не искажает суть.

Принцип промежуточного программного клеммника. Приведём структуру программы в общем виде (рис.2). Допустим, в нашем случае резервным каналом является канал номер восемь (X8). В качестве промежуточного клеммника для каждого дискретного сигнала используют алгоритм ИЛИ, а для аналоговых сигналов алгоритм масштабирования с коэффициентом масштаба, равным единице.

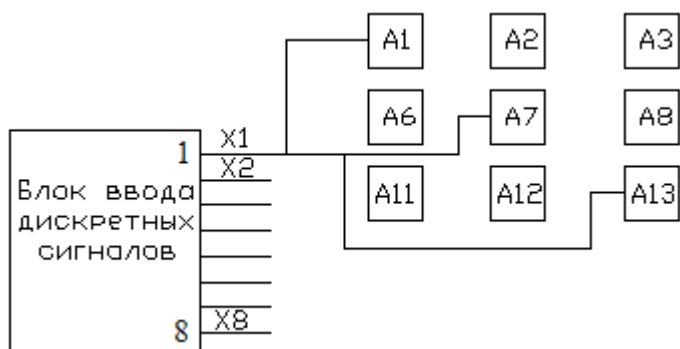


Рисунок 2. Фрагмент программы

На рисунке 3 представлена та же программа, только с промежуточным программным клеммником.

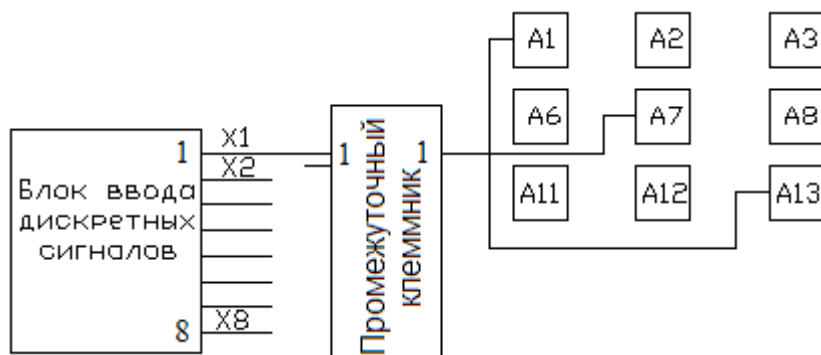


Рисунок 3. Фрагмент программы с клеммником

В случае отказа первого канала переходим на резервный: аппаратно и программно. На рис.4 показаны изменения в программе при наличии клеммника при переходе на резервный канал.

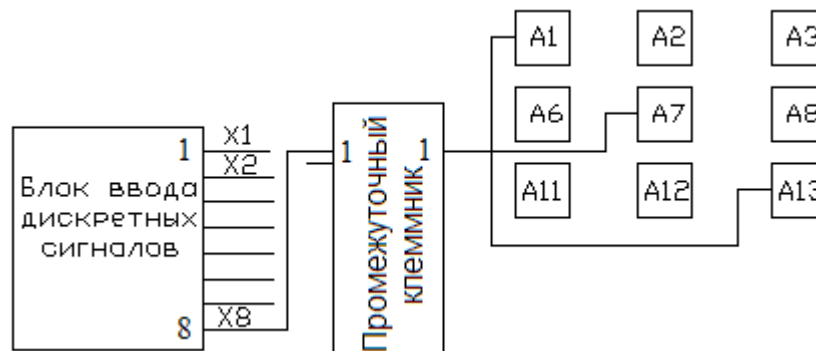


Рисунок 4. Иллюстрация перехода на резервный канал

При наличии промежуточного клеммника делается, как видим одно изменение (одна конфигурация), не меняя ничего в самой программе. В программе переходим на резервный канал оперативно. Электрическое изменение, переключение на резервный канал, делается тоже просто

Чтобы был понятен пятый принцип, поясним понятие модификатор на примере двухвходовой логики ИЛИ. Допустим, в одном алгоблоке может находиться до 20 элементов ИЛИ, но в нашей задаче требуется всего два элемента ИЛИ. В процессе работы часто возникает необходимость увеличить количество алгоритмов ИЛИ именно в этом алгоблоке, например, ещё на два. Но увеличение в одном алгоблоке увеличит его размер. Если алгоблоки расположены достаточно плотно, то это вызовет перекомпоновку части схемы. Надо ли везде предусматривать увеличение размера алгоблока или вставки в это место дополнительного алгоблока. Конечно, нет. Это сдует делать в тех местах, где с большой вероятностью появится такая необходимость.

Принцип красоты геометрического расположения алгоблоков. В серьёзных проектах имеются много контуров регулирования с использованием, например, ПИ-регулятор, управление десятками задвижек и т.д. Желательно определить с общей структурой регулятора, с общей структурой управления задвижкой. И тогда, глядя на большую программу, сразу узнаёшь - это регулятор, а это-блок управления задвижкой.

Информационный кабель в программе внешне неотличим от других линий, но при подводе курсора появляется падающее меню. В меню указываются все связи, которые проходят по этой линии.

Систематическое применение принципов при программировании дисциплинирует разработчика, повышает качество программ. Со временем у программиста вырабатывается свой «подчерк» написания программ.

Вполне возможно, что многие эти принципы разработчики используют подсознательно. Кто же не придерживался их, то попробуйте это сделать, и уверен, что не пожалеете. Особенно вам будут признательны специалисты, эксплуатирующие ваши программы. Такой подход нашёл поддержку и одобрение у специалистов автоматчиков, обслуживающих АСУ ТП, где приходилось автору внедрять различные системы.

Список используемой литературы:

1. Глушков В.М. Введение в АСУ.-Киев: Техніка, 1972.-310с.
2. Васильев С.Н. От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // Изв. РАН. ТиСУ. 2001. №2.-с.5-21.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕТЬЮ АЗС GENERAL FUELLER НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЙТИ-ОЙЛ

А.И. Лебединский, А.А. Рыбанов***

**ООО "Комплекс Ойл", г. Павловский Посад*

***ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский*

На сегодняшний день рынок реализации нефтепродуктов развивается быстрыми темпами. При этом в данном сегменте происходит усиление конкуренции и снижение рентабельности. В связи с этим в числе основных задач, стоящих перед руководством компании, стоит выделить усиление конкурентоспособности, повышение эффективности и улучшение управляемости автозаправочными комплексами. Именно такие задачи должна решать система АСУ.

Рассмотрим процесс автоматизации на примере компании ООО «Комплекс-ойл», осуществляющей свою деятельность в бензиновом бизнесе под торговой маркой GF (General Fueller). Компания работает на рынке более 10 лет. В настоящее время осуществляет свою деятельность в Московском регионе - Москва и ближайшее Подмосковье. Структура компании представлена четырнадцатью автозаправочными комплексами, которые помимо топливно-раздаточной станции включают в себя услуги автомойки, магазин сопутствующих товаров, кафе быстрого обслуживания, а также автоматы «Пит-старт» - пункты попутного технического сервиса, с помощью которых клиенты компании могут в режиме самообслуживания воспользоваться пылесосом, функцией подкачки шин, а также залить в автомобиль стеклоомывающую жидкость. Все АЗС оборудованы резервуарами емкостью от 10 до 26 кубических метров. Общее количество резервуаров – 62.

Пропускная способность по сети (в среднем) составляет около 17 тысяч литров в сутки. Основные виды топлива, реализуемые на АЗС – это АИ-92, АИ-95, АИ-98 и дизельное топливо. Также осуществляется отпуск АИ-80, но в значительно меньших объемах. Средний оборот автозаправочного комплекса в месяц составляет около 32 миллионов рублей.

Среди особенностей, отличающих данный вид бизнеса, можно выделить: ведение деятельности через небольшие распределенные объекты торговли; недостаток квалифицированного персонала, в том числе по сопутствующему товару; злоупотребления персонала.

Рассмотрим некоторые конкретные проблемы, существующие на АЗС, и эффективность их решения за счет внедрения программного обеспечения «АйТи-Ойл».

До начала процесса внедрения на автозаправочных комплексах программного продукта «АйТи-ОЙЛ» в качестве автоматизированных систем управления использовалось разнородное программное обеспечение (СПРУТ-2 и 1С), результатом чего оказались разрывы: измерение параметров нефтепродуктов производится отдельно, учет безналичных операций – отдельно, учет товародвижения сопутствующих товаров – отдельно и т.д.

Основные проблемы, которые предстояло решить посредством внедрения новой системы управления АЗК стали:

- исключение потерь топлива;
- исключение злоупотреблений персонала;
- контроль качество продукции (контроль параметров нефтепродуктов, сроков годности и т.д.);
- привлечение клиентов посредством системы лояльности;
- стимулирование сбыта путем проведения промо-акций;
- увеличение продаж за счет управления ценообразованием, ассортиментом и т.д.;
- улучшение качества обслуживания;
- увеличение скорости обслуживания;
- создание единой информационной сети, связывающей офис и автозаправочные комплексы.

Исключение потерь топлива. Потери возникают как при приеме топлива из бензовоза в резервуар, так и при отпуске топлива в бак транспортного средства.

В первом случае, потери связаны с расхождением реально принимаемого объема нефтепродуктов из бензовоза с данными, указанными в товарно-транспортной накладной. Изменение объема топлива связано с изменением температуры: при уменьшении температуры объем уменьшается, при использовании бензовоза вместимостью 5 кубических метров теряется около 50 литров. Помимо этого из-за разницы температур потери происходят в момент слива нефтепродуктов с бензовоза в резервуар. В большинстве случаев, уровень нефтепродуктов в резервуаре измеряется при помощи метрштока. Затем по градуировочной таблице вычисляется объем. При этом не учитывается объем подтоварной воды, влияющей на результаты измерения метрштоком. Подобный подход к измерению дает погрешность до 1 см, при условии, что для горизонтального резервуара объемом 25 кубических метров 1 см на метрштоке в середине составляет 100 литров. Таким образом, анализируя изложенное выше, мы получаем среднее количество неучтенного топлива на сумму около 1'124 тыс. рублей, следствием чего становится упущенная выгода более 320 тысяч рублей в месяц.

За счет внедрения автоматизированной системы контроля параметров нефтепродуктов, входящей в состав АйТи-Ойл, вышеуказанные погрешности могут быть сведены практически к нулю, таким образом, экономический эффект от ее внедрения составит более 320 тыс. руб. в месяц.

Во втором случае потери возникают при отпуске нефтепродуктов с топливораздаточных колонок. Естественные потери определяются основной погрешностью +/- 0,25% и дополнительной погрешностью - 0,04% на каждые 10°C. На практике на существующих АЗС эта величина составляет +/- 0,5%. В результате технологические потери при отпуске нефтепродуктов в нашем случае можно оценить в 432 тыс. руб. в месяц за неучтенное топливо. Упущенная выгода при этом составляет более 108 тыс. руб. в месяц.

Подсистема автоматизированного отпуска топлива, входящая в АйТи-Ойл, обеспечивает выполнение всех операций по отпуску нефтепродуктов в едином технологическом цикле (прием топлива, состояние резервуаров, управление отпуском топлива), что позволяет свести данную основную погрешность к естественным 0,25%.

АСУ «АйТи-Ойл» решает данные задачи путем точного учета и контроля технологических потерь на всех уровнях и достоверности информации для принятия решения.

Исключение злоупотреблений персонала. Еще один из факторов, приводящий к потерям на АЗС, - человеческий, так называемая, «сушка» безналичных топливных карт оплаты, происходящие с ведома операторов и старших АЗС. Данное явление не только влечет за собой финансовые потери компании, но и крайне негативно сказывается на ее репутации. Комплексная автоматизация АЗС системой АйТи-Ойл исключает возможность подобных ситуаций и позволяет свести влияние человеческого фактора практически к нулю. Для рассматриваемой организации экономический эффект от внедрения составляет более 200 тыс. руб. в месяц.

В тоже время автоматизированная система обеспечивает оператору АЗС интегрированное рабочее место, где он максимально быстро выполняет все необходимые операции, что значительно повышает эффективность его работы и ускоряет выполнение многих функций.

Особенности торговли сопутствующими товарами. Проблемы:

- товара много – продаж мало;
- огромный неуправляемый ассортимент;
- просроченные товары;
- поставщики возят не тот товар и не по согласованным ценам.

Решения на базе АСУ «АйТи Ойл»:

- ведение партионного учета и сроков годности – автоматическое отслеживание;
- анализ оборачиваемости товара;
- централизованное ведение ассортимента;
- централизованное ценообразование;
- контроль цен поставки и договорных условий в системе;

Таким образом, система комплексной автоматизации АйТи-Ойл способствует:

1) **повышению конкуренции** за счет повышения управляемости и скорости реакции на изменения, повышения эффективности, создания собственной системы безналичных расчетов, а также использования различных гибких схем лояльности для работы с клиентами

2) **повышению эффективности** бизнеса за счет получения оперативной и достоверной информации, повышения эффективности работы персонала, уменьшения издержек при продаже нефтепродуктов, товаров и услуг на АЗС, уменьшения воровства и злоупотреблений на АЗС, ускорения процесса обслуживания клиентов, упрощения документооборота и коммерческого учета.

В силу ряда технологических особенностей система комплексной автоматизации способна должным образом обеспечить реализацию современных маркетинговых программ, направленных на активную работу с потребителями – физическими лицами.

Система включает жесткую интеграцию лояльности с системой АСУ, позволяет настраивать гибкие системы и схемы лояльности с одновременным использованием различных вариантов, создавать реальные бонусные и коалиционные программы, вести учет и контроль призов.

За счет одного только обслуживания физических лиц с применением микрочиповых смарт-карт на АЗК, на которых установлена АСУ «АйТи-Ойл» по количеству проведенных транзакций позволила поднять оборот на этих АЗК на 30-40%.

Для определения экономического эффекта от повышения скорости выполняемых операций, а также от экономии рабочего времени сотрудников можно воспользоваться расчетом упущенной выгоды за простой мощностей за аналогичный промежуток времени. В нашем случае, при среднем обороте сети АЗС в 32 миллиона рублей в месяц, экономический эффект от повышения эффективности работы персонала составит более 712 тыс. рублей в месяц.

Проблемы управления. Можно выделить следующие проблемы управления:

- неоперативная и недостоверная информация о текущем положении дел;
- решение принято, а доведение до исполнителей долгое;
- слабый учет и контроль за персоналом;

Решение было найдено на базе аналитического блока рассматриваемой системы автоматизации, который представляет собой единую среду бизнес-анализа для руководителей и сотрудников. Удобный интуитивный интерфейс, визуализация данных, встроенные сценарии анализа, пространственная визуализация, а также мобильный доступ к информации позволяют поводить аналитику в режиме реального времени, получать актуальные данные и формировать на их основе динамические отчеты с детализацией; простой интерфейс, позволяющий создавать папки для часто просматриваемых отчетов, проводить поиск нужных отчетов по ключевым словам; алерты и оповещения. Мобильный доступ организован на базе SSL протокола.

Среди других реальных возможностей получения экономического эффекта от внедрения на автозаправочных комплексах автоматизированной системы управления сетью АЗС «АйТи Ойл» можно выделить следующие:

1. Возможность осуществления полного централизованного контроля за безналичными операциями в работе с корпоративными клиентами. Процесс перехода к работе со смарт-картами вместо талонов и ведомостей не требует ручной обработки бумаг, и, как следствие, повышает эффективность работы персонала и позволяет сократить расходы на

данный ресурс. При этом осуществление операторами каких-либо махинации с использованием смарт-карт практически невозможно.

2. Расширение клиентской базы за счет предложения корпоративным клиентам удобных условий обслуживания, а также новых схем работы на основе смарт-карт. Помимо этого система предоставляет возможность обеспечить ощутимый дополнительный доход путем реализации различных схем привлечения и удержания клиентов физических лиц посредством дополнительных схем лояльности.

3. АСУ «АйТи Ойл» позволяет унифицировать системы управления топливорасдаточными колонками сети АЗС. Система в силу технических и технологических особенностей позволяет работать с различным оборудованием, что в свою очередь позволяет снижать издержки, связанные с обслуживанием системы управления.

4. Функция консолидации сведений со всех АЗС, входящих в комплекс, в центральном офисе позволяет получать оперативную информацию с высокой степенью достоверности о складских запасах, товародвижении, реализации по видам топлива, эффективности ценообразования. Все эти данные отражаются в центральной (офисной) базе в режиме реального времени и в удобном виде для просмотра и анализа. На основе этой информации руководство имеет возможность своевременно принимать эффективные решения по ценообразованию, логистике и прочим вопросам финансово-хозяйственной деятельности компании, контролировать работу персонала и отдельных автозаправочных комплексов.

Приведенные выше расчеты демонстрируют, что автоматизация автозаправочных комплексов на основе программного обеспечения АйТи-Ойл может быть весьма выгодна как с точки зрения экономии, так и контроля. При этом наибольший эффект достигается при четкой комплексной автоматизации всех технологических процессов на АЗС в единую систему управления.

Подводя первые итоги проекта, хочется отметить, что комплексное решение автоматизации автозаправочных комплексов на базе «АйТи-Ойл» отвечает современным техническим и технологическим требованиям, автоматизирует и учитывает все ключевые бизнес-процессы торговли нефтепродуктами, обеспечивает руководство информацией, необходимой для принятия разноплановых управленческих решений.

АДИАБАТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР СМЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКРИЛАМИДА

Е.Д. Рысенкова магистр V курса каф. ПЭБЖ,

А.Б. Голованчиков зав. кафедрой ПАХП, Л.И. Греков доц. кафедры ПЭБЖ,

В.Ф. Желтобрюхов зав. кафедрой ПЭБЖ, ВолгГТУ, Волгоград

Акриламид является мономером для получения полиакриламида, который находит широкое применение во многих областях промышленности, таких, как горно- и нефтедобывающая, пищевая, целлюлозно-бумажная, лакокрасочная, а также в производстве отделочных материалов, искусственной кожи и многих других областях.

Синтез акриламида может осуществляться различными химическими способами, но наиболее технологически приемлемым является метод получения акриламида гидратацией акрилонитрила при температуре 80 – 120 °С в присутствии металлической меди $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CONH}_2$.

Данный процесс проводится в вертикальном стальном аппарате с перемешивающим устройством.

По интегральной кинетической кривой для заданной степени конверсии $\chi=0,95$ среднее время пребывания реакционной смеси должно быть 2 часа. Исходные и справочные данные и основные расчетные параметры приведены в таблице.

Таблица – Исходные и справочные данные и расчетные параметры

№	Наименование параметра	Размерность	Обозначения	Величина
1	2	3	4	5
Исходные данные				
1	Производительность по реакционной массе	м ³ /час	q _v	0,048
2	Начальная концентрация основного реагирующего компонента А	моль А/м ³	C _{АО}	3,04
3	Степень конверсии	-	χ _{АК}	0,95
4	Среднее время пребывания, обеспечивающее заданную степень конверсии	с	τ	7270
1	2	3	4	5
5	Число точек в массивах	-	n	19
6	Температура реакционной массы на входе в реактор	°С	t _H	100
Справочные данные				
1	Рабочая температура реакционной массы в реакторе и на выходе из него	°С	t _K	100
2	Тепловой эффект реакции по компоненту А	кДж/моль А	q _t	59,141
3	Плотность реакционной массы при рабочей температуре	кг/м ³	ρ	806,4
4	Вязкость реакционной массы при 0 °С	Па·с	μ ₀	0,00034
5	Температурный коэффициент вязкости реакционной массы	К-1	β	0,060
6	Теплоемкость реакционной массы	кДж/кг·К	c _p	4,182
7	Теплопроводность реакционной массы	Вт/м·К	λ	0,64
8	Начальная температура хладагента (воды) на входе в рубашку	°С	t _{WH}	20
9	Конечная температура хладагента на выходе из рубашки	°С	t _{WK}	70
10	Теплоемкость хладагента	кДж/кг·К	c _w	4,190
11	Вязкость хладагента при 0 °С	Па·с	μ _w	0,001
12	Коэффициент вязкости хладагента	К-1	β _w	0,0057
13	Плотность хладагента при средней температуре в рубашке	кг/м ³	ρ _w	988
14	Теплопроводность хладагента при средней температуре	Вт/м·К	λ _w	0,68
15	Ширина кольцевого сечения рубашки, в котором движется хладагент	м	δ _p	0,006
16	Толщина стальной стенки реактора	м	δ _c	0,006
17	Теплопроводность стальной стенки реактора	Вт/м·К	λ _c	46,2
18	Термическое сопротивление стенки рубашки (ржавчина, накипь, солевой камень)	$\left(\frac{Вт \cdot м}{м^2 \cdot К}\right)^{-1}$	r _c	0,00046
1	2	3	4	5
19	Относительный диаметр мешалки в реакторе идеального смешения	-	d _{от}	0,3
20	Число оборотов промышленной мешалки	об/с	n _M	5
Расчетные параметры				

1	Конечная концентрация реагирующего компонента А	моль/м ³	C _{АК}	0,152
2	Тепловая мощность реактора	кВт	Q	0,2×10 ⁻²
3	Массовый расход хладагента в рубашке	кг/час	G _W	0,0391
4	Объем реакционной массы в реакторе идеального смешения	м ³	V _p	0,4307
5	Расчетный диаметр реактора	м	D _А	0,755
6	Стандартный диаметр реактора	м	D _{АС}	0,8
7	Высота цилиндрической части реактора	м	H _А	0,755
8	Диаметр пропеллерной мешалки	м	D _М	0,227

Как видно из результатов расчетов для перевода реактора синтеза акриламида в адиабатический режим работы необходимо реакционную массу подавать в реактор, нагретую до 100 °С, то есть практически до рабочей температуры в самом реакторе, так как тепловой эффект экзотермической реакции обеспечивает нагрев реакционной массы всего на 0,3 °С.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ ШИРОКИМ РЕЗЦОМ И РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩИМ ПРОШИВАНИЕМ

*д.т.н., профессор В.А. Санинский, аспирант Е.Н. Осадченко
Волжский, ВПИ (филиал) ГОУ ВПО ВолгГТУ*

Одной из целей обработки на ОАО ВПЗ наружных и внутренних поверхностей трубных заготовок из нержавеющей стали и стали подшипниковых марок ШХ с повышенными требованиями к качеству отделки их поверхностей является устранение дефектов от прокатки, прошивки. Для повышения точности и производительности обработки может осуществляться борштангами с широкими резцами на больших подачах (3-5 мм/об и более) [1]. Этот процесс сравнительно производителен, но не обеспечивает повышенных требований к обработанной поверхности Ra 1,25-0,63. Для повышения производительности обработки разработан специальный пинольный станок [2], позволяющий совместить растачивание широким резцом и режущо-деформирующее прошивания в одном рабочем ходе [2, 3]. Исследованиями [1] установлено, что при тонком точении с большими подачами (до 0,3-0,4 мм/об) производительность повышается в несколько раз. При этом возрастает также и точность изготовления деталей, особенно в случае совмещения растачивания с режущо-деформирующим прошиванием [2]. Однако ряд вопросов, касающихся тонкого точения с большими подачами, недостаточно освещен в литературе.

Известно [1], что малейший перекосящий зачистного лезвия относительно направления подачи вызывает значительное увеличение микронеровностей на обработанной поверхности. Исключить перекосящий зачистного лезвия технически трудно. В результате отклонения от параллельности зачистного лезвия (рис. 1а) направлению подачи, на обработанной поверхности появляются пилообразные микронеровности [1], обуславливающие высоту остаточных микронеровностей (рис. 1б).

Случай I - угол ψ (характеризующий отклонение зачистного лезвия от направления подачи) отсчитывается (в основной плоскости) против часовой стрелки. Линия CD— след зачистного лезвия, которое повернулось от номинального положения (от линии AC) на угол $\psi = \angle ACD$. Как видно из рисунка 2а, микронеровности имеют форму треугольника (ADC). Угол $CAD = \varphi_2 - \psi$, расчетная высота микронеровности $H_{p1} = BD$. Из треугольника ABD

$$AB = \frac{H_p}{\text{tg}(\varphi_2 - \varphi)} \quad (1)$$

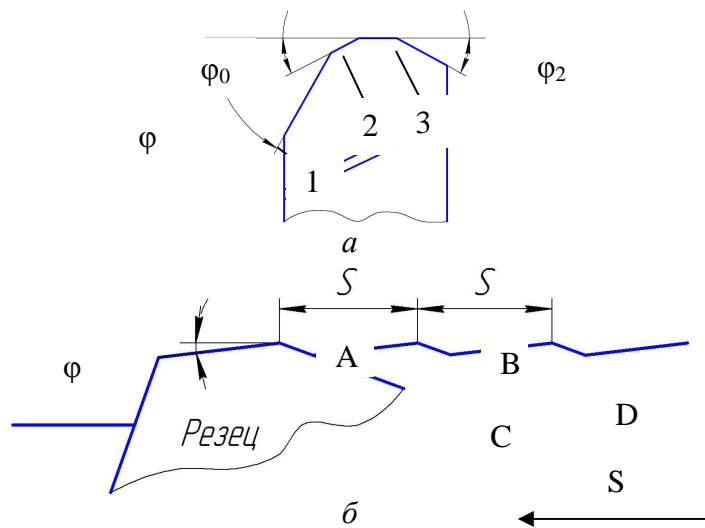


Рисунок 1 - Резец для тонкого точения с большими подачами: а- вид в плане: 1 – главная, 2 – переходная, 3 – зачистная режущие кромки: б –схема резания широким резцом

Из приведенных формул следует, что расчетная высота микронеровностей пропорциональна величине подачи, углу ψ и зависит, кроме того, от углов φ , φ_0 и φ_2 . При одинаковых значениях подачи s и $\angle \psi$ высота H_p уменьшается при уменьшении φ , φ_0 и φ_2 . На рис. 2 представлены графики, характеризующие зависимость расчетной высоты микронеровностей H_p от величины перекоса зачистного лезвия резца для случая I при $\varphi_2=10^\circ$.

Из треугольника CBD

$$BC = \frac{H_p}{\operatorname{tg}\varphi} \quad (2)$$

Подача

$$s = AB + BC = \frac{H_{p1}}{\operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi)} + \frac{H_{p1}}{\operatorname{tg}\varphi} \quad (3)$$

откуда

$$H_{p1} = 1000s \frac{\operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi)\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi) + \operatorname{tg}\varphi} \text{ мк}, \quad (4)$$

где s — подача в мм/об.

Случай II — угол ψ отсчитывается по часовой стрелке. Линия AD — след зачистного лезвия, которое отклонилось от номинального положения (от линии AC) на угол $\psi = \angle CAD$. В этом случае микронеровности также имеют форму треугольника (ADC). Угол $\angle ACD = \varphi - \psi$; расчетная высота микронеровностей $H_{pII} = BD$; подача $s = AB + BC$.

Аналогично предыдущему, из треугольников BAD и BCD после преобразований получим

$$H_{p11} = 1000s \frac{\operatorname{tg}(\varphi - \psi)\operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}(\varphi - \psi) + \operatorname{tg}\psi} \text{ мк}. \quad (1)$$

При наличии переходной кромки под углом в плане φ_0 и при небольших значениях (до 5°) угла ψ схема образования микронеровностей аналогична схеме на рис. 4, но при этом угол φ должен быть заменен углом φ_0 и расчетная формула примет вид:

$$H_{p11} = 1000s \frac{\operatorname{tg}(\varphi_0 - \psi)\operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}(\varphi_0 - \psi) + \operatorname{tg}\psi} \text{ мк}. \quad (2)$$

Как видно из рис. 2, получение чистоты поверхности, соответствующей 9-му классу, возможно при работе с подачей $s=0,2$ мм/об при угловом отклонении резца до 0,75 мм на 100 мм длины, а для подачи 0,3 мм/об — до 0,5 мм на 100 мм длины. С целью проверки полученных зависимостей были поставлены специальные эксперименты. Резцы имели геометрию: $\gamma=0^\circ$, $\alpha=12^\circ$, $\varphi=40^\circ$, $\varphi_1=0^\circ$, $\varphi_2=14^\circ$. Обработка стали 40X производилась при $v=250$ м/мин, $s=0,164$ мм/об, $t=0,1$ мм. В процессе доводки зачистных лезвий резцы базировались по боковой грани державки, которую предварительно шлифовали. Этим обеспечивалась установка резца в соответствии с заданным углом ψ .

Полученные с помощью двойного микроскопа МИС-11 фотографии световых сечений обработанной поверхности для случая I, показывают, что величины неровности, получаемые расчетом, достаточно близки к фактическим.

При $\operatorname{tg}\psi=0,0145$, $H_p=2,28$ мк, высота неровности, измеренная по фотографии, $H_{cp}=3,82$ мк; б) $\operatorname{tg}\psi=0,0558$, $H_p=7,65$ мк, $H_{cp}=8,25$ мк

На режущем лезвии резцов имеются микронеровности. Эти неровности зачистного лезвия копируются на обработанной поверхности, и чем ближе угол ψ к нулю, тем большее влияние они оказывают на величину H_{cp} изделия. Перекос резца не вызывает увеличения H_{cp} до тех пор, пока шероховатость, получаемая за счет микронеровности лезвия резца, больше величины H_p , вызываемой перекосом лезвия. Поэтому при изготовлении резцов необходимо путем доводки или специальной обработки обеспечивать минимальную шероховатость зачистного лезвия резца.

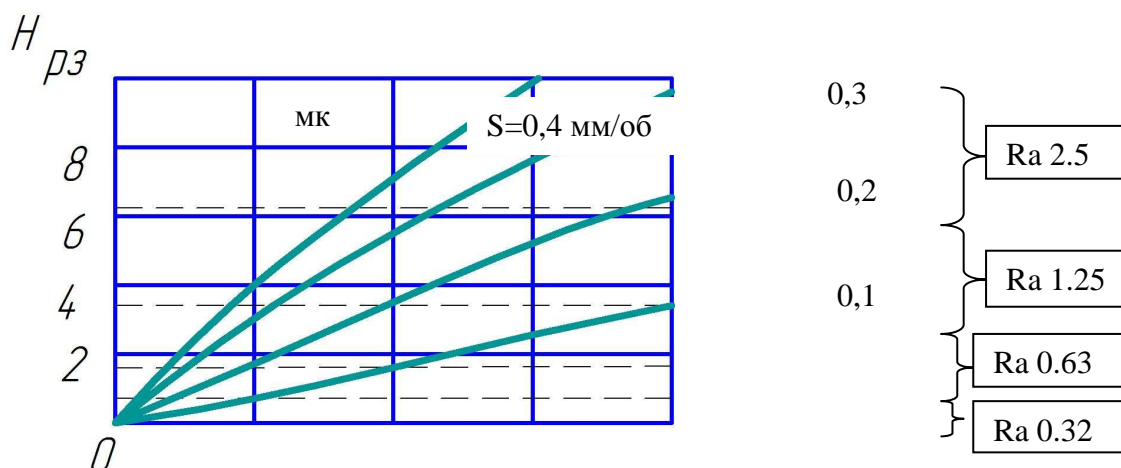


Рисунок 2 - График зависимости чистоты обработки от подачи

Библиографический список

1. Маликов В. Н., Резцы с зачистной кромкой для чистового растачивания, «Станки и инструмент» № 7, 1960.
2. Санинский, В. А. Совмещенная обработка глубоких отверстий / В. А. Санинский // Передовой производственный опыт и научно-технические достижения, рекомендуемые для внедрения в отрасли: информ. сб. / ВНИИТЭМР. – М., 1989. – Вып. 5. – С. 6 – 9.

ЭЛЕКТРОУСТРОЙСТВО ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Е. В. Серегина, студент группы ТМХ-448, А. Б. Голованчиков, доктор технических наук, профессор, Н. А. Дулькина, доцент, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

В сточных водах содержится сложная смесь твердых и растворенных веществ, которые присутствуют в очень малых концентрациях.

Предлагаемое изобретение конструкции аппарата для биологической очистки сточных вод (рисунок 1) относится к устройствам непрерывного действия для очистки хозяйственных и промышленных сточных вод и может найти применение на городских очистных сооружениях, в локальных системах очистки предприятий химической, медицинской, фармацевтической, лакокрасочной, машиностроительной, металлургической и других отраслях промышленности.

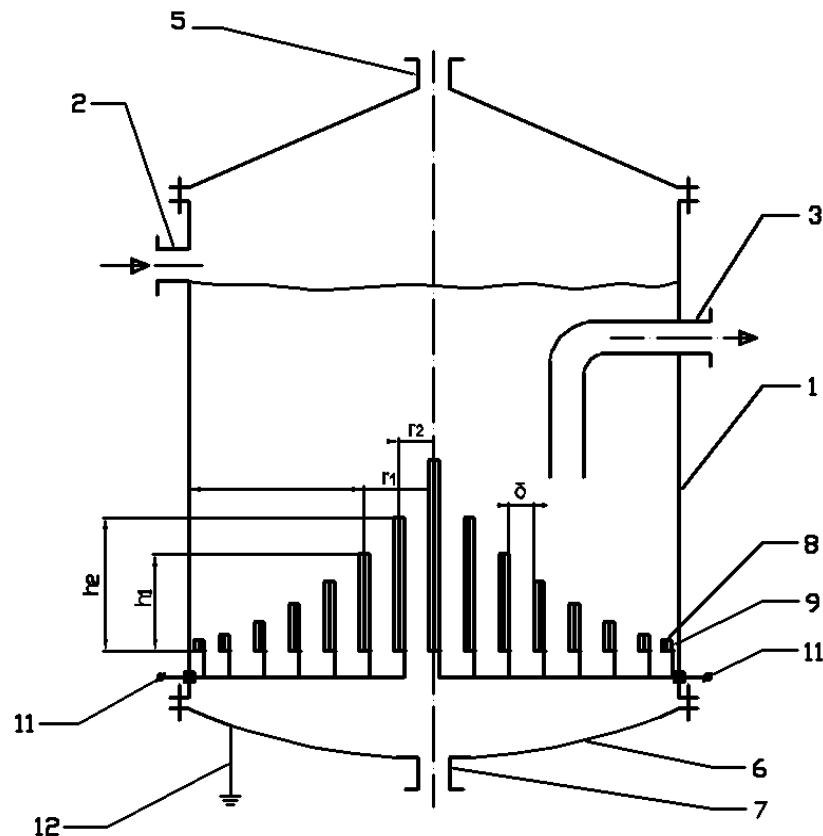
Недостатками известных конструкций является неравномерность подачи газов электролиза в жидкость и неодинаковый ток пластин при цилиндрической форме резервуара.

Преимуществом предлагаемой конструкции аппарата является увеличение производительности в аппарате цилиндрической формы за счет равномерного выделения пузырьков электролитических газов во всем объеме очищаемой жидкости.

Результат достигается тем, что пластины анодов и катодов (рисунок 2) выполняются в виде цилиндров, что позволяет использовать их в резервуарах цилиндрической формы и полностью охватывать все дно сечения, что увеличивает производительность при биологической очистке сточных вод, причем высота каждого цилиндра определяется по пропорции (1):

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\ln\left(\frac{r_{a1}}{r_{a1-\delta}}\right)}{\ln\left(\frac{r_{a2}}{r_{a2-\delta}}\right)}, \quad (1)$$

где h_1 и h_2 – соответственно высота цилиндров, имеющих радиусы анодных пластин r_{a1} и r_{a2} ;
 δ – кольцевой зазор между смежными анодом и катодом.



1 – цилиндрический резервуар; 2 – выходной патрубок исходной воды; 3 – выходной патрубок очищенной воды; 4 – крышка; 5 – патрубок для отвода газов электролиза; 6 – днище; 7 – патрубок для отвода шлама; 8 – анод; 9 – катод; 10 – разделяющие кольца; 11 – источник постоянного тока; 12 – заземление

Рисунок 1 – Разрез общего вида устройства для биологической очистки сточных вод

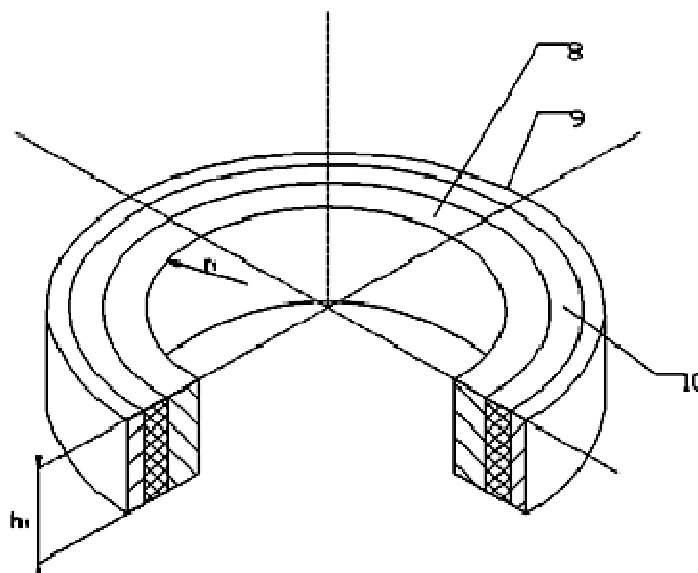


Рисунок 2 – Кольцо из диэлектрического материала с закрепленными на его боковых поверхностях цилиндрических пластин анода и катода

Поперечное закрепление пластин анода и катода на боковых поверхностях разделяющего их кольца, выполненного из диэлектрического материала позволяет поверхность каждого анода увеличить по сравнению с поверхностью катода, а значит уменьшить плотность тока, приводящую к растворению анодных пластин при электролизе, что уменьшает срок службы электродной системы и в целом производительности устройства.

Устройство для биологической очистки сточных вод работает следующим образом. От источника постоянного тока подают потенциал на аноды и катоды. По патрубку в резервуар подают очищаемую жидкость. В зазоре между анодами и катодами идет ток через очищаемую воду как проводник II рода. На поверхности анодов выделяются пузырьки кислорода, а на поверхности катодов пузырьки водорода. Пузырьки кислорода взаимодействуют с взвешенными частицами активного ила и микроорганизмов, находящимися в очищаемой воде, что приводит к биокислению органики в очищаемой воде. Кроме того пузырьки водорода и кислорода, поднимаясь вверх, сталкиваясь со взвешенными частицами выносят их при флотации в пену. Отработанная смесь газов электролиза отводится по патрубку в систему вентиляции, крупные частицы, образующиеся в результате коагуляции, опускаются вниз на дно резервуара и по патрубку отводятся в шламонакопитель. Очищенная вода отводится из резервуара по патрубку.

Таким образом, цилиндрическая форма пластин анодов и катодов и попарное закрепление каждой пластины анода и катода на боковых поверхностях разделяющего их кольца, выполненного из диэлектрического материала при условии выполнения высоты каждого кольца, подчиняющегося пропорции (1), позволяет в полной мере использовать площадь сечения цилиндрического резервуара для обработки очищаемой воды, интенсифицировать процесс биологической очистки воды во всем объеме резервуара за счет одинакового тока в зазоре между смежными анодами и катодами, а значит одинакового электролиза с выделением электролитических газов кислорода и водорода, что предотвращает образование застойных зон, неравномерную обработку очищаемой воды газами электролиза и ее неравномерное перемешивание по объему резервуара.

Вышеназванные преимущества предлагаемого устройства для биологической очистки сточных вод интенсифицируют процессы биокисления и электрофлотации и повышают производительность по очищаемой воде.

На разработанную конструкцию устройства для биологической очистки сточных вод подана заявка на полезную модель.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РУЧНОГО КОНТРОЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

Носенко С. В., Гудков И.В., Чирсков Д.И.

*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
Волгоградский государственный технический университет*

В настоящее время данные измерений используются чаще и более разнообразно, чем когда-либо раньше. В частности, решение о необходимости регулировки производственного процесса, как правило, основывается на данных измерений. Данные измерений или некоторая статистика, полученная из них, сравнивается со статистическими контрольными границами для процесса, и, если сравнение показывает, что процесс статистически не управляем, то производится определённая его регулировка. В противном случае процесс протекает без регулировки.

Другое применение полученных данных – определение наличия значимой взаимозависимости между двумя или большим числом переменных. В частности, можно предположить, что критический размер исследуемой поверхности связан с температурой перерабатываемого материала. Наличие такой взаимосвязи может быть изучено с использованием статистической процедуры, называемой регрессионным анализом [1].

В процессе производства подшипниковой продукции на ОАО «ЕПК Волжский» для контроля макрогеометрии используется группа приборов ручного контроля (УД – 1В, Д313-2М, УД – ОМ и др.) от качества работы которых напрямую зависит качество выпускаемой продукции.

С учетом того, что с использованием данного оборудования измеряются в том числе и критические характеристики подшипниковой продукции, от качества измерительных систем так же зависит безопасность эксплуатации изделий.

В связи с чем цель исследований заключалась в объективной оценке средств измерений по определенным параметрам (точность, воспроизводимость, сходимость, размах показателей и среднее отклонение) с помощью анализа измерительных систем (MSA).

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

выбрать изделие, используемое для анализа;

исследовать приборы ручного контроля макрогеометрии колец подшипников, используемых, согласно плана управления, при контроле данного изделия;

исследовать методы и средства измерения с использованием данных СИ;

провести оценку измерительных систем используя методы статистического анализа, согласно ГОСТ Р 51814.5-2005

MSA концентрирует внимание на понимании процесса измерения, определяя количество ошибок в процессе и оценивая соответствие измерительной системы контролю продукции и управлению процессом. MSA содействует пониманию и улучшению (снижению изменчивости).

Хотя от каждой измерительной системы могут требоваться различные статистические свойства, есть некоторые фундаментальные характеристики, которыми должна обладать любая измерительная система: адекватная разрешающая способность и чувствительность, статистически управляемое состояние измерительной системы, малая изменчивость измерительной системы по сравнению с границами допуска при контроле продукции, эффективное разрешение и малая изменчивость измерительной системы по сравнению с изменчивостью производственного процесса в случае, когда измерительная система используется для управления процессом.

Согласно [1], существует шесть важнейших элементов обобщенной измерительной системы для обеспечения достижения требуемых целей: эталон, изделие,

инструмент, человек, процедура и окружающая среда. Это может считаться моделью ошибок полной измерительной системы[2].

Для проведения MSA проводился отбор деталей подшипников или подшипников всборе одного типа в количестве 10 штук. В связи с тем, что измерительная система используется для управления процессом, т.е. результаты измерений определяют, находится ли процесс в стабильном состоянии, очень важным является отбор деталей из всего диапазона допуска на изготовление.

Число контролеров, определенных для выполнения измерений по указанным параметрам и типам подшипников – 3 человека.

Измерения окончательно обработанных и промаркированных деталей подшипника проводились на контрольной точке цеха в разные смены, при стабильной температуре $20 \pm 4^\circ$.

В результате трехкратного повторения опыта каждым контролером (детали измерялись в различном порядке) была сформирована генеральная совокупность.

Оценка изменчивости (*INT*) сходимости и воспроизводимости (*R&R*) системы осуществлялась методом средних и размахов [3]. Анализ полученных в результате измерений данных с помощью методов математической статистики позволил определить погрешность и значение полной изменчивости измерительных систем. На основании величины относительной сходимости и воспроизводимости в соответствии с рекомендациями [1], был сделан вывод о приемлемости измерительного процесса.

Список использованной литературы:

1. А. Баннов, М. Иванов, И. Рыбаков. Анализ измерительных систем. Приоритет. 226 С.
2. Deming, W. S., *The New Economics for Industry, Government, Education*, The MIT Press, 1994, 2000.
3. ГОСТ Р 51814.5-2005.

ВИБРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫПУСКА СВЯЗНЫХ, ЛИПКИХ И СЛЕЖИВАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

*А.Б. Голованчиков, д. т. н., профессор кафедры ПАХП ВолгГТУ,
А.А. Шагарова, к.т.н., доцент кафедры ПАХП ВолгГТУ, А.П. Шапошников, студент
кафедры ПАХП ВолгГТУ, Н.А. Прохоренко, студент кафедры ПАХП ВолгГТУ*

При работе шнековых экструдеров наблюдается неравномерное движение материала в загрузочном бункере, что отрицательно сказывается на постоянстве производительности экструзионной машины [1].

Для переработки связных, слеживающихся материалов были сконструированы специальные вибрационные устройства, позволяющие интенсифицировать работу экструдера за счет обеспечения непрерывной подачи перерабатываемого материала из загрузочного бункера в канал экструдера.

Разработанные вибрационные устройства имеют малую металлоемкость, а их удельные энергозатраты практически не зависят от производительности.

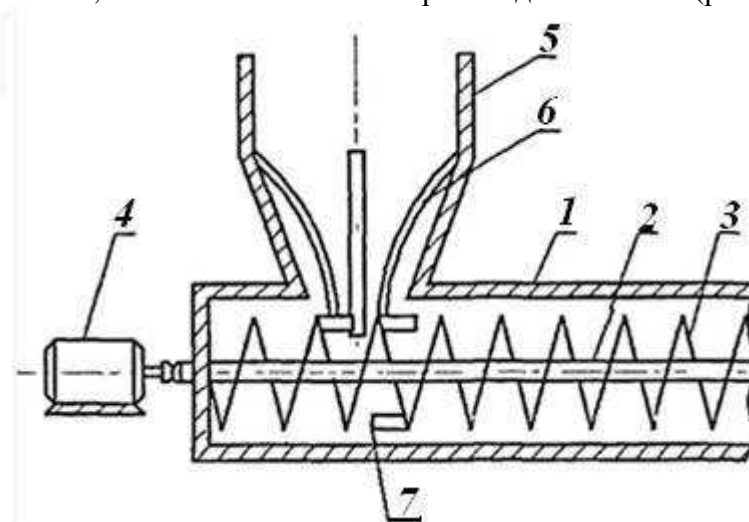
Конструкции вибрационных устройств просты и надежны, отличаются небольшими габаритами и отсутствием вращающихся частей.

В патенте [2] предлагается изобретение, включающее упругий рабочий орган переменной кривизны, закрепленный на загрузочном участке и взаимодействующий с подвижным опорным элементом, при этом подвижный опорный элемент представляет собой шнек с неподвижно закрепленной на его валу втулкой с зубцами равномерно расположенными на ее боковой поверхности, а упругий рабочий орган выполнен в виде набора пластин.

Установка набора пластин упругого элемента и равномерное распределение зубцов по боковой поверхности втулки позволяет за один оборот вала шнека создать число упругих колебаний каждой пластины, равное числу зубцов, то есть перевести режим одиночных колебаний в режим непрерывной вибрации этих пластин. Установка набора пластин позволяет также их закрепить на разных боковых поверхностях загрузочного участка бункера, что увеличивает их вибрационное воздействие на весь объем материала.

В разработанном устройстве [3] консольная установка на гребнях шнека в зоне загрузочного участка упругих пластин позволяет интенсифицировать процесс непрерывной подачи вязных, липких и слеживающихся материалов от загрузочного участка к шнеку без применения вибрационных устройств с приводом, упростить технологический процесс переработки таких материалов и уменьшить ручной труд, связанный с принудительной подачей налипших на стенки загрузочного участка вязных, липких и слеживающихся материалов.

При вращении шнека, пластины загрузочного участка и консольные дополнительные пластины шнека выходят из зацепления и начинают вибрировать, что приводит к уменьшению вязкости и трения скольжения материала в загрузочном участке и в зоне работы шнека, а значит повышению производительности (рис. 1).



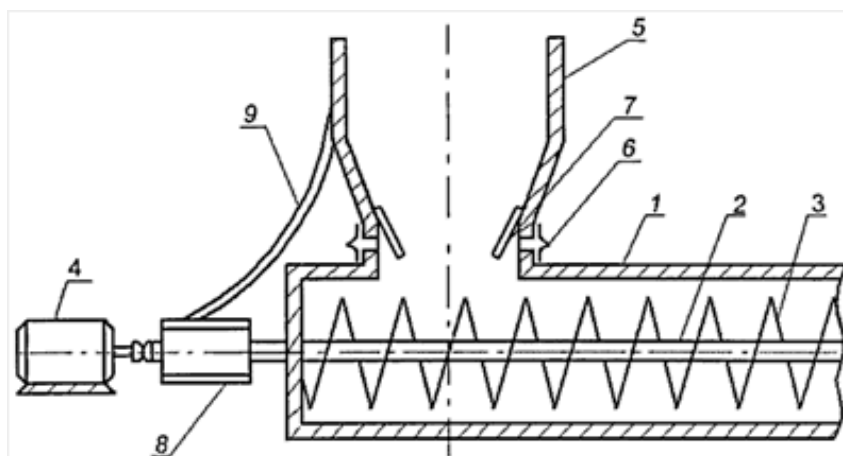
1 - корпус; 2- вал; 3- шнек; 4- привод; 5- бункер;
6-упругий рабочий орган; 7- пластина

Рис.1. Вибрационное устройство для выпуска вязных, липких и слеживающихся материалов [3]

Предлагаемое изобретение устраняет необходимость в установке отдельного вибропривода, что уменьшает энергозатраты, передаваемые на стенки загрузочного участка бункера и корпуса и увеличивает срок службы предлагаемого вибрационного устройства за счет уменьшения воздействия вибрации на сварочные швы.

Более эффективное решение заключается в герметичном соединении загрузочного участка с корпусом шнека манжетой, обеспечивающей возможность его колебаний относительно корпуса, предотвращающее вытекание вязных, липких и слеживающих материалов из загрузочного участка наружу и позволяющее загрузочному участку совершать колебательные движения относительно корпуса [4] (рис. 2).

Устройство приводит к стабильной подаче материала из загрузочного участка в корпус шнека с высокой производительностью за счет усиления вибрации, передаваемой от стенок загрузочного участка к материалу, его тиксотропному разжижению и непрерывной осевой подачи материала на загрузочном участке к шнеку, а также снижению гидравлического сопротивления при колебательном течении материала внутри загрузочного участка, что также способствует увеличению производительности.



1 - корпус; 2- вал; 3- шнек; 4- привод; 5- бункер;
6-манжета; 7- отражательные козырьки;
8- втулка; 9- пластина

Рис.2. Вибрационное устройство для выпуска вязных, липких и слеживающихся материалов [4]

В конструкции [5] загрузочный участок снабжен в нижней части элементами с положительной плавучестью, что предотвращает механическое разрушение узла уплотнения загрузочного участка с патрубком для подачи материалов к шнеку при вибрации и увеличивает срок его работы без ремонта, упрощает сам ремонт и уменьшает время ремонта, а значит, увеличивает в целом производительность.

Литература:

1. Раувендаль, К. Экструзия полимеров: пер. с англ./К.Раувендаль; под ред. А.Я.Малкина.- СПб.: Профессия, 2008. 67-68 с.
2. П. м. РФ №108423 Вибрационное устройство для выпуска вязных, липких и слеживающихся материалов В65G27/00/ А.Б. Голованчиков, А.А. Шагарова, Н.А. Дулькина, А.С. Поливода[и др.], Волгоградский государственный технический университет, 2011.
3. П. м. РФ №114675 Вибрационное устройство для выпуска вязных, липких и слеживающихся материалов В65G27/10/ А.Б. Голованчиков, А.А. Шагарова, Н.А. Дулькина, А.С. Поливода[и др.], Волгоградский государственный технический университет, 2011.
4. П. м. РФ №118622 Вибрационное устройство для выпуска вязных, липких и слеживающихся материалов В65G27/10/ А.Б. Голованчиков, Л.В. Кетат, А.А. Шагарова, Н.А. Дулькина[и др.], Волгоградский государственный технический университет, 2012.
5. П. м. РФ №125981 Вибрационное устройство для выпуска вязных, липких и слеживающихся материалов В65G27/10/ А.Б. Голованчиков, А.А. Шагарова, Н.А. Дулькина, А.П. Шапошников [и др.], Волгоградский государственный технический университет, 2012.

**КООПЕРАЦИЯ МИП ООО "ТРАНСАВТОМАТИКА", ВПИ (ФИЛИАЛ) ВолгГТУ И
ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННЫХ
АВТОМОБИЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

А.П. Кулько, доцент кафедры "Автомобильный транспорт", директор ООО "Трансавтоматика", г. Волжский; П.А. Кулько, доцент кафедры "Автомобильный транспорт", г. Волжский; Гольцов А.С., профессор, зав. каф. "Автоматика, электроника и вычислительная техника", г. Волжский; В.Н. Князев, директор по науке ООО "ВАП "Волжанин", г. Волжский; И.О. Игнатенко, директор ООО "Акорпус", г. Волгоград

Малое инновационное предприятие (МИП) ООО «Трансавтоматика», созданное при ВПИ (филиал) ВолгГТУ, разрабатывает энергосберегающие технологии автоматизированного управления тепловым режимом в салоне коммерческого транспортного средства. Продукцией предприятия должны стать системы климат-контроля для автобусов, изотермических фургонов, железнодорожных рельсовых автобусов.

Автоматизированный климат-контроль улучшает тепловые условия работы водителя, положительно влияет на здоровье водителя и безопасность при перевозке пассажиров, экономит топливо, расходуемое на отопление и охлаждение салона. В России системы автоматизированного климат-контроля для коммерческих транспортных средств не производятся. Применение зарубежных разработок для отечественных транспортных средств невозможно, так как конструкция и программное обеспечение систем климат-контроля должны быть адаптированы к тепловым и аэродинамическими характеристикам кузовов конкретных марок и модификаций транспортных средств.

Основой разработки является зональное и линейное регулирование расхода теплоносителей в зависимости от текущей потребности в тепле. Линейность регулирования тепловой мощности отопительных устройств и уменьшение энергетических потерь обусловлены найденными в результате НИОКР оптимальными конструктивными и гидравлическими характеристиками системы.

В рамках данной НИОКР ООО «Трансавтоматика» совместно с производителем автобусов вырабатывает техническое задание на климатические системы и устройства; разрабатывает программное и аппаратное обеспечение; разрабатываются схемы, конструкторскую и технологическую документацию в сотрудничестве с профильными кафедрами ВПИ и ВолгГТУ и производственными партнерами (рис. 1).

Разработан климатический контроллер управления фронтальным отопительным устройством кабины водителя автобуса (рис. 2). Совместно с научными работниками и студентами кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника» разработано программное обеспечение системы.

Ряд предприятий Волгоградской области являются производственными партнерами ООО «Трансавтоматика». ООО «ВАП «Волжанин» разрабатывает техническое задание, проводит заключительные испытания, является потребителем продукции. ООО «Акорпус» по разработанным чертежам производит координатный раскрой, формовку и перфорацию листа на координатно-пробивном прессе (рис. 3,а), гибку листа на станках (рис. 3,б), сварку, порошковую покраску деталей корпусов климатических устройств. Это оборудование обеспечивает высокую точность и оптимальную себестоимость деталей.

ОАО «Волжскрезинотехника» разрабатывает угловые силиконовые рукава, ООО «Прогресс технологии плюс» производит уплотнения валов воздушных заслонок, на МУП «Волжская автоколонна - 1732» происходит испытание климатических устройств в режиме эксплуатации.

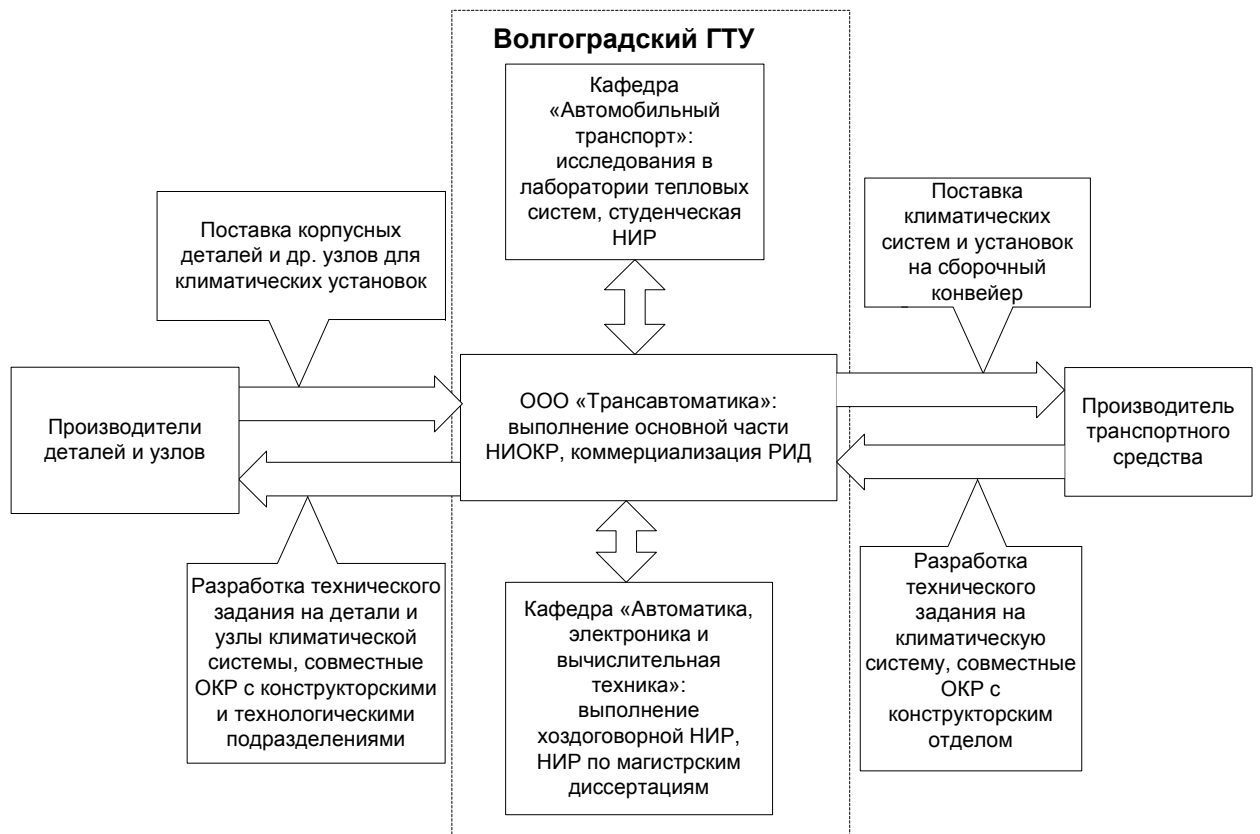


Рис. 1. Схема кооперации участников проекта

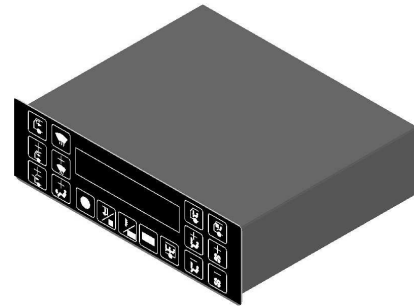


Рис. 2. Климатический контроллер управления отопительным устройством кабины водителя автобуса



а)



б)

Рис. 3. Оборудование для обработки листового металла на ООО «Акорпус»

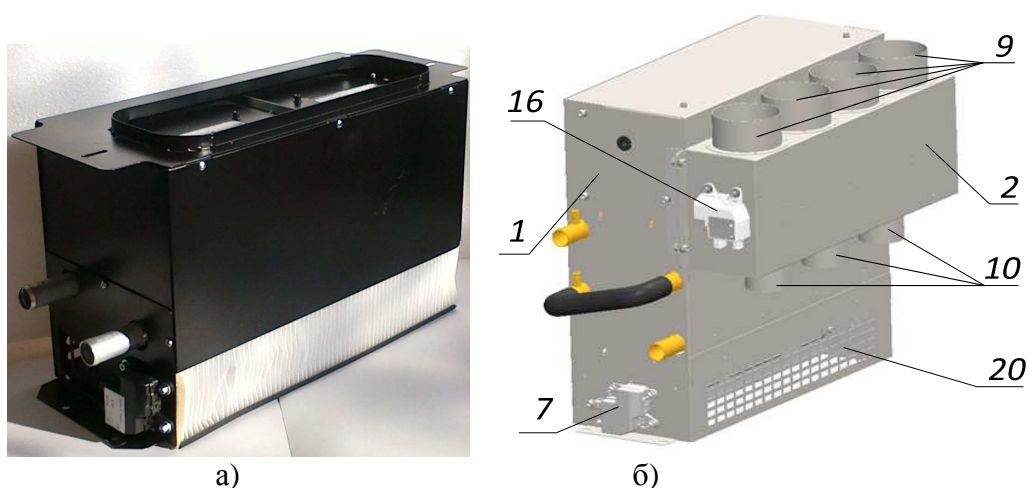


Рис. 4. Отопители рабочего места водителя автобусов среднего класса и большого классов

ООО «Трансавтоматика» с 22 апреля 2013 г. производит поставку на сборочный конвейер «Волжского автобусного производства «Волжанин» фронтальных отопителей (рис. 4, а) для восьмиметрового автобуса среднего класса «Волжанин-3290». Готовится производство фронтального отопителя (рис. 4,б) для автобусов большого и особо большого классов с элементами автоматического управления.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЧНОСТИ ВАЛКОВ НА РАБОТУ ВАЛКОВОЙ МАШИНЫ

Майкова И. А., Бердникова Н. Ю.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Технология переработки отходов полимерных материалов, включающая в себя измельчение, мойку, сушку, переработку в червячно-дисковых экструдерах, требует значительных затрат электроэнергии, трудовых затрат, увеличение производственных площадей, что приводит к увеличению себестоимости продукции. В связи с этим предлагается непрерывная технология переработки отходов пленочных полимерных материалов на вальцах. Применение данной технологии предполагает снижение энергозатрат, трудовых затрат, сокращение производственных площадей, что приведет к уменьшению себестоимости продукции.

Также проводится значительная модернизация валковых машин, направленная на конструктивное усовершенствование и унификацию узлов машин, уменьшение веса и габаритов оборудования.

Среди основных методов усовершенствования прочности конструкции валков выделяют два – отбеливание чугуна и диффузионное хромирование. Процесс отбеливания чугуна заключается в образовании структуры белого чугуна (цементита) в отливках из серого чугуна, обычно в их тонких сечениях или на поверхности отливки, соприкасающейся со стенкой формы. Причины отбела: пониженное содержание в металле С и Si и повышенное - карбидообразующих элементов, низкая температура заливки чугуна, большая скорость охлаждения залитого металла. Отбелённый чугун применяют в износостойких, прочных и термостойких отливках. Структуру белого чугуна получают увеличением скорости охлаждения отливки с помощью установленных в литейную форму металлических холодильников, окрашиванием литейной формы краской с карбидообразующими элементами.

Метод диффузионного хромирования валков - применяется с целью повышения их работоспособности за счет высокой разгароустойчивости и износостойкости. Отжиг

валков с нанесенным электролитическим хромовым покрытием проводится в газовых средах, снижающих склонность белых чугунов к графитизации, способствующих образованию свободных и связанных сложных карбидов, препятствующих окислению и содержащих глубокоочищенные и осушенные газы с точкой росы не выше - 50°C (водородно-азотный и инертный газы). Диффузионное хромирование проводится традиционными методами погружения в стационарную ванну, или с прокачкой электролита из бака через ячейку цилиндр-анод.

В результате проведения анализа, можно сделать вывод о том, что в качестве усовершенствования конструкции вала целесообразнее всего воспользоваться методом отбеливания чугуна. Этот метод является наиболее эффективным и менее затратным. Метод диффузионного хромирования является более затратным и используется крайне редко.

Также можно сделать вывод о том, что в результате проведения отбеливания поверхности валков, мы можем достичь увеличения производительности продукции на 20% и уменьшение себестоимости на 29%.

РЕАКТОР С ВНУТРЕННИМИ ПРОДОЛЬНЫМИ РЕБРАМИ ТРУБ

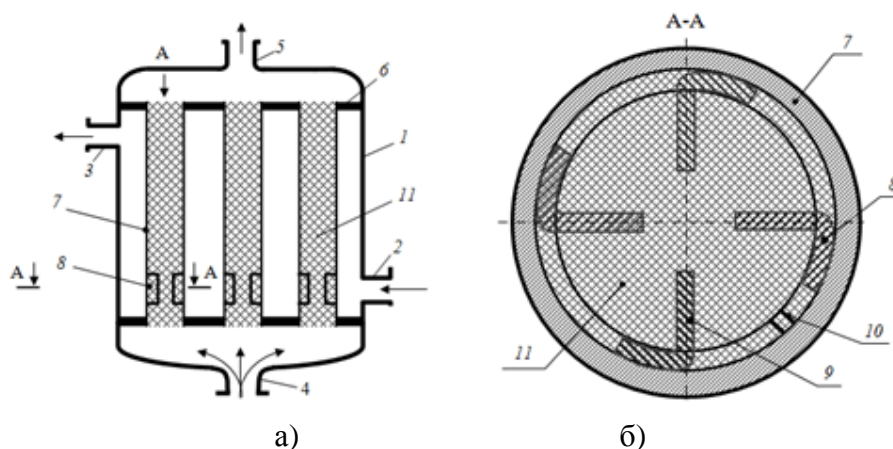
*д.т.н. А.Б. Голованчиков, доц. Н.А. Дулькина, Ю.В. Аристова, Н.И. Фотина
Волгоградский государственный технический университет*

Рассматривается конструкция реактора для проведения неизотермических каталитических и некаталитических реакций с выделением и поглощением тепла.

В кожухотрубном реакторе в каждую трубу трубного пучка на входе в нее потока реакционной массы дополнительно установлена гильза с наружным диаметром, равным внутреннему диаметру трубы, причем гильза имеет сквозную вертикальную прорезь по длине и вертикальные ребра из вырезанной и отогнутой части боковой поверхности гильзы (Рис. 1).

Сквозная вертикальная прорезь по всей длине гильзы позволяет при установке гильзы в трубу сжимать ее и устанавливать на входе в трубу на фиксированном расстоянии от входа в нее потока реакционной массы. Выполнение вертикальных ребер из вырезанной и отогнутой части боковой поверхности гильзы упрощает их изготовление и установку внутри каждой трубы трубного пучка.

Выполнение вертикальных ребер из вырезанной и отогнутой части боковой поверхности гильзы позволяет значительно упростить как изготовление самих ребер, так и их установку, ремонт и замену в процессе эксплуатации реактора.



- 1 – кожух, 2 – патрубок входа теплоносителя, 3 – патрубок выхода теплоносителя,
4 – патрубок выхода реакционной массы, 5 – патрубок выхода реакционной массы, 6 – трубные решетки,
7 – цилиндрические трубы, 8 – гильза, 9 – вертикальные ребра, 10 – вертикальная прорезь,
11 – зерна катализатора

Рис. 1.

Литература:

1. Пат. RU 2217443 С2. Способ получения привитого сополимера поликапроамида/ Перевалова Е.А., Желтобрюхов В.Ф., Москвичев С.М., Леденев С.М. -27.11.2003.
2. Перевалова, Е.А. Интенсификация процесса получения модифицированного поликапроамидного волокна/ Е.А. Перевалова, В.Ф. Желтобрюхов, С.М. Москвичев// Журнал прикладной химии, Санкт-Петербург./ т.77, Вып.1, 2004.- С.148-151.

ВЛИЯНИЕ СМЕЩЕНИЯ УСИЛИЙ ЗАЖИМА НА УПРУГИЕ ДЕФОРМАЦИИ КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА В КУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ

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

**ОАО ВПЗ, **ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ*

Проблема повышения точности механической обработки колец подшипников непосредственно связана с точностью методик анализа и определения первичных погрешностей. Погрешности формы колец от упругой деформации усилиями зажима и резания при механической обработке колец закрепленных в патронах во многих случаях значительно превышают погрешности, вызванные биением шпинделей, неточностью установки и другими факторами. Исследованию упругих деформаций колец подшипников при закреплении в кулачковых патронах посвящено много работ [1-5], но в разработанных моделях не учитывается смещение усилий зажима относительно плоскости центров

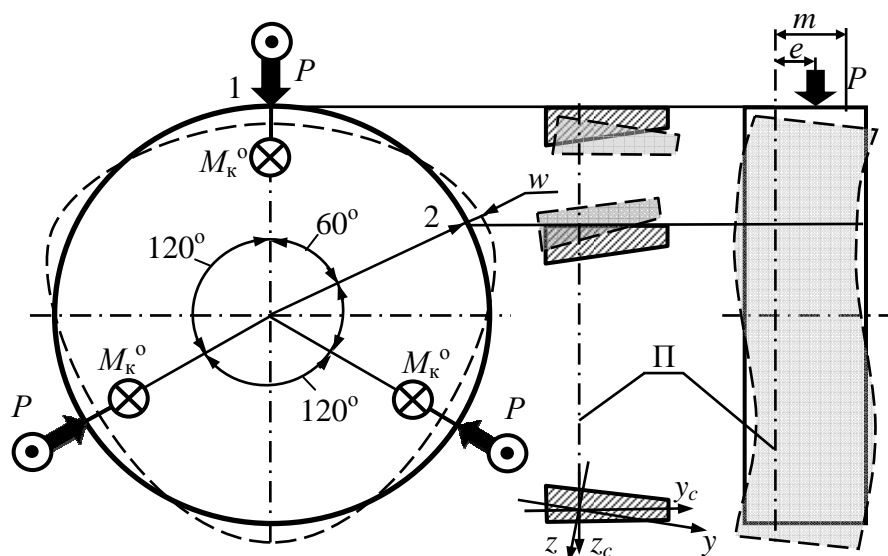


Рисунок 1 - Схема нагружения и характер деформации кольца при смещении усилия зажима P на величину e относительно плоскости центров тяжести поперечных сечений Π (осевой плоскости)

тяжести поперечных сечений кольца (осевой плоскости).

Характер деформации кольца в трёх кулачковом патроне при смещении усилий зажима от осевой плоскости, представленный на рис. 1, обуславливает появление у кольца после механической обработки погрешностей формы не только в виде некруглости, но и конусности наружной цилиндрической поверхности и изменение угла конусности внутренней поверхности. Величина радиальных деформаций переменна по высоте кольца.

В расчётной схеме нагружения кольца в этом случае добавится нагрузка крутящими моментами $M_k^0 = Pe$ (рис. 1), где P - усилие зажима, e - смещение усилия зажима.

Кольцо, как замкнутая пространственная рама, в общем случае шесть раз стати-

чески неопределимо. На рис. 2 показаны положительные направления внутренних

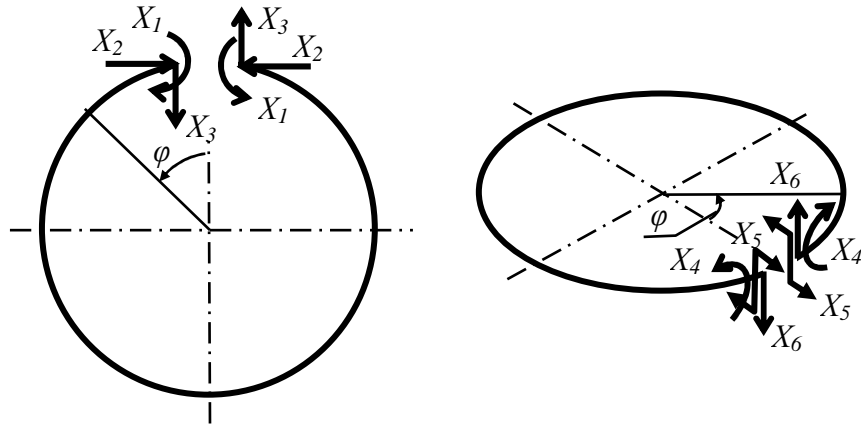


Рисунок 2 - Внутренние силовые факторы в кольце

силовых факторов и положительные направления (против часовой стрелки) текущей координаты при вычислении перемещений. Предполагается, что кольцо имеет малую кривизну (отношение средней толщины к радиусу осевой линии, проходящей через центры тяжести поперечных сечений меньше 0,2) и не учитываются перемещения от действия продольных и поперечных усилий.

При раскрытии статической неопределимости методом сил разделим внешнюю нагрузку на лежащую в осевой плоскости кольца - P и перпендикулярную этой плоскости - M_k^0 . Для разделения лишних неизвестных от нагрузки в плоскости кольца и перпендикулярной этой плоскости в последнем случае их обозначаем штрихом X'_i . Учитывая симметричность нагружения, используем свойства симметрии при выборе основной системы для упрощения расчёта. При приложении усилий зажима в осевой плоскости кольца величины лишних неизвестных и радиальное перемещение w в сечениях кольца 1, где приложено усилие зажима, и 2, между усилиями зажима (см. рис. 1), определены, например, в [1-3] и равны для сечения 1:

$$w_1 = \frac{0,01588Pr^3 I_{zc}}{EI_z I_y}, \quad (1)$$

$$\text{для сечения 2: } X_1 = 0,1Pr; X_2 = -0,577P; w_2 = -\frac{0,014Pr^3 I_{zc}}{EI_z I_y}, \quad (2)$$

где r – радиус осевой линии кольца, проходящей через центры тяжести поперечных сечений; I_{zc}, I_y, I_z – осевые моменты инерции относительно главных центральных осей y, z и центральных осей поперечного сечения кольца y_c, z_c (см. рис. 1); E – модуль нормальной упругости материала кольца, знаки перемещений плюс и минус соответствуют направлению перемещения к центру и от центра кольца.

Эквивалентная и единичная системы при определении перемещений в сечении 1 (см. рис. 1) для обеих нагружений показаны на рис. 3. Нагрузка симметрична, поэтому косимметричные внутренние силовые факторы будут равны нулю ($X_3 = X_5 = X_6 = 0; X'_3 = X'_5 = X'_6 = 0$).

Определяем лишние неизвестные $X'_1 = X'_2 = X'_3$ от внешней нагрузки перпендикулярной плоскости кольца. Моменты от внешней нагрузки M_k^0 в основной системе по участкам будут равны: 1-й участок: $0 \leq \varphi_1 \leq 2\pi/3$: $M_{zc1}^P = 0,5M_k^0 \sin\varphi_1$; $M_{k1}^P = -0,5M_k^0 \cos\varphi_1$; 2-й участок: $2\pi/3 \leq \varphi_2 \leq \pi$: $M_{zc2}^P = 0,5M_k^0 \sin\varphi_2 + M_k^0 \sin(\varphi_2 - 2\pi/3) = -0,866M_k^0 \cos\varphi_2$; $M_{k2}^P = -0,5M_k^0 \cos\varphi_2 - M_k^0 \cos(\varphi_2 - 2\pi/3) = -0,866M_k^0 \sin\varphi_2$.

Тогда по формулам [5, 6]:

$$X_1' = -\frac{\eta_{zy}}{2\pi} A_z + \frac{1}{\pi} \frac{\eta_{zy} \eta_k}{\eta_y + \eta_k - \eta_{zy}^2} (S_k - C_z) = -\frac{3\eta_{zy}}{2\pi} M_k^0;$$

$$X_2' = -\frac{1}{\pi r} \frac{\eta_{zy} \eta_k}{\eta_y + \eta_k - \eta_{zy}^2} (S_k - C_z) = 0; X_4' = -\frac{1}{\pi} \frac{\eta_k S_k + (\eta_y - \eta_{zy}^2) C_z}{\eta_y + \eta_k - \eta_{zy}^2} = \frac{0,907 M_k^0}{\pi}$$

где

$$\eta_y = \frac{I_{yc}}{I_{zc}}; \eta_{zy} = \frac{I_{yczc}}{I_{zc}}; \eta_k = \frac{EI_y I_z}{GI_{zc} I_k};$$

I_k - момент инерции поперечного сечения при кручении; G — модуль сдвига материала кольца;

$$A_z = \sum_n \int_{\varphi} M_{zc}^P d\varphi = 2M_k^0 \left(\int_0^{2\pi/3} 0,5 \sin \varphi d\varphi - \int_{2\pi/3}^{\pi} 0,866 \cos \varphi d\varphi \right) = 3M_k^0;$$

$$S_k = \sum_n \int_{\varphi} M_k^P \sin \varphi d\varphi = 2M_k^0 \left(\int_0^{2\pi/3} -0,5 \sin \varphi \cos \varphi d\varphi + \int_{2\pi/3}^{\pi} -0,866 \sin^2 \varphi d\varphi \right) = -0,907 M_k^0;$$

$$C_z = \sum_n \int_{\varphi} M_{zc}^P d\varphi = 2M_k^0 \left(\int_0^{2\pi/3} 0,5 \cos \varphi \sin \varphi d\varphi + \int_{2\pi/3}^{\pi} -0,866 \cos^2 \varphi d\varphi \right) = -0,907 M_k^0.$$

Для трапецидальных форм поперечных сечений (рис. 1) при вычислении I_k рекомендуется использовать формулу Гриффитса-Прескота [6].

Здесь и далее интегрирование ведётся для половины кольца и окончательный результат удваивается, учитывая симметрию нагружения.

Радиальные перемещения сечения 1 в любой точке по высоте кольца, задаваемой смещением m от осевой плоскости кольца (см. рис. 1) вычисляем по формуле [6]:

$$w_1 = \frac{r I_{zc}}{3EI_z I_y} \sum_n \int_{\varphi} \left[\eta_y M_{zc} M'_{zc} + M_{yc} M'_{yc} + \eta_k M_k M'_k + \right. \\ \left. + \eta_{zy} (M_{yc} M'_{zc} + M_{zc} M'_{yc}) \right] d\varphi =$$

$$= \frac{2r I_{zc}}{3EI_z I_y} \left\{ \int_0^{2\pi/3} \left[\begin{aligned} &\eta_y 0,5m \sin \varphi (0,5M_k^0 \sin \varphi + X_4' \cos \varphi) + 0,5r \sin \varphi \times \\ &\times (0,5Pr \sin \varphi + X_1 + X_1' + X_2 r - X_2 r \cos \varphi) - \\ &-\eta_k 0,5m \cos \varphi (-0,5M_k^0 \cos \varphi + X_4' \sin \varphi) + \\ &+\eta_{zy} 0,5m \sin \varphi (X_1 + X_1' + X_2 r - X_2 r \cos \varphi) + \\ &+\eta_{zy} 0,5r \sin \varphi (X_4' \cos \varphi + 0,5M_k^0 \sin \varphi) \end{aligned} \right] d\varphi + \right.$$

$$\left. + \int_{2\pi/3}^{\pi} \left[\begin{aligned} &-\eta_y m 0,866 \cos \varphi (-0,866M_k^0 \cos \varphi + X_4' \cos \varphi) - \\ &-0,866r \cos \varphi \left(-0,866Pr \cos \varphi + X_1 + X_1' + X_2 r - \right. \\ &\quad \left. - X_2 r \cos \varphi \right) - \\ &-\eta_k m 0,866 \sin \varphi (-0,866M_k^0 \sin \varphi + X_4' \sin \varphi) + \\ &-\eta_{zy} m 0,866 \cos \varphi (X_1 + X_1' + X_2 r - X_2 r \cos \varphi) - \\ &-\eta_{zy} 0,866r \cos \varphi (X_4' \cos \varphi - 0,866M_k^0 \sin \varphi) \end{aligned} \right] d\varphi \right\} =$$

$$= \frac{2rI_{zc}}{3EI_z I_y} P \left\{ 0,02382r^2 + 0,024mr\eta_{zy} + \right. \\ \left. + e \left[0,024r\eta_{zy} + m(0,74\eta_y + 0,307\eta_k + 0,7162\eta_{zy}^2) \right] \right\}, \quad (3)$$

где M_{zc} , M_{yc} , M_k – моменты по участкам эквивалентной системы от внешней нагрузки и лишних неизвестных (рис. 3, а); M'_{zc} , M'_{yc} , M'_k – моменты по участкам единичной системы от единичной нагрузки (рис. 3, б).

Аналогично для сечения 2 между усилиями зажима (см. рис. 1), раскрывая статическую неопределимость и определяя радиальные перемещения, получим: $X'_1 = -3\eta_{zy}M_k^0(2\pi)^{-1}$; $X'_4 = 0,577M_k^0$;

$$w_2 = \frac{2rI_{zc}}{3EI_z I_y} P \left\{ -0,02382r^2 - 0,02mr\eta_{zy} + \right. \\ \left. + e \left[-0,021r\eta_{zy} + m(0,695\eta_y - 0,17\eta_k + 0,7162\eta_{zy}^2) \right] \right\}, \quad (4)$$

При $m = e = 0$ формулы (1) и (3), (2) и (4) совпадают. При отсутствии смещения усилий зажима ($e = 0$) для поперечных сечений кольца с $\eta_{zy} \neq 0$ наружные боковые поверхности кольца получают отклонение от цилиндричности, то есть перемещения по высоте кольца будут различными. Направление отклонения от цилиндричности зависит от знака η_{zy} .

Литература:

1. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп./ В. С. Корсаков. - М.: Машиностроение, 1983. - 277 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. 2011. № 12. - С. 8-10.
3. Патроны для установки колец по конической базе: монография / Носенко В.А., Копецкий А.А., Судьин Ю.А., Коротков Б.И., Тышкевич В.Н.; под ред. В.А. Носенко; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2012. 134 с.
4. Копецкий, А. А. Влияние упругих деформаций на погрешность формы при закреплении и обработке колец подшипников / А. А. Копецкий, В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, С. В. Орлов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2012. № 2/3 (292). - С. 103-107.
5. Носенко, В. А. Определение осевых перемещений при шлифовании торцов подшипниковых колец / В. А. Носенко, В. Н. Тышкевич, С. В. Орлов, В. Б. Светличная // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2010. № 2. - С. 70-74.
6. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Т. 1/ под ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко. - М.: Машиностроение, 1988.- 832 с.

СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТИКОВ

В. Н. Тышкевич

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Трубопроводы различного назначения являются многократно статически неопределимыми системами нерегулярной структуры, они работают в условиях динамического, статического и малоциклового нагружения внутренним давлением; реакциями опор; массовыми силами; усилиями от монтажных натягов; усилиями температурной самокомпенсации, возникающими в трубопроводе при изменении

температуры транспортируемой среды, а также при периодических остановах и пусках системы.

При сложившейся практике проектирования трубопроводов совокупность нагрузок, характеризующих заданный режим нагружения и статически неопределимую трубопроводную систему, учитывается только на этапе проверочного расчёта [1-3].

Задача оптимального проектирования трубопровода из армированных пластиков (АП), удовлетворяющего определённым критериям оптимальности, связана с поиском наилучших сочетаний механических свойств, расположения и ориентации армирующих элементов в каждой точке трубопровода, что приводит к локально и глобально неоднородной системе. Связанность задачи определяется зависимостью величин внутренних силовых факторов в статически неопределимой трубопроводной системе от соотношения жесткостей участков, от структурных параметров трубопровода (жёсткости, геометрии участков), а также зависимостью вектора возмущений (в частности, усилий от температурной самокомпенсации) от структурных параметров материала и трубопровода. При создании трубопроводов из АП конструкция и материал формируются одновременно и вопросы оптимального проектирования, конструирования и разработки технологического процесса не могут рассматриваться изолированно.

В работе, в рамках подхода, описанного в работах [4, 5] применительно к системам проектирования оптимальных цельнокомпозитных конструкций и к системам создания многоуровневых комплексов моделирования структуры и свойств материалов при технологических воздействиях рассматриваются особенности построения системы оптимального проектирования трубопроводов из АП, которая представлена как совокупность алгоритмически связанных функциональных блоков. В соответствии с современными представлениями о поэтапном проектировании ответственных технических объектов на функциональной схеме (рис. 1) выделены восемь основных блоков, выполняющих следующие задачи [4, 5]: 1) постановка задачи (ПЗ); 2) построение теоретически возможного (идеального) проекта (ТВП); 3) выбор технологии реализации проекта (ТР); 4) разработка рабочего проекта (РП); 5) проверочный расчёт свойств рабочего проекта (ПРП); 6) изготовление на основе РП опытного изделия или материализация проекта (МП); 7) организация и проведение натурного эксперимента (НЭ); 8) изготовление конструкции (ИК).

Каждый функциональный блок поддерживается определённой совокупностью компьютерных подсистем в виде вспомогательных программ, информационной базы, системы визуализации результатов, экспертной системы оценки его деятельности и др.

На рис. 1 показаны в основном информационные (функциональные) связи и направление передачи информации из одного блока в другие. Они позволяют целенаправленно вносить коррективы во все подсистемы и вырабатывать компромиссные решения, в том числе и в постановочной части для создания окончательного варианта трубопровода [4, 5].

В данной работе специально не выделены управляющие связи и устройства, которые определяют их передачу в блоки, поскольку рассматривается человеко-машинный вариант системы, как наиболее эффективный для решения плохо формализуемыми приёмами многих сложных вопросов проектирования трубопроводов из АП [5].

Блок ПЗ. Постановка задачи на проектирование трубопровода включает техническое задание и основные требования к теоретически возможному (идеальному) проекту – наиболее полный учёт всех факторов, влияющих на свойства, напряжённо-деформированное состояние, прочность и долговечность проектируемого трубопровода; минимизация затрат на проектирование; разработка и апробация оптимальных вариантов технологий расчёта и изготовления; обоснование необходимости и уровня натурных экспериментов.

Достаточно общая постановка задачи может быть представлена следующим

образом: при заданных параметрах рабочей среды, производительности трубопровода, при некоторых не вполне чётко заданных условиях на пространственную конфигурацию трубопровода, расположение и конструкцию опор, конструкцию соединений участков; вид исходных материалов и технологию изготовления требуется подобрать толщину

стенки труб, структуру пакета слоёв (углы армирования, толщины и виды материала слоёв) по всей длине трубопровода, геометрические параметры криволинейных участков таким образом, чтобы: 1) поле напряжений было статически допустимым; 2) поле деформаций – кинематически допустимым; 3) выполнялся закон среды (уравнения связи между напряжениями, деформациями и структурными параметрами); 4) не нарушались условия прочности и технологические ограничения; 5) удовлетворялись требования оптимальности (предельно допустимая нагрузка, минимальная масса, стоимость и др.).

Отсюда следует, что спектр поддерживающих блок ПЗ программ может быть достаточно широким – от традиционных (при формальном подходе к решению оптимизационных задач, таких как необходимые уравнения, условия различного рода, целевые функции или функционалы), до специальных, ускоряющих решение при неформальном подходе [4].

Блок ТВП. На данном этапе строится оптимальный теоретически возможный проект (условно – «идеальный проект») трубопровода. ТВП удовлетворяет необходимые условия поставленной задачи при наиболее полном учёте всех факторов, влияющих: на структуру и свойства материала, структурные параметры трубопровода; на напряжённо-деформированное состояние и прочность трубопровода в условиях характерного нагружения при эксплуатации. При построении ТВП не ограничивается свобода в выборе технологии математической реализации, не ставятся ограничения на математическую сложность двухуровневой оптимизации структуры материала и трубопровода. Для решения сложной многоуровневой связанной задачи МДТТ оптимизации трубопроводной системы при построении ТВП необходима разработка идеального расчётно-моделирующего комплекса (ИРМК).

На рис. 2 показана структура ИРМК для построения ТВП. Выделены основные группы задач (отмечены на рис. 2 римскими цифрами), соответствующих им моделей и методов решения, а также намечены взаимосвязи в полученной системе.

Блок ТР. ИРМК включает наиболее полный комплекс математических моделей, из которых должен быть разработан рабочий расчётно-моделирующий комплекс (РРМК) для построения рабочего проекта трубопровода. Идеальный проект, как правило, трудоёмок в реализации, а соответствующие затраты при разработке и использовании часто не соразмерны поставленной цели. Основной процедурой для последующего построения рабочего проекта является выбор технологии реализации - выбор методов, вычислительных процедур и алгоритмов, соответствующих программных продуктов, операционных систем и аппаратных средств для эффективного решения поставленных задач. Здесь же производится выбор технологии изготовления труб. Необходимая поддержка операций в блоке ТР при выборе возможных видов армирующих элементов, матриц, технологии соединения армирующих элементов с матрицей, технологии изготовления труб осуществляется на основе компьютерного варианта справочника технологий изготовления локально и глобально неоднородных труб и системы экспертной оценки эффективности и стоимости.

Блок РП. Рабочий проект трубопровода строится с использованием РРМК. Отработан вариант алгоритма расчета при создании рабочего проекта трубопровода с моделью локальной оптимизации трубопровода по наибольшей прочности в минимаксной постановке [2, 6]. Расчёт производится для статического и малоциклового нагружения трубопровода. Использование структурно-феноменологического подхода для определения характеристик упругости и прочности материала при статическом и малоцикловом нагружении позволяет учесть влияние основных технологических факторов при

изготовлении труб.

Выбор внутреннего диаметра трубопровода производится из заданного условия производительности трубопровода. В первом приближении структурные параметры материала труб и толщина стенки сечения выбираются с учётом действия только внутреннего давления с использованием базы данных типовых и оптимальных структур. Существенно уменьшает трудоёмкость расчётов при определении напряжённо-деформированного состояния, коэффициентов гибкости криволинейных участков трубопровода использование приближённых аналитических методик [6, 7].

По схеме рис.1 с помощью итерационных процедур расчёта и усложнения расчётных моделей реализуется дальнейшее движение рабочего проекта к идеальному теоретически возможному оптимальному проекту трубопровода. Такой проект трубопровода целесообразно называть не оптимальным, а рациональным, так как он будет соответствовать реально достижимой в настоящее время полноте и строгости выполнения требований в постановке задачи с помощью выбранных технологий, необходимых упрощений, перестройке отдельных элементов проекта и т.д. В этой схеме мы имеем дело с проектированием рациональным в рамках ограничений технологии реализации проекта.

Блок ПРП. Рабочий проект трубопровода строится с использованием РРМК, на основании рабочих математических моделей и методов расчёта и свойства рабочего проекта трубопровода неизбежно будут отличаться от свойств идеального проекта. Расчётная проверка свойств рабочего проекта в блоке ПРП перед изготовлением трубопровода закономерна и даёт возможность оперативно вносить коррективы во все подсистемы, включая и постановочную часть, организовывать итерационные процедуры для уточнения параметров структуры материала и трубопровода. Расчётной основой проверочного расчёта трубопровода служат конечноэлементные модели.

Блок МП. Какими бы ни были сложными вычислительные эксперименты, они не могут в полной мере учесть все нюансы изменения свойств АП в процессе изготовления труб, особенности сборки трубопровода. Поэтому важна опытная апробация рабочего проекта (блок МП). Разработка технологии изготовления труб с заданными свойствами в каждом малом объёме представляет одну из наиболее серьёзных проблем. Она включает в себя разработку специализированных программ и систем управления для решения задачи оптимизации технологических параметров, в том числе для качественного соединения компонентов АП и уменьшения негативных моментов, сопутствующих данной технологии изготовления труб.

Блок НЭ. Заключительный этап в системе связан с подготовкой, проведением и анализом натурного эксперимента изготовленного трубопровода. Именно здесь можно дать окончательную оценку свойств реальной конструкции и выбранной технологии реализации поставленных задач. В связи с этим большое значение в блоке НЭ имеют системы сбора и обработки экспериментальных данных, а также формулирования интегрального критерия качества.

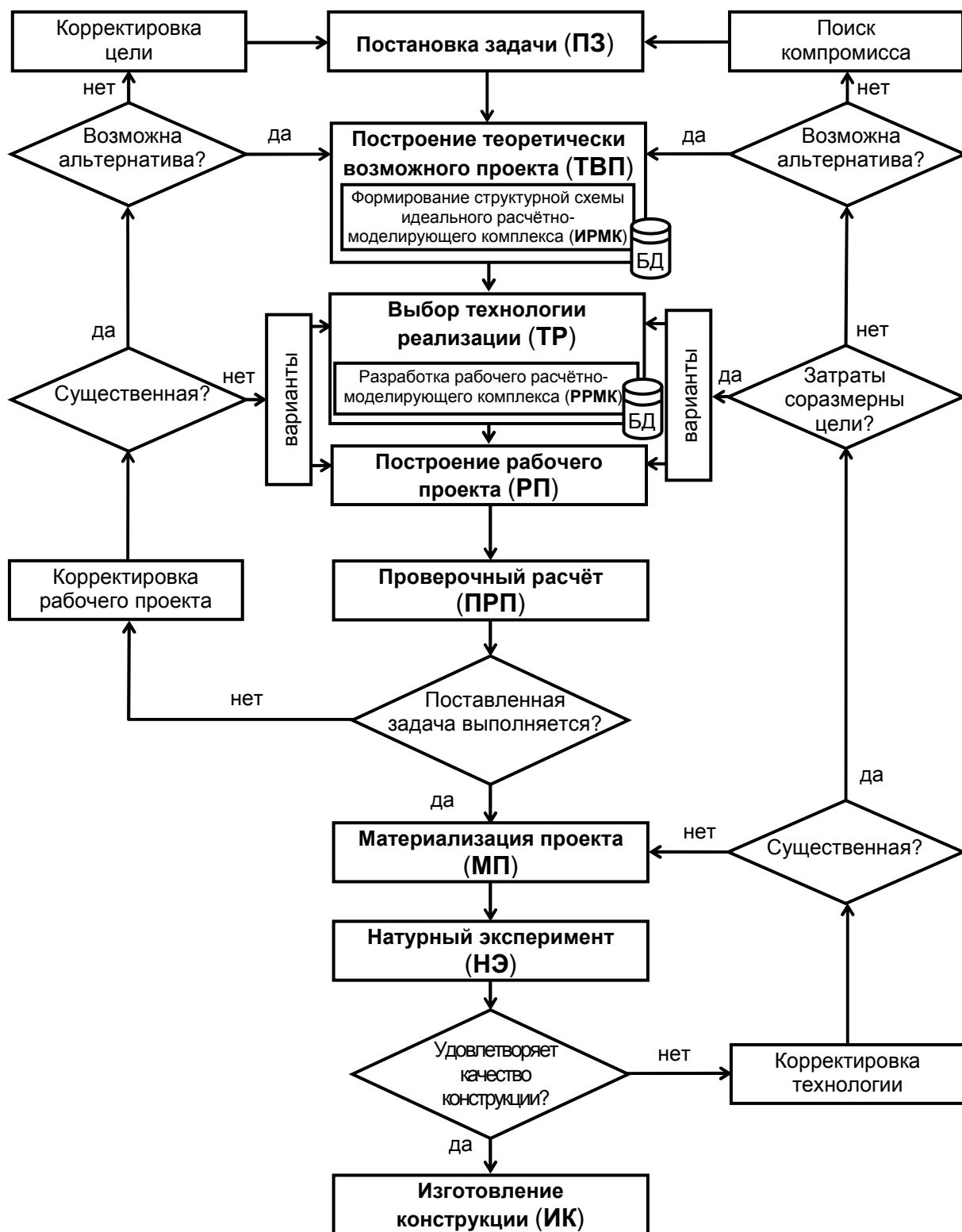


Рисунок 1 - Функциональная структура системы оптимального проектирования трубопроводов из армированных пластиков

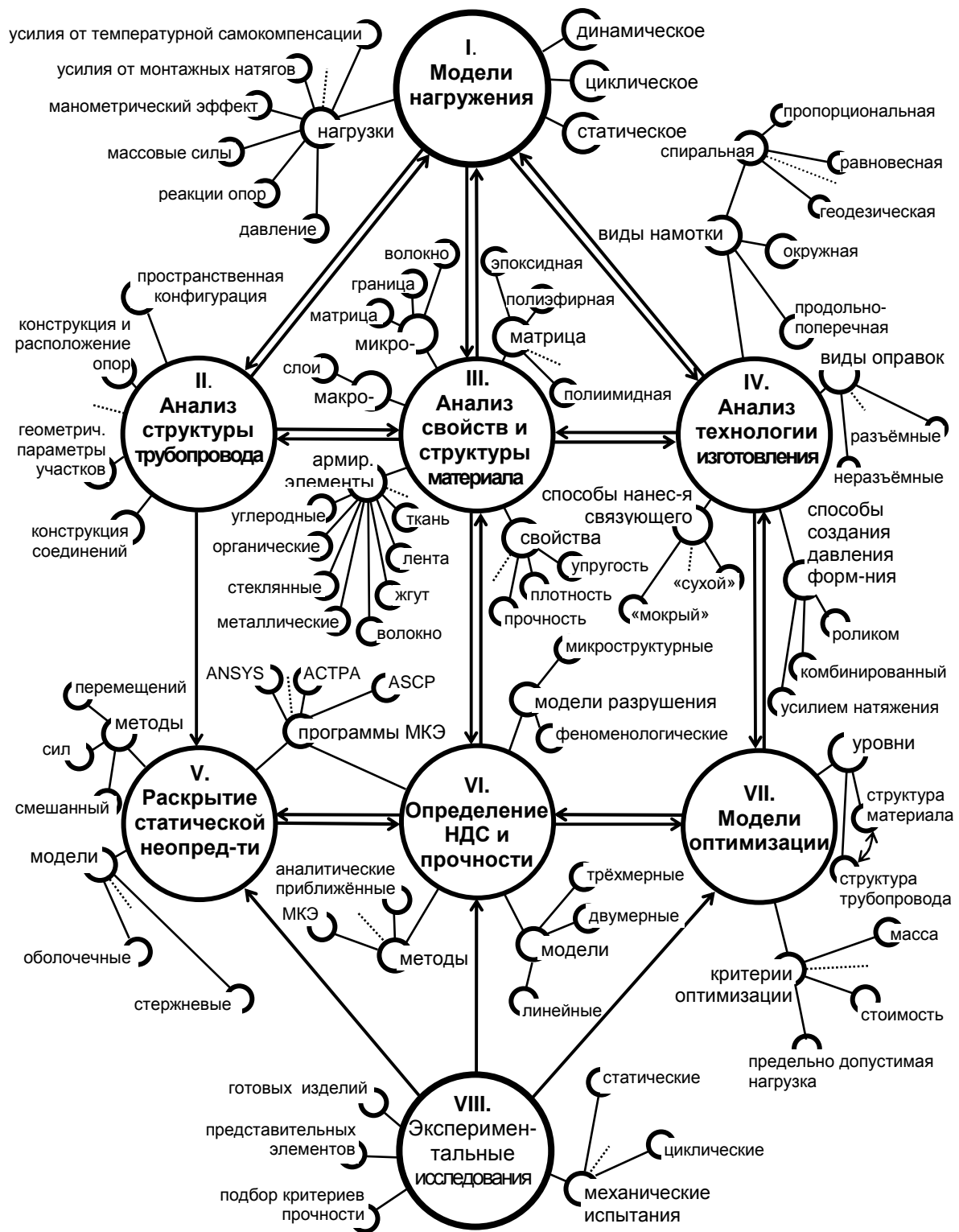


Рисунок 2 - Структура идеального расчётно-моделирующего комплекса для построения теоретически возможного оптимального проекта трубопровода из АП

Литература:

1. *Стасенко, И. В.* Расчет трубопроводов на ползучесть/И. В. Стасенко. – Машиностроение, 1986. 256 с.
2. *Тышкевич, В. Н.* Расчет и рациональное проектирование трубопроводов из армированных пластиков / В. Н. Тышкевич//Конструкции из композиционных материалов.- 2011. № 4. – С. 14-18
3. *Куликов, Ю. А.* Механика трубопроводов из армированных пластиков/ Ю. А. Куликов, Ю. В. Лоскутов: Монография.- Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 156 с.
4. *Багмутов, В. П.* Система создания оптимальных цельнокомпозитных конструкций/ В.П. Багмутов, Д.В. Багмутов //Изв. Волг. гос. техн. университета. – 2005, № 3.- С. 64-71
5. *Багмутов, В. П.* Компьютерное моделирование процессов обработки и получения материалов в высокоэнергетических системах: монография/ В.П. Багмутов, И.Н. Захаров.- Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.-160 с.
6. *Багмутов, В. П.* Расчет и рациональное проектирование криволинейных труб из армированных пластиков: монография/ В. П. Багмутов, В. Н. Тышкевич, В. Б. Светличная; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград, - 2008. - 158 с.
7. *Багмутов, В. П.* Обзор методов и программ расчёта трубопроводных систем / В.П. Багмутов, В.Н. Тышкевич // Известия ВолгГТУ. Серия "Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении". Вып. 3 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2009. - № 11. - С. 109-112.

УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИ ПОЖАРОТУШЕНИИ

Благинин С.И., Суркаев А.Л.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Проблема лесных пожаров является актуальной для всего мирового сообщества. Как показывает анализ, в лесах РФ ежегодно возникает более 30 тыс. лесных пожаров на площади 1–2 млн. га. Борьба с ними – процесс сложный, требующий огромных людских и материальных ресурсов.

Целью данной работы является разработка технического решения, позволяющего на базе наземного транспорта наиболее эффективно осуществлять тушение низового лесного и степного пожаров, прокладки заградительной полосы или непосредственным воздействием на кромку пожара противопожарной жидкостью с использованием ударного воздействия электрического взрыва проводника.

На сегодняшний день в соответствующей литературе описаны различные предложения, разработки, устройства, способы и т.п. тушения пожаров взрывом, используя взрывчатое веществ (ВВ), в частности [1, 2], которые имеют свои достоинства и недостатки. Формирование ударной волны с использованием энергии электрического разряда, электрического взрыва проводников в этом случае выглядит более предпочтительно. Использование наземного транспорта с установленной на его базе разрядно-импульсной установки, можно получить желаемый эффект. На рисунке 1 представлена модель предлагаемого технического решения. Ударная волна образуется за счет электрического взрыва проводников 1 установленных в системе электродов и закрепленных с ними надежным электрическим контактом, размещенными в полости (рис. 2) параболического профиля разрядных камер (смоделированный образец) 2 с целевидным продольным соплом, установленных на боковых бортах шасси рамного типа, путем подачи высокого напряжения с энергетического накопителя 3.

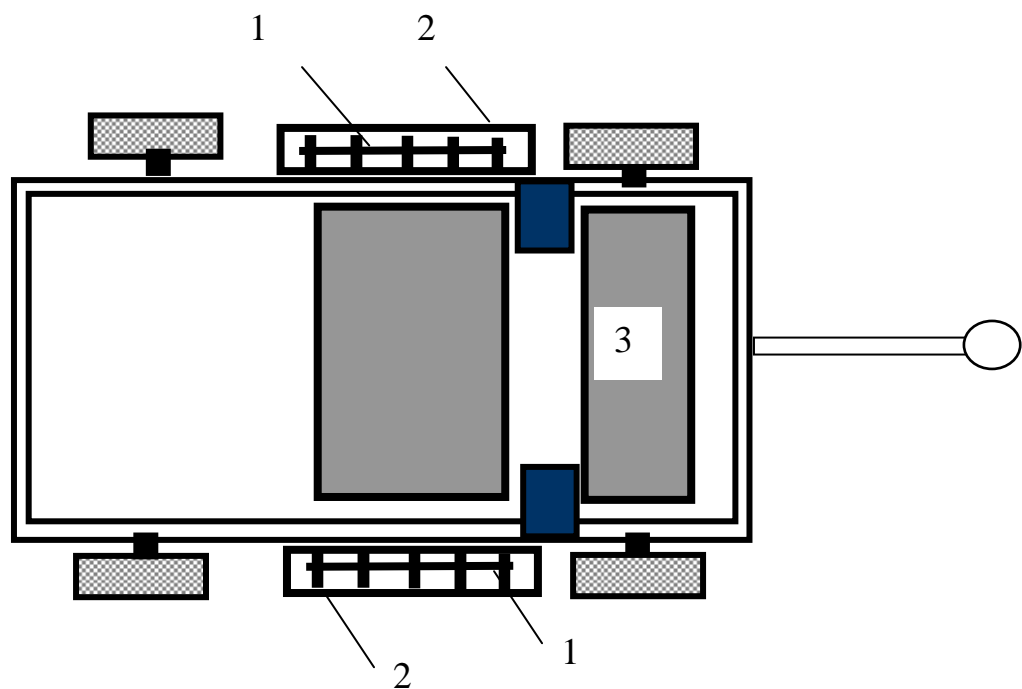


Рис. 1

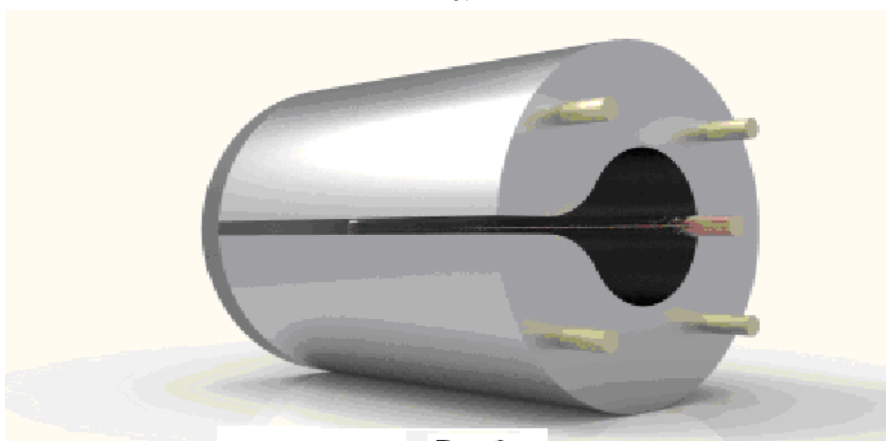


Рис. 2

При проведении пожаротушения транспортное средство с прицепленным шасси рамного перемещается вдоль линии фронта пожара. Осуществляя электрический взрыв проводников посредством генератора импульсных токов, в полости разрядной камеры параболического профиля формируется расходящаяся воздушная ударная волна цилиндрической симметрии. Отражаясь от стенки разрядной камеры параболического профиля, воздушная ударная волна в пространстве разрядной камеры формирует область повышенного давления с большой плотностью энергии. Воздушные потоки, выходящие из целевидного продольного сопла разрядной камеры, играющей роль массивного отражателя, обладают высокой энергией и скоростью, тем самым в пространстве формируется ударная волна направленного действия, которая сбивает пламя пожара, разрушает очаги пожара и отбрасывает горючие материалы от кромки пожара. Противопожарная жидкость, в частности, фосфорсодержащий полимер, находится непосредственно в разрядной камере при определенной ее заполнении. Образуется тонкая пленка противопожарной жидкости, прекращающая доступ воздуха, понижающая температуру горючих материалов и приводящая к тушению пожара.

Таким образом, используя энергию электрического взрыва проводника, генерируемого ударную волну направленного действия за счет применения разрядных камер предлагаемых геометрий достигается повышение эффективности пожаротушения, качества обработки объекта и эффективности действия противопожарной жидкости.

Литература:

1. О. П. Коробейничев, А. Г. Шмаков, А. А. Чернов, Т. А. Большова и др. Тушение пожаров с помощью аэрозолей растворов солей. Физика горения и взрыва, 2010, № 1, т. 46, с.
2. Гришин А, М, Алексеев Н.А, Голованов А.Н. а.с. СССР № 1644976, кл. А 62 С 3/02, 1988,
3. Стельмахович С.В., Груманс В.М. Патент № 2189263, МКИ А62С3/02, от 20.09.2002,

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ РЕАКТОРА СИНТЕЗА ФОРМАЛЬДЕГИДА

О.А.Тишин, И.О. Семеновкина, Н.Ю. Бердникова

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Формальдегид является основным продуктом при производстве искусственных смол, связывающих вещество древесных материалов (например, древесно-слоистых пластиков, древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит), в качестве отделочных средств в текстильной промышленности (при обработке тканей), дезинфекционного средства и консерванта.

Россия входит в число мировых лидеров по выпуску продукции деревообрабатывающей промышленности, экспорт которых в Европу и Китай благотворно сказался на производстве формальдегида. В 2004-2009 гг. увеличился объем производства фанеры, ДСП и ДВП в связи с пуском новых предприятий.

Интеграция производства метанола, формальдегида и продукции деревообработки в один комплекс способствует росту спроса на формальдегид в России и остальных странах бывшего СССР. Об этом свидетельствует сокращение экспорта формалина на фоне растущего производства. Растущие потребности рынков диктуют необходимость увеличения объемов производства и наращивания мощностей формальдегида.

Способы производства формалина известны, они делятся на высокотемпературный и низкотемпературный синтез формальдегида из метанола. Главной проблемой в обоих способах является термическое разложение продукта, как в зоне контактирования с катализатором, так и в свободной зоне. Во избежание потери продукта, требуется быстрое охлаждение контактных газов до температур $\sim 120^\circ\text{C}$. Для этих целей, после реакционной зоны в реакторе располагается подконтактный холодильник.

Целью работы является выбор теплоносителя, конструктивных и технологических параметров системы охлаждения реактора синтеза формальдегида для получения максимального выхода продукта при производстве.

Для достижения поставленной цели использовалась математическая модель охлаждения газовой смеси, которая состоит из системы дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{dC_{\text{CH}_2\text{O}}}{dl} = \frac{r(T)}{v_0}, \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dl} = \frac{T_0}{T \cdot v_0 \cdot \rho_{\text{см}}(T) \cdot c_p(T)} \cdot \left(\Delta H(T) \cdot r(T) - \frac{F \cdot K(T)}{V_T} \cdot (T - T_T) \right), \quad (2)$$

$$\frac{dT_T}{dl} = - \frac{F \cdot K(T)}{V_T \cdot c_{p,T} \cdot \nu_T \cdot \rho_T} \cdot (T - T_T) \quad (3)$$

где C_{CH_2O} - концентрация формальдегида, моль/м³;

l – координата вдоль труб холодильника, м;

r – скорость реакции разложения формальдегида, моль/(м³·с);

T, T_T – температура реакционной смеси и теплоносителя соответственно, К;

ν_0 – скорость реакционной смеси на входе в холодильник, м/с;

$\rho_{см}$ – плотность реакционной смеси, кг/м³;

$c_{p, см}, c_{p, T}$ – удельная теплоемкость реакционной смеси и теплоносителя при постоянном давлении соответственно, Дж/(кг·К);

F – площадь поверхности теплообмена, м²;

K – коэффициент теплопередачи через стенку трубы охладителя, Вт/(м²·К);

V_T – объем, занимаемый теплоносителем, м³.

Коэффициент теплоотдачи смеси в трубном пространстве в случае засыпки цилиндрической насадки рассчитывался по следующей формуле:

$$\alpha(T) = \frac{0.125 \text{Re}^{0.75} \lambda_{эф}(T)}{d_{экв}}, \text{ при } d_{экв}/d_{тр} > 0,32,$$

где $\lambda_{эф}$ – эффективный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$d_{экв}, d_{тр}$ – эквивалентный диаметр насадки и диаметр труб холодильника, м.

Была составлена математическая модель и проведен анализ эффективности охлаждения формальдегида различными теплоносителями.

В качестве теплоносителей использовали: исходную парогазовую смесь, которая далее в соответствии с технологической схемой идет в реактор, воду, которая кипит в межтрубном пространстве. В результате моделирования было получено, что водяное охлаждение продуктов реакции в большей степени сохраняет продукт синтеза. Для более интенсивного теплоотвода при водяном охлаждении было предложено заполнить трубы теплообменника металлическими телами. Таким образом, в ходе моделирования были получены следующие результаты.

На рисунке с результатами моделирования наглядно видно, что охлаждение исходной паровоздушной смесью не эффективно, не позволяет охладить формальдегид до устойчивых температур и при этом в результате распада теряется практически 50% продукта. Водяное охлаждение позволяет достигнуть требуемой температуры и тем самым получить на выходе из реактора 60% формальдегида. Однако из результатов предыдущих работ [1] известно, что после слоя катализатора выход формальдегида составляет порядка 90% при селективности метанола равным 99%. Для достижения более высоких показателей выхода необходимо увеличить скорость охлаждения, тем самым, сократить время протекания побочной реакции термического распада формальдегида. Для этого было предложено в трубки подконтактного холодильника засыпать насадку, для увеличения теплопередачи. Предварительные расчеты доказывают верность предположения. Сплошными линиями отмечены результаты расчетов с водяным охлаждением при засыпке трубок насадкой.

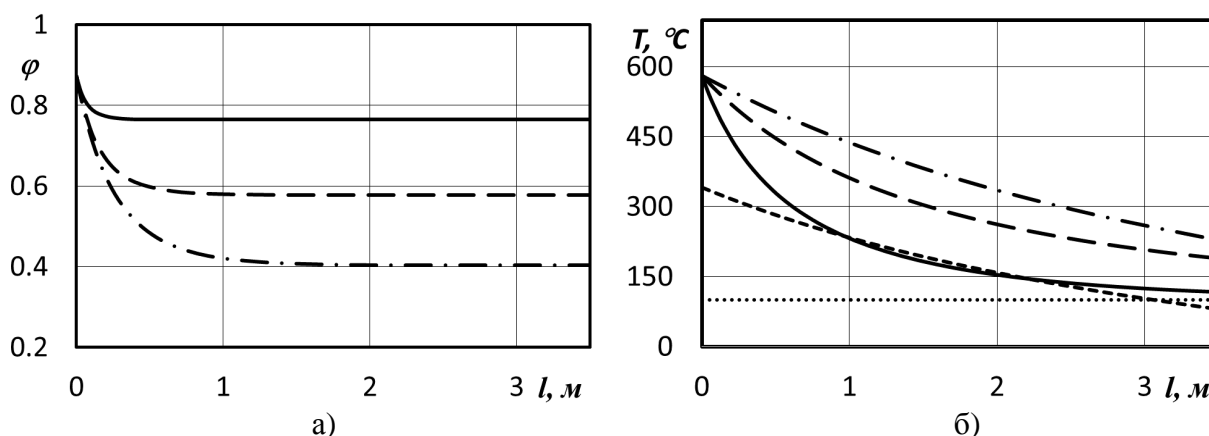


Рисунок 1. Изменение выхода формальдегида (а) и температуры (б) по длине трубки: штрих-пунктир - при охлаждении исходной парогазовой смесью; пунктир – водяное охлаждение; сплошная линия – водяное охлаждение с насадками в трубках.

Литература:

1. Тишин, О.А., Математическое моделирование процесса синтеза формальдегида /, О.А. Тишин, Н.Ю. Бердникова // XII региональная конференция молодых исследователей Волгогр. обл., г. Волгоград, 13–16 ноября 2007 г.: тез. докл / ВолгГТУ [и др.] – Волгоград, 2008. – с. 10–11.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВС

В. В. Староверов

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Самой распространенной силовой установкой в настоящее время является тепловой двигатель. История двигателестроения перешагнула во второе столетие, однако основные показатели, характеризующие двигатели внутреннего сгорания, такие как удельный расход топлива, уровень шума, выбросы вредных веществ в окружающую среду, материалоемкость, надежность и др. не претерпели существенных изменений с начала прошлого века. Это обосновывает необходимость поиска новых подходов к проблеме совершенствования тепловых двигателей. Одним из путей решения этой проблемы является переход к новым концепциям на принципиальном уровне. Одной из таких концепций является разработка математического аппарата термодинамики нестационарных процессов.

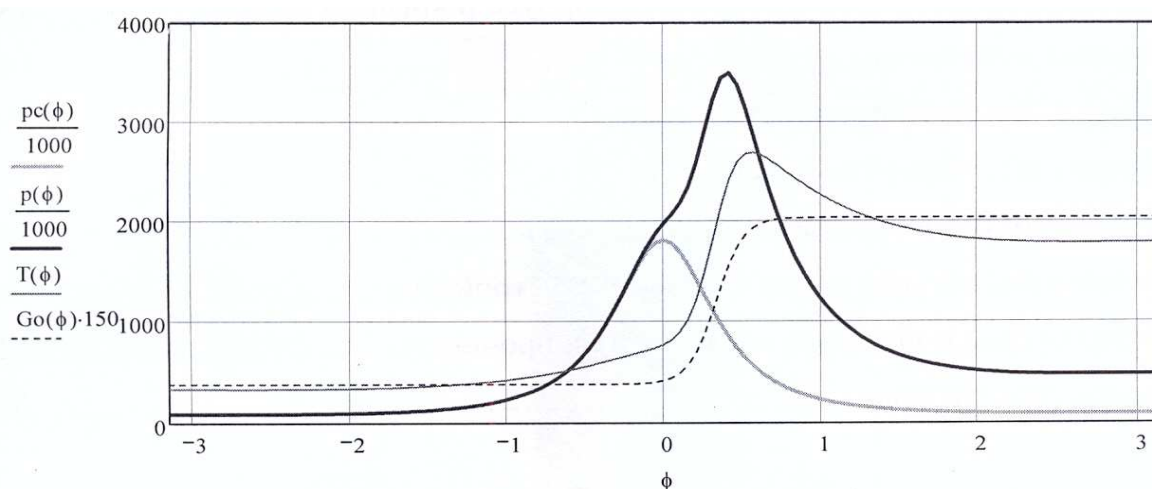
Существующие методы проектирования двигателей внутреннего сгорания, основанные на классической теории транспортных двигателей, базирующейся на термодинамике равновесных стационарных процессов [1-2], не позволяют в настоящее время создавать высокоэффективные двигатели без длительного процесса их доводки в экспериментальных отделах предприятий и институтов. Наиболее рациональными путями повышения топливной экономичности двигателей внутреннего сгорания являются те, которые позволяют перераспределить основные составляющие теплового баланса в направлении сокращения потерь теплоты в систему охлаждения и с отработавшими газами. Для реализации этой концепции необходимо выявить факторы, которые определяют соотношение составляющих теплового баланса, поскольку традиционные методы воздействия на известные факторы уже не дают ощутимых результатов, а существующий уровень эффективности преобразования энергии теплосиловыми установками существенно ниже принципиально возможного. Это позволяет сделать заключение о том, что не все возможные резервы еще использованы и требуется совершенствование теоретических представлений о процессах, происходящих в тепловых двигателях.

Для выявления определяющих факторов и наиболее эффективных направлений их изменения проанализируем известное соотношение, по которому вычисляется значение эффективного КПД: $\eta_e = \eta_t \eta_g \eta_m$, где η_e – эффективный КПД двигателя; η_t – термический КПД; η_g – относительный КПД; η_m – механический КПД.

Количество теплоты, уходящее с отработавшими в цилиндре двигателя газами, определяет величину термодинамического КПД (η_t), который зависит, главным образом, от степени сжатия или, точнее, от степени расширения рабочего тела после сообщения ему теплоты, преимущественно в результате сжигания топлива. Увеличение этого показателя может быть осуществлено за счет повышения температуры и давления рабочего тела в начале расширения или снижения параметров конца расширения. Анализ этих зависимостей показывает целесообразность снижения параметров конца расширения, что осуществимо в роторных двигателях. Для решения этой проблемы необходимо выяснить, чем определяется доля энергии рабочего тела, пошедшая на совершение работы в процессе расширения газов в цилиндре двигателя, и от чего зависит доля энергии рабочего тела, отводимая в форме теплоты в систему охлаждения. Если рассмотреть в этом плане предельные случаи, то можно установить некоторые из факторов, которые оказывают влияние на характер этого перераспределения энергии в процессе расширения. Например, при отсутствии перемещения поршня в цилиндре двигателя и достаточно хорошей герметизации полости будет иметь место изохорный процесс. В этом случае внутренняя энергия рабочего тела имеет возможность изменяться только в результате энергообмена с окружающей средой в форме теплоты. После сжигания горючего в камере сгорания температура продуктов сгорания рано или поздно станет равной температуре окружающей среды, сколь бы совершенной не была теплоизоляция стенок камеры. При перемещении поршня часть энергии превращается в работу, а некоторая её часть, также как и при неподвижном поршне, передается через стенки в окружающую среду в форме теплоты. По мере увеличения скорости расширения доля энергии, превращающаяся в работу, увеличивается, а отдаваемая в форме теплоты – уменьшается. Это положение наглядно иллюстрируется характером изменения относительного КПД на скоростной характеристике.

Как известно, с увеличением частоты вращения двигателя интенсивность теплообмена уменьшается. Следовательно, можно предположить, что при некоторой скорости расширения доля энергии рабочего тела, отводимая в форме теплоты, станет существенно меньше доли энергии, превращенной в работу. Такой случай можно классифицировать как адиабатное расширение. Здесь необходимо ввести критерий быстроты протекания термодинамических процессов. В качестве такого критерия предлагается использовать закономерность изменения объема термодинамической системы во времени, которая получена на основе соотношений, приведенных в работах Седова Л.И. [3-4]. Согласно этим соотношениям, плотность свободно расширяющегося газообразного вещества обратно пропорциональна квадрату времени, следовательно, объем термодинамической системы пропорционален квадрату времени [5]: $V = G_o t^2 / 2$. Коэффициент пропорциональности (G_o) по смыслу является термодинамическим ускорением, имеет размерность $\text{м}^3/\text{с}^2$ и определяется как вторая производная от объема системы по времени. Введение термодинамического ускорения как новой термодинамической функции открывает широкие возможности для анализа процессов изменения состояния газообразных веществ, позволяя рассматривать их во времени. В этом случае время становится параметром состояния термодинамической системы. Таким образом, предлагается принципиально новый подход к анализу рабочего процесса тепловых двигателей, основанный на сопоставлении скорости расширения рабочего тела в реальном двигателе со скоростью свободного расширения, которая определяется закономерностью изменения объема термодинамической системы во времени, полученной путем введения новой функции состояния – термодинамического ускорения.

Использование систем машинного проектирования устройств, для сжигания горючих, в том числе двигателей внутреннего сгорания, является одним из перспективных направлений совершенствования энергетики, в особенности транспортной. До настоящего



времени в процессе разработки новых моделей и доводки существующих двигателей основным методом является экспериментальный, так как аналитическое описание такой многофакторной и многоэкстремальной системы, которой является двигатель внутреннего сгорания, представляет собой чрезвычайно сложную задачу. В качестве одной из основных трудностей при решении этой задачи можно выделить уравнение, описывающее закон тепловыделения в процессе сгорания топлива.

Характер изменения термодинамического ускорения в цикле двигателей внутреннего сгорания легко поддается аналитическому описанию, что позволяет получить математическую модель рабочего процесса, адекватно описывающую экспериментальные зависимости, полученные на различных двигателях в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов.

На рис. 1 приведен пример расчетной индикаторной диаграммы двигателя. Проверка на адекватность математической модели производилась путем расчета характеристик существующих двигателей и сопоставления их с экспериментальными. У карбюраторного двигателя отклонения расчетных и экспериментальных значений не превышают различий, обусловленных цикловой нестабильностью. У дизельного двигателя различия находятся в пределах точности измерений, проводившихся с помощью анализатора AVL в конструкторском бюро рабочих процессов Волгоградского моторного завода.

Рисунок 1 - Расчетная индикаторная диаграмма двигателя φ - угол поворота вала [рад]; $p_c(\varphi)$ – давление в цилиндре при отсутствии сгорания [кПа]; $p(\varphi)$ – давление в цилиндре при сгорании [кПа]; $T(\varphi)$ – температура в цилиндре при сгорании [K]; $Go(\varphi)$ – термодинамическое ускорение[м³/с²]

Таким образом, убедившись в адекватности полученной математической модели рабочего процесса, можно выполнить расчет двигателя, не имеющего реального прототипа.

Разработанная теория рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания, базирующаяся на методах термодинамики нестационарных процессов, позволяет осуществлять расчет индикаторных показателей и производить построение скоростных, нагрузочных и регулировочных характеристик практически всех существующих и еще не существующих в натуре поршневых и роторно-поршневых двигателей внутреннего сгорания, в том числе роторно-лопастных. Конструктивная проработка роторно-лопастного двигателя позволила выявить ряд охраноспособных решений, которые оформлены в виде заявки на предполагаемое изобретение, по которой получен патент [6]. На рис 2. представлен общий вид одного из вариантов такого двигателя.

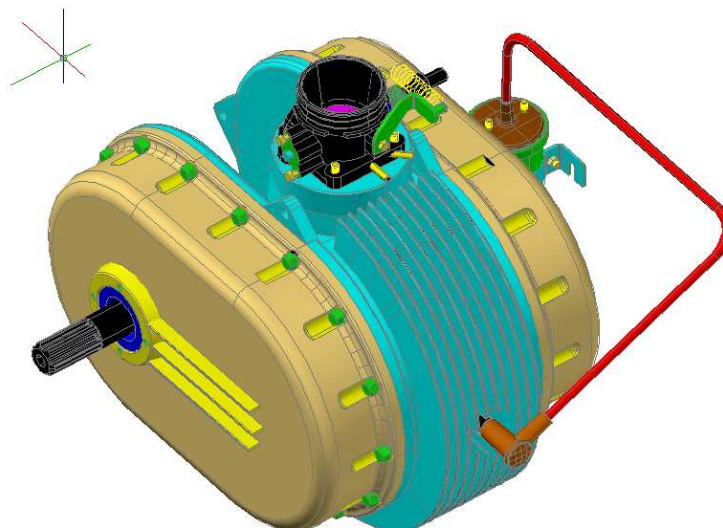


Рисунок 2 - Роторно-лопастной двигатель

Литература:

1. Вукалович, М. П. Техническая термодинамика / М. П. Вукалович, И. И. Новиков. - М.: Энергия, 1968. - 496 с.
2. Жуковский, В. С. Термодинамика / В. С. Жуковский. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 303 с.
3. Седов, Л. И. О динамическом взрыве равновесия / Л. И. Седов // Доклады АН СССР, 1957. - Том 112, № 2. - Гидромеханика, С. 211-212.
4. Седов, Л. И. Методы подобия и размерности в механике / Л. И. Седов. - М.: Наука, 1987. - 431 с.
5. Староверов, В. В. Взаимосвязь скорости расширения с показателями рабочего процесса двигателя / В. В. Староверов // Деп. в ЦНИИТЭИтяжмаш. 04.09.89. № 455-тм 89.
6. Патент № 2063526 РФ. Роторный двигатель./ Староверов А.В., Староверов В.В.; опубл. 10.06.96 Г. БИ № 19.

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПАРТНЕРСТВА КОМПАНИИ "ЭКОНЕКС" С ВЫСШИМИ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ

Авторы: Д.В. Завьялов¹, К.В. Галанский¹, А.А. Силаев², В.Е. Костин², А.Н. Кокарев²
1 ООО "Эконекс"; 2 Волжский политехнический институт

Одним из направлений партнерства компании "Эконекс" и Волжского политехнического института является проведение исследовательских работ по разработке автономной системы автоматического освещения с применением солнечных батарей и светодиодного осветительного оборудования. Сочетание фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии и современной светодиодной осветительной техники даёт возможность создавать адаптивные энергоэффективные автономные системы освещения мест общего пользования и аварийного освещения.

Развитие и исследование альтернативных источников энергии и осветительного оборудования является важнейшей задачей в связи с ограниченностью и использованием традиционных источников энергии. Поэтому необходимо развивать данную отрасль производства.

Волгоградская область является регионом с высокой степенью излучения солнечной энергии, что повышает перспективы использования альтернативных источников на основе солнечной энергии.

Структурная схема системы автоматического освещения на основе солнечных батарей, показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Структурная схема системы автономного освещения

Два фотоэлектрических преобразователя номинальной мощностью по 80 Вт и номинальным напряжением 12 В предназначены для улавливания падающей радиации и преобразования её в постоянный электрический ток.

Контроллер заряда Morningstar SunSaver SS-MPPT-15L максимальным током 15 А с блоком ШИМ предназначен для управления процессом заряда, который делится на три этапа: предварительный заряд (при глубокой разрядки аккумулятора), режим быстрого заряда постоянным током (основной режим работы) и режим быстрого заряда постоянным напряжением до максимальной ёмкости (ток заряда снижается, напряжение поддерживается с заданной точностью). Кроме того, контроллер позволяет накапливать и передавать данные о параметрах работы экспериментальной установки в режиме реального времени на персональный компьютер.

Гелиевый необслуживаемый аккумулятор номинальным напряжением 12 В и ёмкостью 200 А*ч предназначен для накопления энергии.

Инвертор «чистый синус» предназначенный для преобразования постоянного тока в переменный ток промышленной частоты с напряжением 220 В. Входное напряжение 10,5 – 14,5 В, номинальная мощность 350 Вт.

Светодиодный светильник компании “Эконекс” Board 24 k30 имеет номинальную мощность 60 Вт. По силе освещения светильник является аналогом прожектора на лампах накаливания мощностью в 500 Вт. Напряжение питания светильника 220 В. Применение такого светильника незначительно удорожает стоимость всей конструкции системы освещения (2%), но позволяет повысить надёжность по резервированию всей системы от 220 В.

С помощью персонального компьютера осуществляется сбор экспериментальных данных, которые сохраняются в архиве для дальнейшего анализа. Пример сохранённых данных по напряжению питания аккумулятора и тока его заряда приведён на рисунке 2.

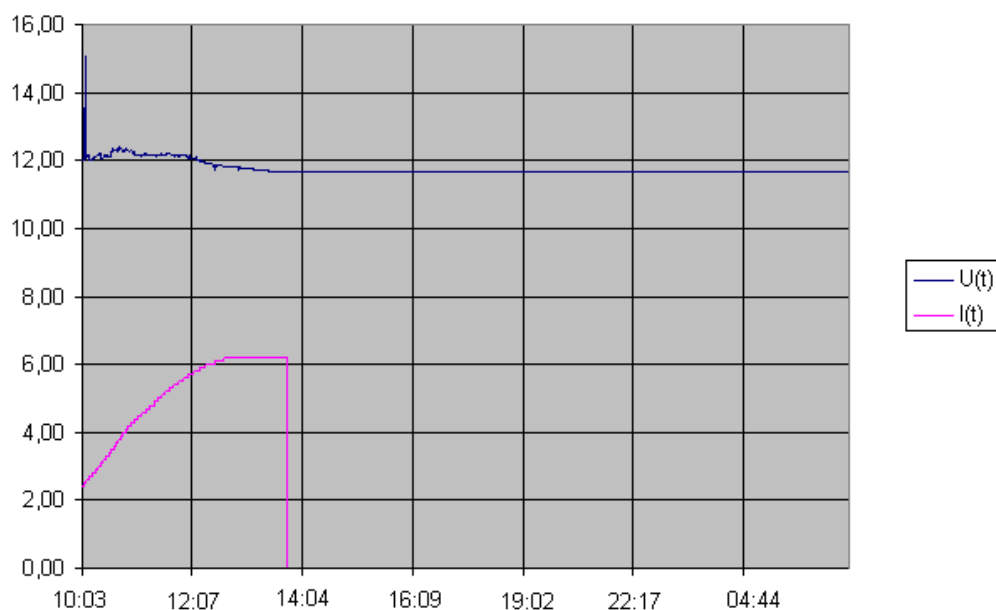


Рисунок 2. Напряжение питания и ток заряда аккумулятора.

В результате проведённых экспериментов можно сделать следующие выводы:

за день в пасмурную погоду заряд аккумулятора от солнечной батареи (120 Вт) составляет 70% (ёмкость 200А*час);

режим разряда аккумулятора, прожектором фирмы Ecomex (60Вт) составляет до 16 часов бесперебойной работы;

в солнечную погоду, заряд аккумулятора происходит за 6 часов.

Таким образом, данная экспериментальная установка подтверждает возможность использования солнечной энергии в нашем регионе для создания автономных систем освещения.

ЛАБОРАТОРНО-УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГИДРО - И ВЕТРО- ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

*А.К. Бологова, методист ВУЦ «КорУнГ»-филиал ОАО «Рус Гидро»
А.В. Саразов, ст. преп. ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Волжский*

Лабораторно-учебный модуль (ЛУМ) предназначен для проведения лабораторных работ для исследования процессов, протекающих при производстве электроэнергии на гидро- и ветро- электростанциях и получения студентами и школьниками навыков проведения элементов научных исследований.

ЛУМ разработан при участии СКБ ВПИ (филиал) ВолгГТУ и изготовлен школьниками на занятиях кружка технического творчества. Исследования и апробация проводились школьниками гидроэнергокласса, организованного в рамках Программы ОАО «РусГидро» «От новой школы к рабочему месту». Программа направлена на привлечение молодых кадров в гидроэнергетическую отрасль, формирования у школьников мотивации на овладение инженерными профессиями, а также для знакомства и развития активной позиции по вопросам использования возобновляемых источников электроэнергии у школьников и студентов.

ЛУМ состоит из действующих моделей гидравлической и ветряной турбин, методических материалов для проведения наблюдений и исследований за проходящими физическими и электрическими процессами, расчетного комплекса по определению отдельных физических и электрических характеристик энергетических установок.

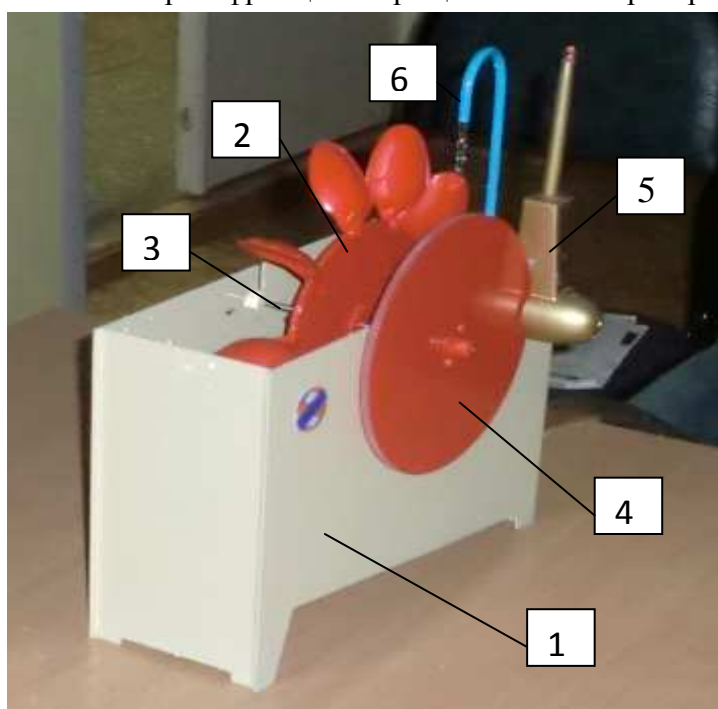
Модель гидравлической турбины представлена на рисунке 1.

Принцип работы модели гидравлической турбины заключается в следующем: собранная модель помещается на устойчивую поверхность, вода из водопровода или напорной емкости подается на лопасти турбины и вращает вал ротора, на котором размещено маховое колесо. Маховое колесо через фрикцион вращает вал генератора. Электрический ток от генератора поступает на сигнальную лампу и на вольтметр.

Расход воды можно регулировать с помощью вентиля, величину напора - с помощью трубок для подачи воды разной высоты.

- 1 - корпус-емкость,
- 2 - водяное колесо,
- 3 - ось ротора,
- 4 - маховое колесо,
- 5 - генератор,
- 6 - трубка для подачи воды,
- 7 - наливной шланг,
- 8 - сливной шланг,
- 9 - вентиль.

(Позиции 7,8,9, не показаны)



Модель ветряной турбины представлена на рисунке 2.

- 1- кейс - рабочая площадка,
 - 2 - источник подачи воздуха с регулятором вращения,
 - 3 - ротор с лопастями различных видов и типоразмеров,
 - 4 - мачта ротора с генератором,
 - 5 - регулируемое основание мачты,
 - 6 - вольтметр,
 - 7 - амперметр,
 - 8 - анемометр.
- (Позиции 7,8 не показаны)

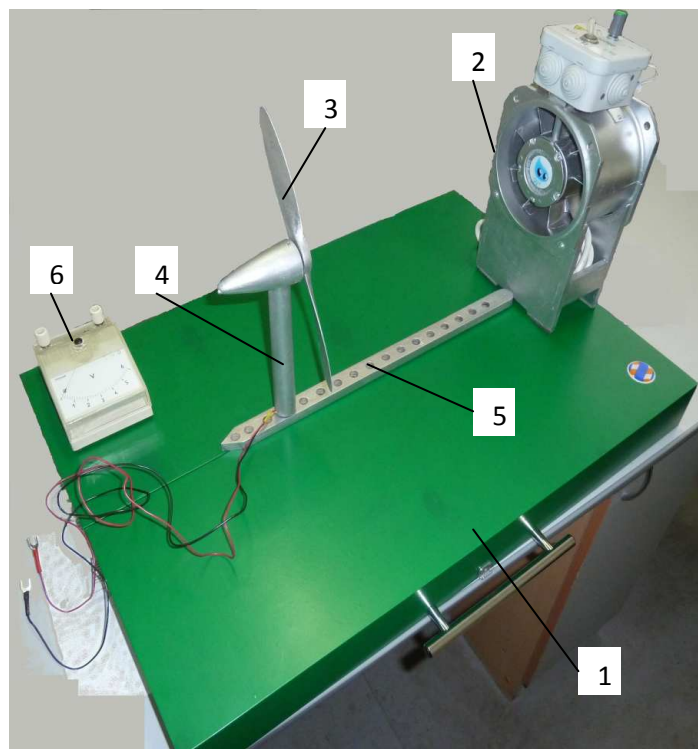


Рисунок 2 – Модель ветряной турбины

Принцип работы модели ветряной турбины состоит в следующем: на рабочей площадке (внешняя сторона кейса) размещаются источник подачи воздуха и основание для мачты. В паз основания устанавливается турбина с выбранным типом ротора. При включении источника подачи воздуха начинает вращаться турбина и вал генератора. Электрический ток от генератора поступает на сигнальную лампу и на вольтметр.

Скорость потока воздуха может регулироваться регулятором вращения вентилятора и (или) изменением расстояния мачты ротора от вентилятора. Угол атаки можно менять поворотом мачты ротора или регулируемого основания мачты.

Лабораторно-учебный модуль позволяет проводить следующие виды лабораторно-исследовательских работ:

1. Определение влияния на эффективность работы гидротурбины величины расхода воды, величины напора воды; ветротурбины - скорости ветра, угла атаки ветра.
2. Сравнение характеристик различных типов водяного колеса, лопастей ветроустановки.
3. Определение КПД конкретной установки.

На данный момент, лабораторно-учебный модуль полностью готов к эксплуатации:

- модели изготовлены, оснащены необходимыми приборами,
- разработаны методические указания (Рисунок 4),
- разработаны расчетные модули (Рисунок 3),
- изготовлены обучающие видео ролики по работе с моделями.

Проведена апробация ряда лабораторных работ, устранены, выявленные недостатки моделей, расчетные модули показали хорошую сходимость рассчитанных и измеренных параметров.

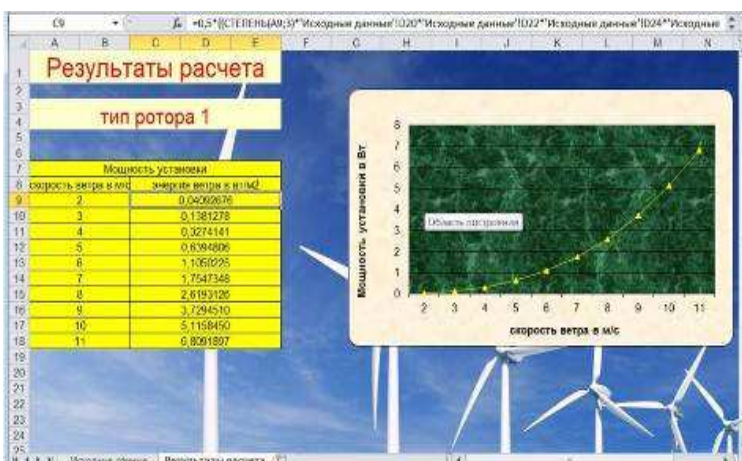


Рисунок 3 - Расчетный комплекс по определению отдельных физических и электрических характеристик энергетических установок

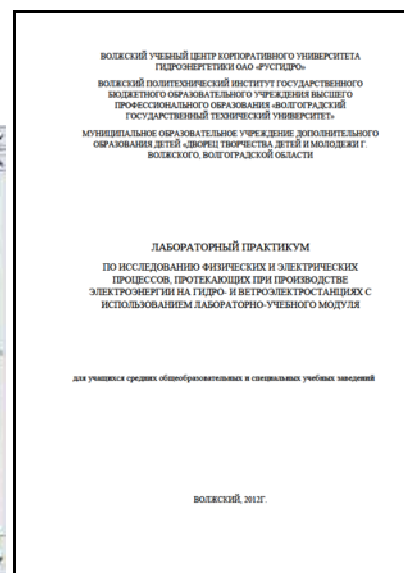


Рисунок 4 - Методические материалы для проведения наблюдений и исследований за проходящими физическими и электрическими процессами

КВАЗИПЛОСКОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ ДЛЯ ТЕЧЕНИЯ В РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЕ

Суковицын Н.П., Шаповалов В.М.

В общем случае, течение материала в смесительной камере трёхмерно. Пройгнорируем продольный характер движения материала и будем течение рассматривать как плоское. Кроме того, ротор в окрестности гребня имеет довольно сложную геометрию. Будем рассматривать поверхность ротора в окрестности стенки камеры как наклонную плоскость. Далее, область течения (клин) достаточно тонкий, поэтому пренебрегаем кривизной канала, считая стенку камеры плоской. Перемешиваемая среда является неньютоновской жидкостью, однако в целях упрощения задачи будем считать её ньютоновской (вязкой) жидкостью. А неньютоновость учтем введением эффективной вязкости. Используем для течения квазиплоское приближение, согласно которому давление изменяется по длине канала, но однородно по его высоте. Поле скоростей, при этом, двумерно.

Цель настоящей работы выяснить влияние параметров течения на интегральные характеристики: потребляемую мощность, распорное усилие, крутящий момент, распределение давления по длине зазора.

Составлены уравнения квазиплоского течения ньютоновской жидкости. Кривизной поверхности стенки пренебрегаем. Течение вызывается не перепадом давления, а относительным движением стенок жидкостного канала. Одной из стенок является стенка смесительной камеры, а другой – поверхность ротора.

Найдено распределение давления в зазоре, поле скоростей, а также интегральные характеристики течения: распорное усилие, крутящий момент, потребляемая мощность. Проведён численный анализ математической модели. Получены графики зависимости для максимального давления, и интегральных параметров. Предложена методика расчёта резиносмесителя.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННОГО ЭФФЕКТА ПЛОСКОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ НА ТЕЛЕ ВРАЩЕНИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ

*Зубович С.О., к.ф.-м.н., доцент кафедры ВПФ ВПИ,
Суркаев А.Л., к.т.н., доцент кафедры ВПФ ВПИ,
Харитонов В.Н., к.т.н., доцент кафедры ТМО ВПИ.*

Высоковольтный электрический разряд широко используется как в научных исследованиях, так и в различных технологических процессах промышленного производства. Передача возмущения к технологическому объекту осуществляется посредством некоторой конденсированной среды, чаще всего воды. Электрогидравлический способ преобразования энергии применяется в листовой штамповке, очистке отливок, прессовании порошков, интенсификации процессов прокатки, кристаллизации слитков и т.д. [1].

Цель данной работы – экспериментальное и аналитическое исследование дифракционного эффекта импульса давления ударно-акустической волны, возбуждаемой электрическим взрывом плоской кольцевой фольги, на конусе, расположенном соосно в цилиндрической взрывной камере с конденсированной средой.

На сегодняшний день аналитического решения системы уравнений, описывающих электрический взрыв проводника (ЭВП) как цилиндрической формы, так и электрического взрыва плоской кольцевой фольги (ЭВПКФ), формирующей плоскую ударную волну [2], не существует, поэтому для оценки адекватности результатов эксперимента использовалось численное решение. Представленная работа является продолжением ранее проводимых исследований [3]. Схема задачи представлена на рис.1. Начало цилиндрической системы координат помещено в центре фольги. Ось x направлена по оси симметрии взрывной камеры. Внутренний диаметр цилиндрической камеры D . Радиус фольги r , ее толщина δ . Диаметр конуса 5 равен d , высота h , расстояние от фольги до конуса ℓ . На электроды 3 и 4 подается импульсное напряжение от энергетического накопителя конденсаторного типа (ЭН), что приводит к электрическому взрыву плоской кольцевой фольги 2. Образовавшаяся ударная волна распространяясь вдоль ось взрывной камеры 1, трансформируется в плоскую. На участке $\ell < x < \ell + h$ плоская ударная волна испытывает нелинейное отражение от конуса 5, что приводит к образованию дифракционного эффекта. Регистрация радиального импульса давления дифракционной ударно-акустической волны осуществлялась волноводным пьезокерамическим датчиком [4] импульсных давлений 7, электрический сигнал с которого через РС – цепочку подается на вход цифрового запоминающего осциллографа (ЭО).

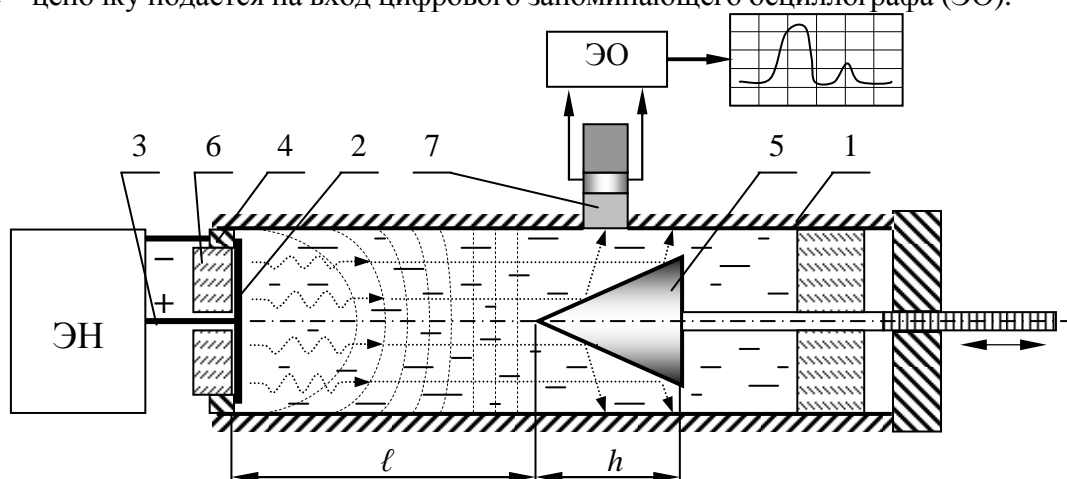


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – цилиндрическая взрывная камера; 2 – взрывающаяся фольга; 3 – центральный электрод; 4 – кольцевой электрод; 5 – тело вращения в виде конуса; 6 – диэлектрический цилиндр; 7 – волновой пьезокерамический преобразователь; ЭН – энергетический накопитель конденсаторного типа; ЭО – электронный осциллограф.

Физический и численный эксперименты проводились при следующих параметрах: $D = 30 \text{ мм}$; $r = 14 \text{ мм}$; $\delta = 0,01 \text{ мм}$; $d = 25 \text{ мм}$; $h = 19 \text{ мм}$; $\ell = 215 \text{ мм}$; энергия, затраченная на электрический взрыв $W \sim 640 \text{ Дж}$.



Рис.2

В результате проведенного физического эксперимента получены временные осциллограммы протекающего тока электрического взрыва фольги, регистрируемого с помощью пояса Роговского, и импульса давления, регистрируемого волноводным пьезодатчиком 7 (рис.2, кривые 1 и 2, соответственно).

Электрический взрыв кольцевой фольги протекает в режиме близким к согласованному, т.е. энергия накопителя реализуется в первый полупериод взрыва. Радиальный импульс давления дифракционной ударно-акустической волны достигал $p \sim 10^7 \text{ Па}$. Время

электровзрыва $t \sim 10^{-4} \text{ с}$, указывает на относительно медленный взрывной процесс, что соответствует затраченной энергии W .

В результате проведенного численного эксперимента получена графическая зависимость распределения давления p для точки, лежащей в пределах участка $\ell < x < \ell+h$, по времени t (рис.3).

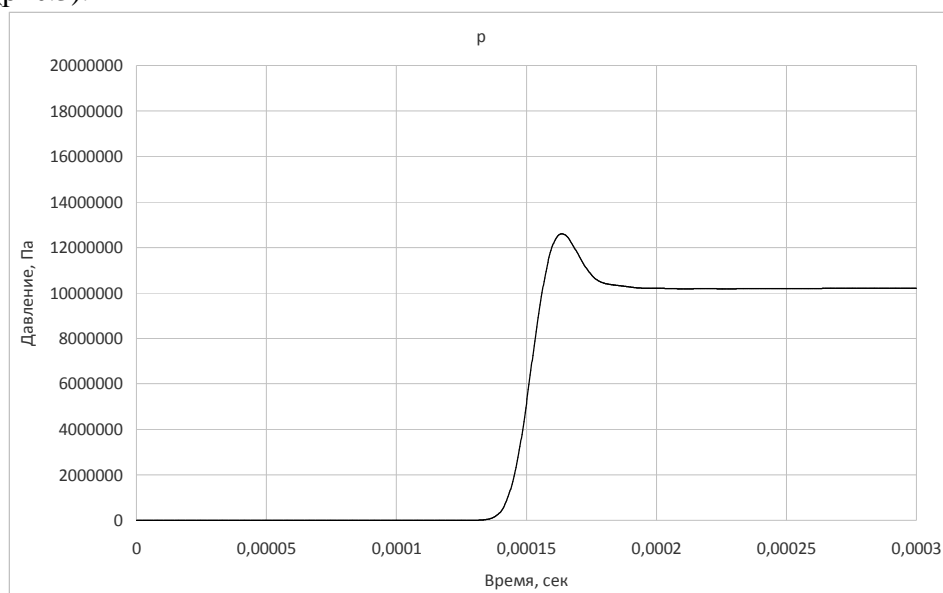


Рис.3

Импульсное давление и время электровзрыва совпадают по порядку с результатами физического эксперимента, т.е. построенная математическая модель вполне адекватна.

Список библиографических источников

1. Поздеев В.А. Прикладная гидродинамика электрического разряда в жидкости. – Киев: Наукова думка, 1980. – 192 с.
2. Пат. 2378075 РФ, МПК В 21 D 26/10. Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах / А.Л. Суркаев, В.А. Суркаев, М.М. Кумыш. – 10.01.2010.
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. Пат. 2241212 РФ, МПК 7 G 01 L 9/08, 23/10. Волноводный датчик импульсных давлений / А.Л. Суркаев, Ю.П. Муха, В.А. Суркаев. – 27.11. 2004.

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ В ЖИДКИХ СРЕДАХ**
Кумыш М.М., Муха Ю.П., Суркаев А.Л., Усачев В.И. ВПИ (филиал) ВолГТУ

Электрический разряд в виде электрического взрыва проводника (ЭВП) находит широкое применение в современных научных исследованиях, а также в технологических процессах машиностроения и в других областях индустрии для создания мощных импульсных воздействий на объект, подвергая его разрушению, формообразованию, изменению структурных свойств [1, 2, 6]. Целью работы является разработка информационно-измерительной системы для исследования ударно-волновых возмущений электрического взрыва плоской кольцевой фольги (ЭВКФ) в пространстве конусной геометрии с конденсированной средой [8, 10]. Блок-схема ИИС показана на рис.1.

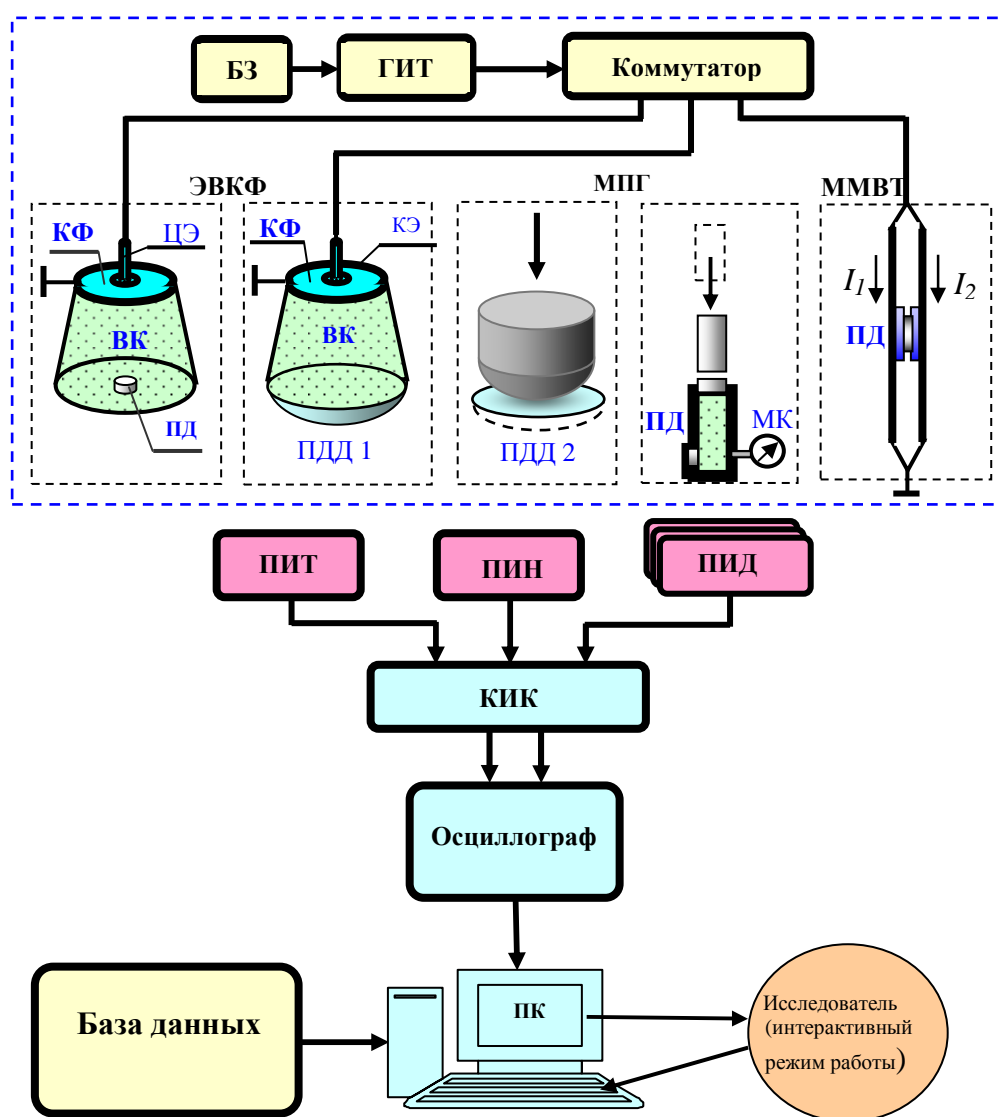


Рис.1. Блок-схема ИИС для исследования ударно-импульсных возмущений электрического взрыва кольцевой фольги в жидкой среде: БЗ – блок запуска; ГИТ – генератор импульсного тока; ВК – взрывная камера, заполненная жидкостью; КФ – кольцевая фольга; ЦЭ – центральный электрод; КЭ – кольцевой электрод; ПД – пьезокерамический преобразователь давления; ПДД – пластинчатый датчик давления; МК – микрометрический индикатор часового типа; ПИН, ПИТ, ПИД – преобразователи импульса напряжения, тока и давления, соответственно; КИК – коллектор информационных каналов; ПК – компьютер

Высокое напряжение, вырабатываемое генератором импульсного тока конденсаторного типа (ГИТ), посредством блока запуска (БЗ) и коммутирующего устройства, подается на центральный стержневой электрод (ЦЭ) и кольцевой электрод (КЭ), которые подключаются соосно к взрывающейся кольцевой фольге (КФ), что обеспечивает протекания тока по КФ в радиальном направлении. КФ располагается на торце прочного диэлектрического цилиндра. На противоположном торце взрывной камеры предусмотрена возможность устанавливать пьезокерамический преобразователь давления (ПД) или пластинчатый датчик давления (ПДД). В качестве преобразователя импульсного тока (ПИТ) используется пояс Роговского. Преобразователем импульсного напряжения (ПИН) является высокоомный омический делитель. Электрические сигналы, генерируемые преобразователями тока, напряжения и давления поступают в коллектор информационных каналов (КИК), и далее на устройство обработки данных, в состав которого входит запоминающий двухканальный цифровой осциллограф, связанный с персональным компьютером (ПК). Информационное обеспечение представляет собой базу экспериментальных данных и базу технических характеристик. База экспериментальных данных содержит информацию об основных показателях каналов измерения и предназначена для получения эмпирических моделей сигналов и отдельных динамических характеристик информационных каналов.

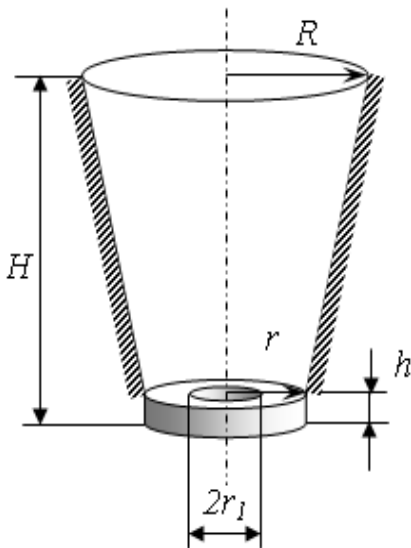


Рис.2. Модель замкнутого пространства конусной геометрии с взрывающейся кольцевой фольгой

В рамках данной работы была разработана математическая модель ЭВКФ во взрывной камере конусной геометрии (рис.2), заполненной жидкостью [3,4,5], причем КФ рассматривалась в качестве инициатора электрического разряда, то есть не рассматривались физические процессы, протекающие в металлической фазе. Также считалось, что процесс протекания разряда является квазистатическим, т.е., время достижения максимального значения тока разряда на много больше времени прохождения звуковой волны вдоль камеры. Исходя из уравнения сохранения массы, уравнения состояния жидкости в форме Тэта и уравнения баланса энергии разрядного контур, были получены выражения, определяющие:

1) давление как функцию от степени сжатия жидкости ε плазменным «поршнем»:

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

2) интеграл действия тока $S = \int_0^{t_{\text{маз}}} I^2(t) dt$ как

функцию от степени сжатия жидкости ε плазменным «поршнем»

$$S = \frac{2\pi^2 \sigma' A H^2 \chi^2}{9 \ln(R_1/r_1) \xi} \left[\frac{\varepsilon^2 [(1-\varepsilon)^{-\alpha} - 1]}{(\gamma-1)} + \frac{(\gamma-2)}{(\gamma-1)} \left[\frac{\varepsilon(1-\varepsilon)^{-\alpha+1}}{(\alpha-1)} + \frac{1 - (1-\varepsilon)^{-\alpha+2}}{(\alpha-1)(\alpha-2)} - \frac{\varepsilon^2}{2} \right] \right].$$

Таким образом, по величине интеграла действия тока можно прогнозировать величину амплитуды давления, генерируемого при ЭВКФ.

Для определения величины давления использовались пьезоэлектрические преобразователи ЦТС-19, которые предварительно необходимо было градуировать. Для проведения градуировки пьезоэлектрического преобразователя были разработаны экспериментальные установки, в которых использовались различные физические

принципы: 1) метод падающего груза [8]; 2) метод магнитного взаимодействия двух параллельных токов [9].

В первом случае установка для градуировки представляла собой металлический цилиндр с поршнем, заполненный передающей жидкой средой. В нижней части цилиндра на боковой поверхности были установлены симметрично с противоположных сторон пьезоэлектрический преобразователь давления и малоинерционный механический индикатор. При воздействии падающего груза на поршень, в среде возникает импульсное возмущение, которое передается на пьезопреобразователь и механический индикатор, посредством которого измеряется перемещение поршня. Меняя высоту H подъема груза, изменяется его импульс и, соответственно, величина амплитуды импульсного воздействия на передающую среду. Оценка давления производилась тремя способами на основе уравнений математической модели гидроудара и уравнения Жуковского.

Во втором случае пьезоэлектрический преобразователь подвергался гидроударному воздействию методом магнитного взаимодействия двух параллельных токов. Оценка давления также производилась на основе полученного уравнения.

На следующем этапе пьезоэлектрический преобразователь подвергался воздействию ЭВКФ во взрывной конусной камере, заполненной жидкостью. Отклик пьезоэлектрического преобразователя записывался осциллографом. Оценка давления производилась на основе уравнений математической модели ЭВКФ [7].

На рис.3 представлена зависимость интеграла действия тока от высоты, расширяющегося плазменного «поршня». Определяя значение интеграла действия из результатов эксперимента, были получены значения давления в конусной камере порядка $P \approx 10^8$ Па, что соответствовало показаниям пьезокерамического преобразователя давления.

Результаты экспериментальных исследований по градуировке пьезокерамического преобразователя давления с использованием методик, основанных на различных физических эффектах, представлены в таблице.

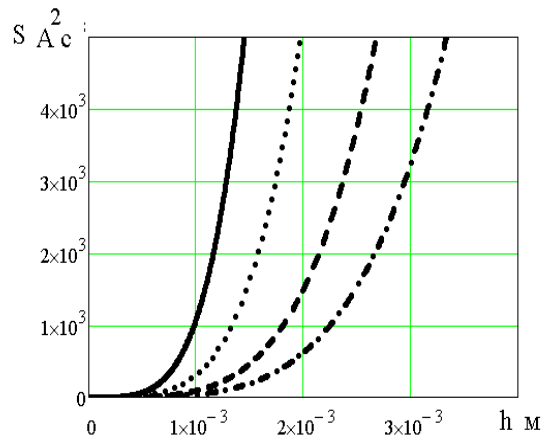


Рис.3. Зависимость интеграла действия $S(h)$ от высоты плазменного «поршня»

Градуировочный параметр	Метод падающего груза			Метод магнитного взаимодействия двух параллельных токов
	способ 1	способ 2	способ 3	
Передаточный коэффициент пьезопреобразователя, $k_{пд}$, 10^5 Па/В	0,72	0,61	0,60	0,61

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

осциллограммах (рис. 4). Анализ результатов показывает достоверность информации о ЭВКФ в конденсированной среде, работоспособность и состоятельность использования ИИС.

Основные выводы и результаты.

1. Разработанная ИИС позволяет проводить исследования генерируемых ударно-акустических волн при ЭВКФ во взрывной камере конусной геометрии с конденсированной средой.

2. Представленная математическая модель оценки импульсного давления при ЭВКФ во взрывной камере конусной геометрии с конденсированной средой адекватно описывает протекающие физические процессы и определяет амплитудное значение давления ударно-акустической волны.

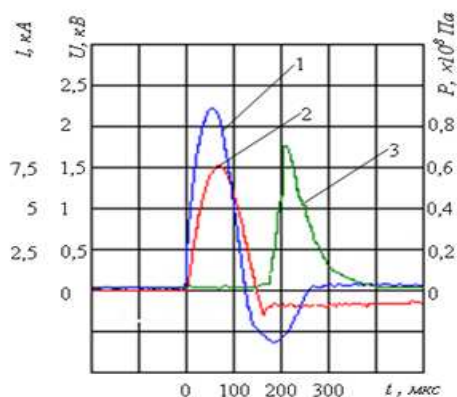


Рис.4. Оциллограммы электрического взрыва алюминиевой кольцевой фольги в воде: 1 – импульса напряжения $U(t)$; 2 – импульса тока $I(t)$; 3 – импульса давления ударно-акустической волны $P(t)$.

3. Разработанные и используемые методики, основанные на математических моделях различных физических эффектах, градуировки пьезокерамического преобразователя давления позволяют получить усредненное значение переводного коэффициента.

4. Проведенный метрологический анализ градуировки пьезокерамического преобразователя давления выявляет существование возможных методических и инструментальных погрешностей порядка 15% .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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 сентября 2009. С. 111-115.
7. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. Оценка давления, создаваемого при ЭВП в жидкости, с использованием энергетического накопителя конденсаторного типа //VII Всероссийская научно-практ. конф. «Инновационные технологии в обуч. и произв.»/ Камышин, 22-23 дек. 2010 год. Том 4. С. 90-92.
8. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. Элементы информационно-измерительной системы регистрации давления ударно-акустической волны

электрического взрыва плоской кольцевой фольги //VII Всероссийская научно-практ. конф. «Инновац. техн. в обуч. и произв.»/ Камышин, 22-23 дек. 2010 год. Том 4. С. 93-96.

9. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. Градуировка пьезокерамического преобразователя методом магнитодинамического взаимодействия параллельных импульсных токов. //VIII Всерос. научно-практ. конф. «Инновационные тех-ии в обуч. и произв.» Камышин, 23-25 нояб. 2011 год. С. 236-239.

10. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Зубович С.О., Усачев В.И. Элементы информационно-измерительной системы для исследования импульсного давления электрического взрыва плоской кольцевой фольги в конденсированной среде. // VI Межрег. науч-практ. конф. «Взаимод. вузов пром. пред-тий для эффек. развития инновац. деят-ти» г. Волжский, 18-19 мая 2010 г. www.volpi.ru С. 120-122.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ УДАРНО-АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ ПРОВОДНИКОВ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ

Сухова Т.А., Суркаев А.Л.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,

vpf@volpi.ru

Электрический взрыв проводников (ЭВП) широко используется как в фундаментальных научных исследованиях, так в различных технологических процессах [1, 2] уже немало лет. Определенный интерес представляет электрический взрыв плоской кольцевой фольги [3], для реализации которого разность потенциалов подается на ее центральную и периферийную области.

Целью данной работы является экспериментальное исследование поля давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги “самоприжатого” разряда в замкнутой камере с конденсированной средой, ток разряда по которой протекает в радиальном направлении.

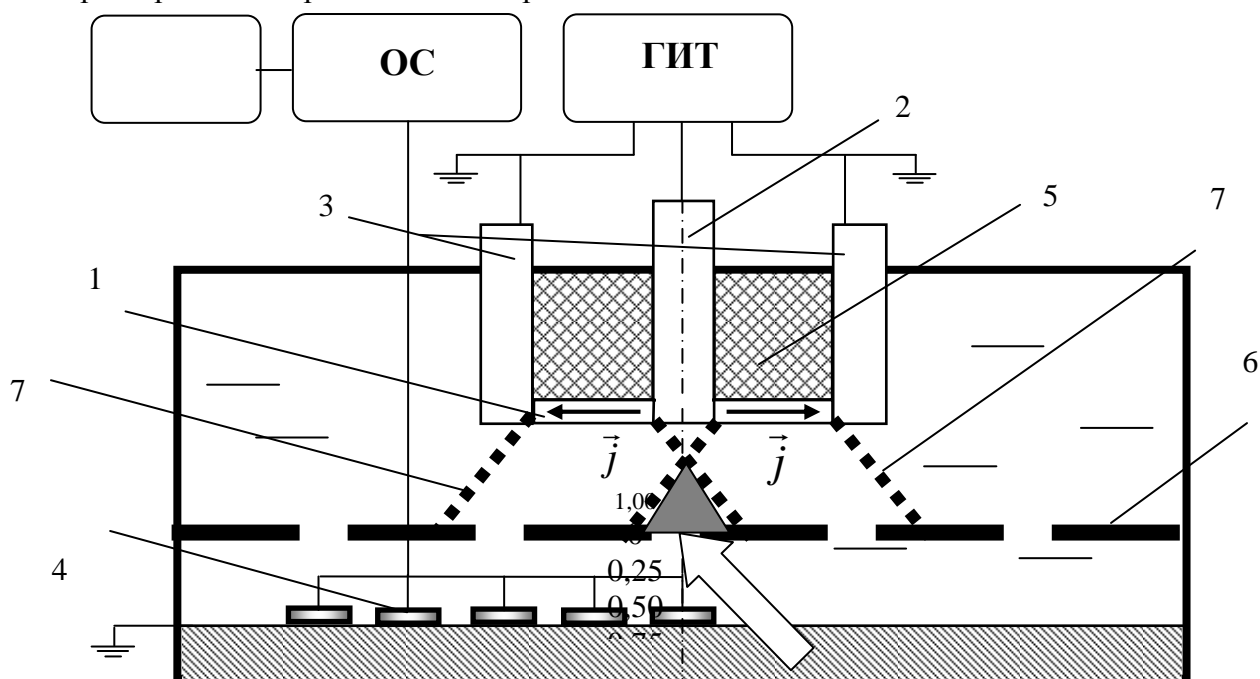


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – взрывающаяся кольцевая фольга; 2 – центральный электрод; 3 – кольцевой электрод; 4 – пьезокерамические преобразователи давления;

5 – диэлектрический цилиндр, 6 – деформируемая алюминиевая пластина, 7 – воображаемая боковая граница волнового фронта ударно-акустической волны.

Взрывающаяся плоская кольцевая фольга из алюминия 1, соединена (рис. 1) надежным электрическим контактом со стержневым электродом 2 и располагается на торце прочного диэлектрического цилиндра 3, что определяет условие осуществления “самоприжатого” разряда. В качестве регистратора поля давления использовалась линейка пьезокерамических преобразователей (ЦТС-19) в виде таблеток 4, которые располагались вдоль радиуса камеры на массивной диэлектрической подложки. Пьезотаблетки использовались производства одной серии, равных размеров и коэффициентом преобразования [4]. Вторым кольцевым электродом является крышка цилиндрической взрывной камеры 5. Размеры взрывающейся фольги: наружный диаметр $d_1 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, внутренний диаметр $d_2 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, толщина $h_f = 10 \mu\text{m}$. Геометрические размеры взрывающейся кольцевой фольги выбирались из условия протекания электрического взрыва близким к согласованному режиму [5], в частности, реализация энергии конденсаторного накопителя в первой половине периода разряда. Взрывная камера наполнена дистиллированной водой.

На (рис.2) представлены временные осциллограммы тока, получаемого с пояса Роговского, и давления ударно-акустической волны, регистрируемого центральным (а) и третьим от центра (в) пьезокерамическими преобразователями. Осциллограммы тока демонстрируют полную реализацию энергии взрыва в первой половине периода, что свидетельствует о квазиоднородном взрыве фольги и режиме протекания электрического взрыва близким к согласованному. Амплитуда импульса давления в центральной области поля достигала до $p_1 = 19.5 \text{ MPa}$, в то время как в области, находящейся непосредственно над центральной частью взрывающейся фольги, амплитуда была порядка $p_3 \approx 8,5 \text{ MPa}$. Интерпретировать полученные результаты можно следующим образом. Ударно-акустическая волна, генерированная электрическим взрывом плоской кольцевой фольги, имеет расходящийся волновой фронт кольцевой геометрии (рис. 1, линия АВ). В некоторой точке С в центральной области произойдет взаимодействие участков ударных волн, распространяющихся противоположных сторон взрывающейся фольги. В силу нелинейности уравнений гидродинамики, амплитуду ударно-акустической волны можно представить [6] в виде суммы двух членов: волны малой амплитуде p' , соответствующей

линеаризованным уравнениям и p'' - квадратичной поправки, $p = p' + p''$. Для плоской волны в лагранжевых координатах справедливо волновое уравнение: $p''_{\zeta\zeta} - c_0^2 p'_{\zeta\zeta} = 0$, где

индексы обозначают соответствующие производные. Для квадратичной поправки уравнение выглядит следующим образом: $p''_{\zeta\zeta} - c_0^2 p''_{\zeta\zeta} = G(p'^2)_{\zeta\zeta}$, где G - коэффициент нелинейности: $G = \frac{1}{\rho_0 c_0^2} \left[1 + \frac{1}{2} \rho_0 \left(\frac{dc^2}{dp} \right)_0 \right]$. Сама квадратичная поправка для плоской

волны представляется в виде: $p'' = \frac{1}{2} G t (p'^2)_i$. При рассмотрении нелинейного взаимодействия двух плоских волн [6], нарушается справедливый для линейного случая принцип суперпозиции, и квадратичная поправка представляется в виде:

$p'' = \frac{1}{2} G t (p_1'^2)_i + \frac{1}{2} G t (p_2'^2)_i + G t (p_1' p_2')_i$, где индексы 1,2 соответствуют первой и второй волне. При взрыве кольцевой фольги с учетом эквивалентности волн, излучаемых с противоположных сторон фольги, получаем результирующую волну давления с квадратичной поправкой:

$$p = 2 p' + 2 G t (p'^2)_i \quad (1).$$

Воспользуемся уравнением состояния среды в форме Тэта: $p = B \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right]$,

где коэффициенты для воды $B = 3.045 \cdot 10^8 \text{ Pa}$; $n = 7.15$; ρ, ρ_0 - плотности жидкости возбужденного и равновесного состояния. Коэффициент нелинейности для идеальной жидкости можно представить в виде:

$$G = \frac{1}{\rho_0 c_0^2} \left(\frac{n^2(n-1)}{2} + 1 \right). \quad (2)$$

Рассмотрим волну давления [7] с экспоненциальной зависимостью в виде:

$$p = at e^{-rt}, \quad (3)$$

где $a = 9.5 \cdot 10^{11}$, $r = 4 \cdot 10^4$ - некоторые коэффициенты. На рисунке 3 представлены графики давления волны согласно экспериментальным осциллограммам (кривая - 1) и предлагаемой теоретической (3) зависимостью (кривая - 2), построенные с помощью программы "Mathcad". Таким образом, используя выражения (1), (2) и (3), можно получить давление результирующей волны:

$$p = 2at e^{-rt} \left[1 + (1-rt) \frac{2at}{\rho_0 c_0^2} \left(\frac{n^2(n-1)}{2} + 1 \right) e^{-rt} \right]. \quad (4)$$

Подстановка численных значений дает для амплитуды давления значение $p_{max} = 21,1 \text{ MPa}$, что достаточно убедительно согласуется с экспериментом.

Для визуализации распределения поля давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в качестве регистратора применялся пластинчатый датчик в виде круглой тонкой пластины, которая подвергается пластической деформации. Пластина расположена и жестко закреплена на торце полой цилиндрической подложки. Представленная конструкция располагалась в взрывной камере на фиксированном расстоянии от взрывающейся фольги, которое в процессе проведения экспериментов менялось $\ell = 11 \div 15 \text{ m}$. При осуществлении электрического взрыва фольги возникающая ударно-акустическая волна, воздействует на круглую пластину (в нашем случае из алюминия Al2), пластически деформируя ее. Величина и геометрия деформации может служить источником информации о параметрах ударно-акустической волны, в частности, о распределении поля давления. Диаметр активной зоны пластины $D = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, толщина стенки $h = 68 \mu\text{m}$.

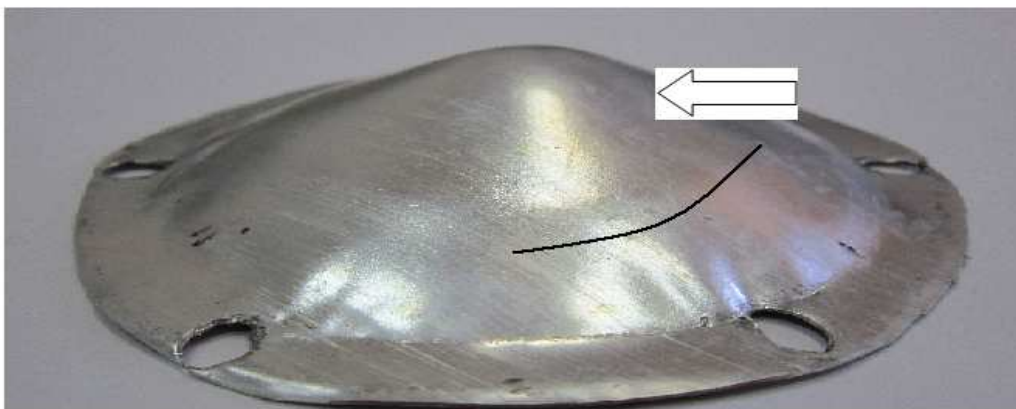


Фото. Распределение поля давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги с использованием пластической деформации пластины с заземленными краями.

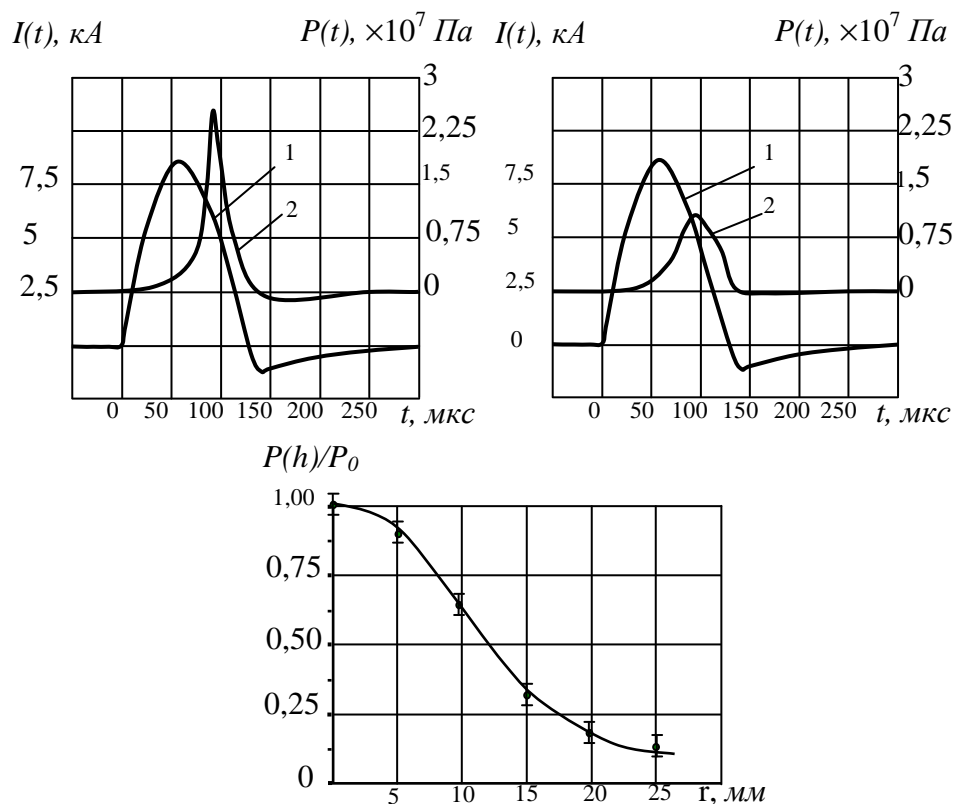


Рис. 2а. Осциллограммы разрядного тока ЭВКФ и импульса давления $P(t)$ ударно-акустической волны; 2 б. Зависимость амплитуды давления $P_m(r)$ от расстояния r от центральной точки поля давления

В результате проведенных экспериментальных исследований получены образцы (рис.3) пластически деформированной круглой пластины. Визуально наблюдается (показано белой стрелкой) наличие ярко выраженной симметричной деформации в центре пластины по отношению к другим ее участкам. Величины деформации составляла порядка $w_{max} \approx 20 \text{ mm}$. Кроме того, на поверхности пластины имеется своеобразное кольцевое ребро (показано черной стрелкой и пунктирной линией) диаметром, $d \approx 65 \text{ mm}$ и высотой $w \approx 10 \text{ mm}$ расположенное также симметрично относительно центра пластины.

Наличие кольцевого ребра на поверхности круглой пластины можно рассматривать как границу между расходящейся ударно-акустической волной и просто акустической (звуковой) волной. Угол расхождения составил $\alpha = (26 \div 28)^\circ$. Используя классическую модель Кирхгофа-Ляве о равномерно рассредоточенном воздействии на круглую пластину из упругопластического материала с жестко заземленной по контуру, можно оценить давление по стреле прогиба: $p = 16 E h^3 / 3 R^4 (1 - \mu^2) w_{max}$, где E – модуль Юнга; h – толщина; R – радиус; w_{max} – стрела прогиба центральной части пластинки. Оценка дает заведомо предполагаемый результат давления меньшего значения $p \approx 4.6 \text{ MPa}$ вследствие того, что в рассматриваемом случае осуществляется импульсное воздействие на пластину.

Список литературы

1. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. - М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
2. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости. - Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с.

3. Суркаев А.Л., Суркаев В.А., Кумыш М.М. Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах. - Патент РФ Пат. 2378075 РФ, МПК В 21 D 26/10 - 2010.
4. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Известия ВолгГТУ. Серия «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - № 6. - Волгоград, 2012. г. С. 69-74.
5. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Письма в ЖТФ, 2011, том 36, вып. 23, С. 97-104.
6. Исакович М.А. Общая акустика. – Москва: Наука, 1973. - 496 с.
7. Суркаев А.Л., Муха Ю.П. //Письма в ЖТФ 2002,. т. 28, вып. № 15, С. 43-45.

СТРАТООБРАЗОВАНИЕ ПРИ МИЛЛИСЕКУНДНОМ ВЗРЫВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКОВ

Суркаев А.Л., Сухова Т.А.

*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
vpf@volpi.ru*

Одним из перспективных методов получения микро и наноразмерных металлических порошков является электрический взрыв проводников (ЭВП), благодаря которому возможно влиять на физические, химические, дисперсные и другие характеристики получаемых порошков. Для эффективного влияния и управления технологии получения нанопорошков (НП) необходимо понимание сложных физических процессов при ЭВП. 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, объясняющей данный феномен. В частности, возникновение страт можно рассматривать как результат развития перегревных магнитогидродинамических (МГД) неустойчивостей. В случае, когда удельное сопротивление вещества увеличивается с ростом температуры, развитие перегревных МГД-неустойчивостей приводит к возникновению страт. Образование страт также наблюдается при электрическом взрыве фольг (ЭВФ).

Целью данной работы является экспериментальное исследование возникновения страт при миллисекундном электрическом взрыве цилиндрической проволоочки и плоской фольги в воздухе.

Экспериментальная установка является традиционной и представляет собой энергетический накопитель конденсаторного типа с соответствующей электродной системой. Взрывающийся проводник располагалась между двумя полосками стекла на расстоянии $h = 1 \div 4$ мм. Разрядный ток регистрировался поясом Роговского, напряжение – высокоомным делителем.

Результатом экспериментов является получение образцов (Рис. 1), 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) режиму, при котором энергия конденсаторного

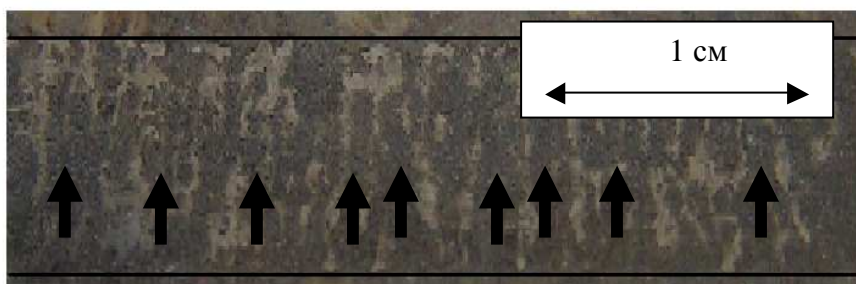


Рис 1. Чередование плотности вещества при электрическом взрыве алюминиевой фольги

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. Геометрические размеры получаемых частиц порошка, при этом, имели значительный разброс, что говорит об неоднородности взрыва.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНОЖЕСТКОСТИ ОПОРНЫХ ШЕЕК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

*Д.т.н., профессор В.А. Санинский,
магистрант Ю.Н. Платонова, студент К. Алексеева.
Волжский, ВПИ (филиал) ГОУ ВПО ВолгГТУ*

Известен опыт и результаты исследования разножесткости длинномерных коленчатых валов [1]. Он показывает, что при измерении биения коренных шеек длинномерных коленчатых валов тяжелых дизелей возникают погрешности измерения, превышающие допустимые. Необходимо совершенствование метрологического обеспечения контрольно-измерительной системы предприятий мотороремонтного профиля.

Методику измерений биения 5-и опорных шеек распределительного вала с помощью разнонаправленных измерительных наконечников индикаторных головок можно применить в методике оценки его разножесткости, учитывающей от собственного веса деформацию вала, установленного в центрах или призмах на крайние шейки. распределительных валов (рис. 1).

Ведь упругие деформации распределительных валов и погрешности расположения их базовых поверхностей также могут превышать допуски, общепринятые в двигателестроении.

В случае подтверждения этой гипотезы теоретическими расчетами, можно прийти к выводам, что для повышения точности измерения радиального биения 5-и опорных шеек нужно изменить общепринятую схему измерения одним прибором и принять новую схему (рис. 1) .

Эта схема установки измерительных приборов для проводимых измерений и контроля, а также конструктивная схема распределительного вала, его контролируемые технические параметры и требования представлены на рис. 1.

Кроме того на рис. 1 показаны схемы определения составляющих полного радиального биения распределительного вала и его составляющие: возможные погрешности формы в поперечном сечении

1 – 1, 2 – 2 – плоскости поперечного сечения опорных шеек, в которых производилась установка измерительных наконечников индикаторных головок;

1 ш ... 5 ш – номера с 1-ой по 5-ую шеек распредвала;

О-О – общая ось, являющаяся базой для отсчета углов поворота распредвала.

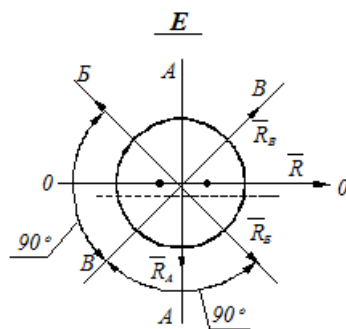
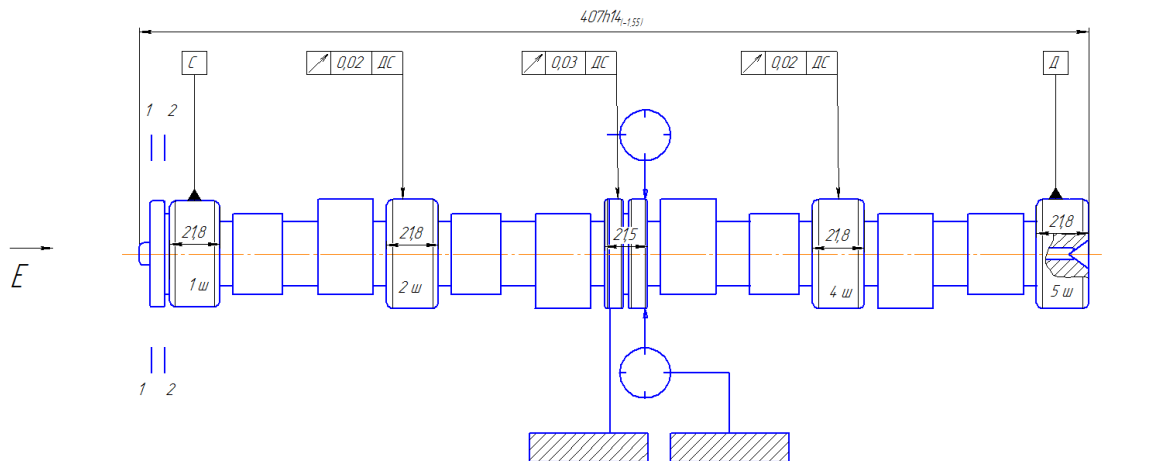


Рисунок 1 - Схема измерений биений опорных шеек: \bar{R}_i - возможное направление измерения биений R_A, R_B, R_B ; I - I, II - II; A - A; B - B, B - B.

Расчет осевых моментов инерции поперечных сечений кулачков распределительного вала.

Поперечные сечения кулачков распределительного вала одинаковы по геометрическим параметрам, что позволяет один расчет для всех кулачков

Сечение кулачка распределительного вала представляет собой геометрическую фигуру сложной формы, показанную на рис. 1.

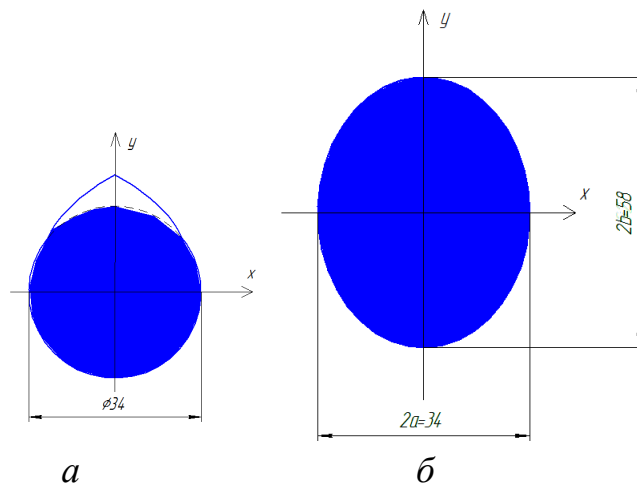


Рисунок 2 - Схемы поперечного сечения кулачка распредвала: а - расчетная схемы; б - условная расчетная схема с параметрами эллипса

Чтобы рассчитать осевые моменты инерции для такой фигуры, нужно выполнять расчет следующим образом:

1) Примем поперечное сечение кулачка распределительного вала за эллипс. Поместим его в систему координат и рассчитаем осевые моменты инерции.

$$J_x = \frac{\pi \cdot a \cdot b^3}{4} \approx 0.7854 \cdot a \cdot b^3;$$

$$J_y = \frac{\pi \cdot a^3 \cdot b}{4} \approx 0.7854 \cdot a^3 \cdot b.$$

Подставив известные значения, получим:

$$J_{x1} = 0,0032563 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

$$J_{y1} = 0,0011190 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

2) Рассчитаем моменты инерции для круга с диаметром 34 мм:

$$J_x = J_y = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot r^4}{4};$$

$$J_x = J_y \approx 0.05 \cdot d^4.$$

Подставив известные значения, получим:

$$J_{x2} = J_{y2} = 0,0006681 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

3) Найдем моменты инерции выделенного сектора.

Для этого из моментов инерции эллипса J_{x1} и J_{y1} вычтем соответственно моменты инерции круга J_{x2} и J_{y2} , делим полученные значения на 2:

$$J_{x3} = (J_{x1} - J_{x2})/2 = 0,0012941 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

$$J_{y3} = (J_{y1} - J_{y2})/2 = 0,00022545 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

4) Осевые моменты инерции профиля кулачка, представленного на рис. 1 :

$$J_x = J_{x2} + J_{x3} = 0,0019622 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

$$J_y = J_{y2} + J_{y3} = 0,00089355 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Поскольку форма эллипса была принята в качестве приближенной фигуры, и полученные результаты являются приближенным, то результаты расчета считаются авторами условно достаточно точными для достижения поставленной цели по выявлению разножесткости.

В то же время очевидно, что эллипсная форма поперечного профиля более плавно будет работать в механизме газораспределения двигателя, что также позволяет считать расчет достаточно полезным

Эти результаты показывают, что осевой момент инерции по оси ОХ более чем в 2 раза больше, чем по оси ОУ, что незначительно расходится с данными исследований [2].

На основании произведенного микрометража и приведенных исследований можно сделать предварительные выводы, обосновывающие необходимость проведения в дальнейшем более обширных и углубленных исследований.

1 Существующая стандартная методика определения полного радиального биения распределительных длинномерных валов часто не учитывает разножесткости длинномерных валов, возникающей от существующего различия полярных моментов инерции сечений кулачков вала и влияния его веса и длины на радиальную деформацию вала.

2 Биение опорных шеек длинномерных распределительных валов следует рассматривать как векторную сумму полного радиального биения и собственной деформации от составляющей силы веса.

3 Сложный характер сопротивления изгибу длинномерных распределительных валов предполагает необходимость уточнения определения «длинномерный вал» и соответствующих понятий «укладки вала» на измерительных приспособлениях при измерениях биений.

4 Необходима разработка рекомендаций и методик по определению полного биения и их уточнения в части квалификации браковочных признаков по биению.

Библиографический список

1 Санинский, В.А. Влияние неравномерности прогибов коленчатого вала на результаты измерений биений коренных шеек / В.А. Санинский, В.Н. Тышкевич, Ю.Н. Платонова // Научный потенциал студенчества в XXI веке : матер. IV междунар. науч. конф. студ., аспирантов, молодых ученых. Т. 1. Естественные и технические науки / ГОУ ВПО "Сев.-Кав. гос. техн. ун-т" [и др.]. - Ставрополь, 2010. - С. 297-299.

2 Санинский В. А. Шадящий контроль микроструктур в сердцевине шеек коленчатых валов // Автомобильная промышленность. 2002. № 8. С. 28.

3 Санинский В. А. Меньшенин Г. Г. Определение составляющих полного радиального биения коренных опор и подшипников в картерах дизелей // Автомобильная промышленность. № 10. С.29-32.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО ОРОШЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

П.С. Васильев, ассистент кафедры ПАХП ВолгГТУ

А.Б. Голованчиков, заведующий кафедрой ПАХП ВолгГТУ

Л.С. Рева, доцент кафедры ПАХП ВолгГТУ

Для оросительных теплообменных аппаратов открытого типа, в которых теплоносители не смешиваются друг с другом, и теплообмен происходит через теплообменную поверхность, на которую осуществляется распыл одного теплоносителя, актуальным является задача равномерного и полного орошения теплообменной поверхности этим теплоносителем. Значения локальных коэффициентов теплоотдачи при этом будут равны друг другу на каждом участке теплообменной поверхности, что приведет к уменьшению ее площади поверхности при сохранении интенсивности процесса теплоотдачи. Для решения этой задачи в конструкцию аппаратов вводят дополнительные элементы и устройства, что приводит к увеличению их металлоемкости и энергетических затрат на процесс теплопередачи. Данную задачу возможно решить иначе, если использовать в качестве оросителя трубу круглого сечения с внутренним диаметром d с выполненной в ней продольной щелевой прорезью длиной L и переменной шириной δ , в которую подается жидкость с начальным расходом Q_n . Жидкость полностью вытекает из трубы через продольную щелевую прорезь, причем удельный расход жидкости через нее должен быть постоянным по длине рассматриваемого участка

$$q = \frac{Q_n}{L} = \text{const}. \quad (1)$$

Запишем граничные условия вдоль оси трубы OX

$$\left. \begin{aligned} x = 0: \quad Q = Q_n; \quad p = p_n \\ x = L: \quad Q = 0; \quad p = p_a \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где p_n – давление на входе в трубу; p_a – атмосферное давление на выходе из трубы.

Расход жидкости, протекающей внутри трубы, согласно (1) и (2) равен

$$Q = Q_n - q \cdot x = Q_n \cdot (1 - x/L). \quad (3)$$

Бесконечно малую убыль расхода жидкости внутри трубы можно выразить через ширину продольной щелевой прорези δ и скорость u вытекающей через нее жидкости

$$dQ = \frac{Q_n}{L} \cdot dx = u \cdot \delta \cdot dx. \quad (4)$$

Общие потери давления в рассматриваемой системе складываются из линейных потерь, возникающих за счет сил вязкого трения,

$$\Delta p_1 = \lambda \cdot \frac{x}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (5)$$

где v – скорость жидкости, протекающей внутри трубы, λ – коэффициент трения; ρ – плотность жидкости, и местных потерь, возникающих за счет изменения направления движения вытекающей через продольную щелевую прорезь жидкости,

$$\Delta p_2 = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot u^2}{2}, \quad (6)$$

где ζ – коэффициент местных гидравлических потерь.

Из основного уравнения неразрывности потока имеем

$$v = \frac{4 \cdot Q_n \cdot (1 - x/L)}{\pi \cdot d^2}, \quad (7)$$

а из уравнения (4) –

$$u = -\frac{dQ}{\delta \cdot dx} = \frac{Q_n}{L \cdot \delta}. \quad (8)$$

В уравнении (5) коэффициент трения λ зависит от относительной шероховатости стенки трубы ε и от режима течения жидкости внутри трубы, который определяется значением числа подобия Рейнольдса

$$\text{Re}_v = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q_n \cdot (1 - x/L)}{\pi \cdot \mu \cdot d}, \quad (9)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости жидкости.

Значение коэффициента трения в уравнении (5) определяется по известным уравнениям, приведенным в литературе.

В уравнении (6) коэффициент местных гидравлических потерь ζ , являющийся справочной величиной, зависит от вида местного сопротивления и от режима истечения жидкости через продольную щелевую прорезь, который определяется значением числа подобия Рейнольдса

$$\text{Re}_u = \frac{u \cdot d_{\text{э}} \cdot \rho}{\mu} = \frac{2 \cdot \rho \cdot Q_n^2}{L \cdot \mu}, \quad (10)$$

где $d_{\text{э}} = 2 \cdot \delta$ – эквивалентный диаметр щелевой прорези.

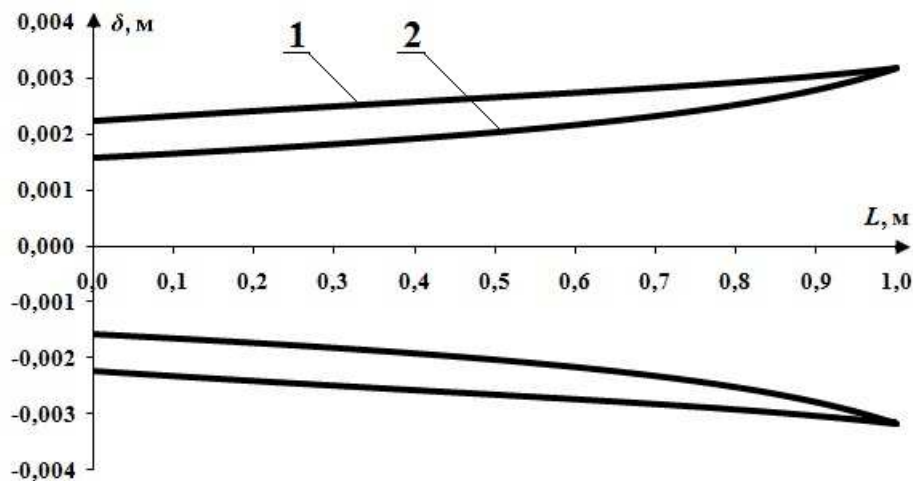
Для упрощения расчетов примем, что общее изменение давления внутри трубы меняется по линейному закону, и с учетом (5)-(8) запишем

$$\Delta p = p_n - \frac{(p_n - p_a) \cdot x}{L} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho \cdot Q_n^2 \cdot (1 - x/L)^2 \cdot x}{\pi^2 \cdot d^5} + \frac{\zeta \cdot \rho \cdot Q_n^2}{2 \cdot L^2 \cdot \delta^2}, \quad (11)$$

откуда выразим ширину продольной щелевой прорези в круглой трубе

$$\delta = \sqrt{\frac{\zeta \cdot \rho \cdot Q_n^2 / (2 \cdot L^2)}{p - \frac{(p_n - p_a) \cdot x}{L} - \frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho \cdot Q_n^2 \cdot (1 - x/L)^2 \cdot x}{\pi^2 \cdot d^5}}}. \quad (12)$$

На рис. 1 показаны профили продольных щелевых прорезей в круглой трубе, полученные для следующих данных: $\rho=1000$ кг/м³; $\mu=1 \cdot 10^{-3}$ Па·с; $d=0,08$ м; $\varepsilon=2,5 \cdot 10^{-3}$; $L=1$ м; $q=0,1$ (м³/с)/м.



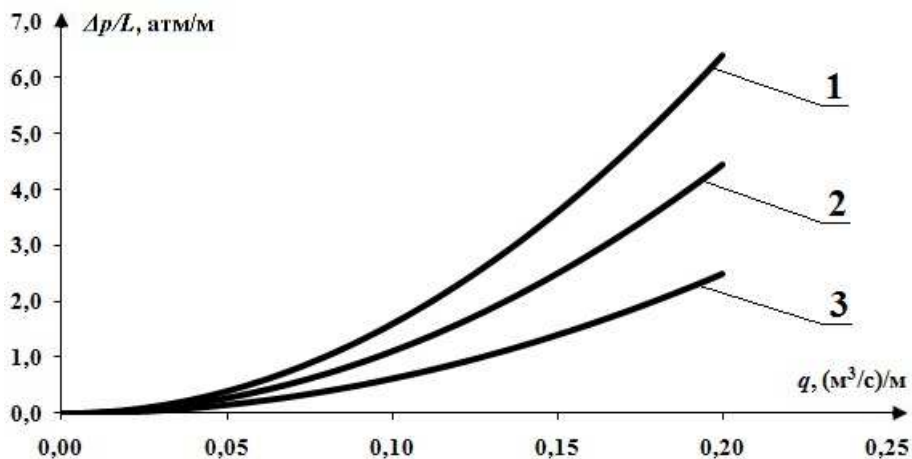
1 – $p_H=2$ атм; 2 – $p_H=4$ атм

Рис. 1. Профили продольных щелевых прорезей в круглой трубе

Для подбора насоса, обеспечивающего подачу жидкости на орошение теплообменной поверхности, необходимо знать характеристику сети для круглой трубы с продольной щелевой прорезью, которая искалась в виде функциональной зависимости $\Delta p/L = f(q)$ при $x=L$, так как именно в конце трубы щелевая прорезь имеет наибольшую ширину (рис. 1), которая по технологическим соображениям не должна превышать значения $\delta_k \leq d/10$. С учетом уравнения (11) эта функциональная зависимость имеет вид

$$\frac{\Delta p}{L} = \frac{\zeta \cdot \rho}{2 \cdot L \cdot \delta_k^2} \cdot q^2. \quad (13)$$

Задаваясь различными значениями δ_k , построим по уравнению (13) номограмму характеристик сети для круглой трубы с продольной щелевой прорезью (рис. 2).



1 – $p_H=2$ атм; 2 – $p_H=4$ атм

1 – $\delta_k=0,005$ м; 2 – $\delta_k=0,006$ м; 3 – $\delta_k=0,008$ м

Рис. 2. Характеристики сети для круглой трубы диаметром $d=0,08$ м и длиной $L=1$ м с продольной щелевой прорезью

Зная для трубы d и L и ее характеристику сети для заданного q , а также характеристику насоса, можно определить рабочую точку. После этого для выбранной рабочей точки по известному значению $\Delta p/L$ по уравнению (12) рассчитывают геометрию профиля продольной щелевой прорези в круглой трубе.

ОЦЕНКА СЕРВИСНЫХ ЦЕНТРОВ ПО ПРОДАЖЕ И УСТАНОВКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН Г. ВОЛЖСКОГО

Бондарев А. Н., Чернова Г. А., Попов А. В.

По данным МРЭО в 2012 году г. Волжском зарегистрировано 73390 легковых автомобилей (категории В), 2042 автобуса (категории D) и 3787 грузовых автомобилей (категории С). (Ответ МРЭО г. Волжского представлен в Приложении 1). В список легковых автомобилей входят грузовые автомобили ГАЗель. Из 2042 автобусов на перевозке пассажиров в городе осуществляют около 1500 автобусов ГАЗель, у которых пробег за год составляет до 80-90 тысяч километров и которые учитываются при расчёте рынка автошин. Оставшиеся 542 автобуса – это автобусы средней, большой вместимости МУП ВАК-1732 (200 ед.) и предприятий города. Замена и учёт автошин на этих автобусах проводится на самих предприятиях. Грузовые автомобили в количестве 3787 единиц принадлежат предприятиям города и индивидуальным предпринимателям. На долю индивидуальных предпринимателей принимаем 1000 грузовых автомобилей, которые производят замену автошин в сервисных центрах города.

Исследования рынка продаж автошин показал, что центры продают для легковых автомобилей и автобусов автошины, производимыми около 30-ю фирмами-производителями. Провести маркетинговые исследования по продаже автошин конкретно по каждому производителю не представляется возможным, так как продавцы такую информацию исследователям не предоставят. В основном на рынке наибольший спрос имеют около 18 марок автошин, в основном импортного производства и отечественного производства «Белшина», «Кама».

При расчёте емкости рынка необходимо рассматривать, что в регионе присутствуют три типа потребителей: первый тип - те, кто однозначно является клиентами фирмы; второй тип - те, кто ни при каких условиях не станет клиентом фирмы, и третий тип - сомневающиеся. За сомневающимися обычно и идёт борьба между конкурирующими поставщиками.

В случае города Волжского потребителей автошин можно рассматривать следующим образом:

- жители города, зарегистрировавшие автомобили в МРЭО г. Волжского и г. Волгограда, приобретающие автошины в центрах продаж, расположенных в городе Волжском, посёлке Средняя Ахтуба;
- жители города Волгограда, преимущественно живущие на Спартановке, приобретающие автошины в центрах продаж, расположенных в городе Волжском;
- жители других близлежащих городов и посёлков, приобретающие автошины в городе для своих автомобилей, а также владельцы транзитных автомобилей;

Из-за невозможности получить полные сведения о клиентуре каждого из центров продаж города Волжского, произведён расчёт ёмкости потенциального рынка автошин для случая, когда автошины приобретаются для тех автомобилей, которые зарегистрированы в городе Волжском.

Расчет ёмкости рынка продаж автошин проводится на основе потребительского принципа, то есть определяется количество автошин, необходимых для замены в течение года на легковых и грузовых автомобилях, автобусах по годовому пробегу.

Нормы эксплуатационного пробега шин, принимаются по документе РД 3112199-1085-02 «ВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПРОБЕГА ШИН АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ», Москва 2003 г.(действует).

Средний срок пробега легковых автомобилей за год принимаем 50000 км, автобусов 50000 км, грузовых автомобилей 70000-80000 км.

Ёмкость рынка продаж автошин P_a в год составит:

$$P_a = \frac{N_a \cdot L_r \cdot n_a}{L_э}$$

где N_a – количество автомобилей; L_r – принятый годовой пробег автомобиля;
 n – количество шин на автомобиле; $L_э$ – нормируемый эксплуатационный пробег автошины до замены.

В таблицу 1 сведён расчёт ёмкости рынка автошин, подлежащих замене в течение года на легковых автомобилях, автобусах «ГАЗель» и грузовых автомобилях.

Таблица 1- Сегментация потребителей автошин и расчёт рынка продаж автошин

№ п/п	Автомобили	Признак потребителя	Кол-во автомобилей	Пробег в год, тыс. км	Срок замены автошин (пробег до замены)	Кол-во автошин в год, штук
1	Легковые - 4 шин	1. Постоянно пользующийся автомобилем в течение рабочего дня: - служебные автомобили; - индивидуальные автомобили. 2. Частично пользующийся автомобилем от случая к случаю: поездки на дачу, культурно-бытовые поездки	52003	30		124808
	Грузовые автомобил и- 6 шин	- грузовые автомобили «ГАЗель»	20000	10-15	50000км	16000-24000
2	Автобусы «ГАЗель» - 6 шин	Перевозка пассажиров. Постоянно пользующийся автобусом в течение рабочего дня до 12-16 часов в сутки	1500	80-90	50000км	14400-16200
Итого, штук			158808-168608			
3	Грузовые автомобил и ИП	1. Постоянно пользующийся автомобилем в течение рабочего дня до 8 часов в сутки – автомобили предприятий	2787	50-70	70000-80000	10452-16722
		2. Постоянно пользующийся автомобилем в течение рабочего дня до 8 часов в сутки – автомобили ИП	1000			6000
Итого, штук			164808-174608			

В таблице 1 жирным шрифтом отмечен расчёт количества автошин необходимых для замены в год для грузовых автомобилей предприятий. Не исключено, что частичная

замена автошин или их приобретение будет происходить в сервисных центрах города. В ёмкость рынка автошин они не включаются.

Особенностью эксплуатации автомобильных шин является их перестановка или приобретение во время перехода на летний или зимний периоды, то есть обращение владельцев в сервисные центры происходит 2 раза в год. Снятые автошины могут храниться в том центре, где проводилась замена шин. При перестановке старых шин и при покупке новых занимается стационарный пост, трудоёмкость в этих двух случаях одинакова и составляет 1 автомобиль в час. В случае повреждения автошин клиенты ремонтируют их обычно в мелких мастерских.

При расчёте ёмкости рынка рассчитано общее количество автошин, необходимых для замены по пробегу независимо от того, летние или зимние шины.

Потенциальный рынок продаж автомобильных шин составляет: 164808-174608 штук в год: 140808-148808 для легковых автомобилей; 14400-16200 штук для автобусов «ГАЗель», 3600 штук для грузовых автомобилей «ГАЗель»; 6000 штук для грузовых автомобилей.

На рисунке 1, показано расположение сервисных центров в г. Волжский.

Таблица 2 - Позиции сервисных центров на карте г. Волжского.

№ п/п	Название центра	Адрес
1,6	Шинный центр «Vianor» ИП «Ситников»	Ул. Автодорога №6, стр. 31а
2	Шинный центр «Cordiant»	Ул. Логинова, 1г
3	Шинный центр «Vianor»	-й Индустриальный проезд, 18
4	Торгово-сервисный центр «StarШина»	Ул. Автодорога №6, стр. 21
5	Шинный центр «Poleposition»	Пос. Средняя Ахтуба, ул. Кузнецкая, 1/24
7	«Shina 34»	Ул. Горького, 102а
8	ООО «Мир Шин»	Ул. Автодорога №6, стр. 21
9	«Virbac»	Ул. Горького, 100г
10	Эконом-Шина 02	Ул. Пушкина, 35г
11	Эконом-Шина 03	Ул. Горького, 4
12	«Yokohama»	Пр. Ленина, 359а
13	ООО «Шин сервис»	Ул. Молодёжная, 21
14	Авторынок	Пр. Ленина, 310
15	«Пит-стоп»	Ул. 40 лет Победы, 7
16	«Агротранс-шина»	Ул. Горького, 100
17	700 шин «ИП Чернов Т.Н.»	Складской переулок, 3



Рис. 1. Расположение сервисных центров на карте г. Волжского.

На рисунке 2 представлено распределения сервисных центров в г. Волжский

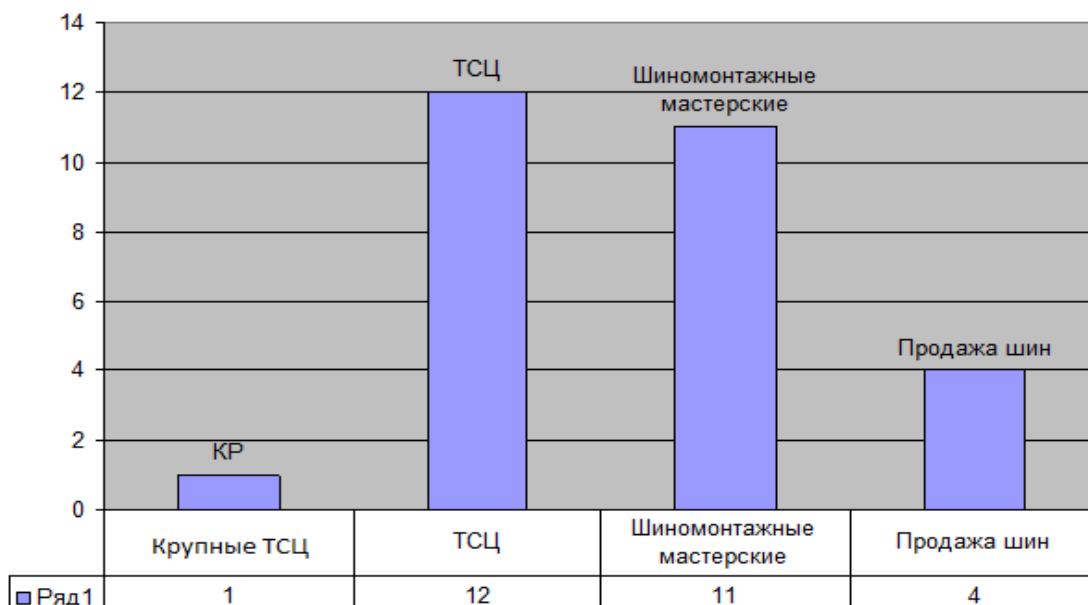


Рис. 2. Распределение сервисных центров в городе Волжском.

Распределение предприятий по потребителю представлено в таблице 3.

Потенциальная мощность предприятий по установке и продаже, представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Расчёт потенциальной мощности предприятий по установке и продаже шин

№ п/п	Название центров	По продаже	По установке
0	700 шин	2270	11328
1	Вианор (ИП Ситников)	2192	10946
2	Cordiant	1098	5474
3	Vianor	2075	10368
4	StarШина	2303	11520
5	Pole position	2440	12194
6	Shina34	1019	5092
7	Мир шин	2303	11520
8	Эконом Шина 02	941	4704
9	Эконом Шина 03	587	-
10	Yokohama	2685	13440
11	ООО «Шин-сервис»	587	-
12	Авторынок	587	-
13	Пит-стоп	1614	8064
14	Virbac-мастер	6912	13824
15	Агротрансшина	587	-
Итого		26056	118472

Таблица 3 – Распределение предприятий по потребителю

№ п/п	Название центра	Виды услуг	Признак потребителя	Кол-во постов
1	«Virbac», ул. Горького, 100г	Продажа и замена автошин, сход-развал, ремонт ходовой, замена масла, диагностика, автоэлектрика	Клиенты с высоким уровнем дохода, для которых важно выполнение всех видов ремонта на автомобиле	Больше 2
2	СЦ 700 шин «ИП Чернов Т.Н.» Складской переулок, 3	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал, ремонт ходовой, замена масла, диагностика, автоэлектрика, сезонное хранение автошин	Клиенты с высоким и средним уровнем дохода, для которых важно выполнение всех видов услуг по замене автошин и мелкий ремонт автомобиля	2
3	Шинный центр «Вианор» (ИП Ситников), г. Волжский, Автодорога № 6,с.31а	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал		2
4	Торгово-сервисный центр «StarШина», г. Волжский, Автодорога № 6, д. 21	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал		2
5	Торгово-сервисный центр «Мир Шин», г.Волжский, Автодорога №6, д. 21	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал, сезонное хранение автошин		2
6	Шинный центр «Cordiant», г.Волжский, ул. Логинова, 1Г	Продажа и замена автошин легковых автомобилей. Сезонное хранение автошин. Отсутствует возможность заказа шин для грузовых автомобилей и с/технику		1
7	Шинный центр «Pole position» р.п. Средняя Ахтуба, ул Кузнецкая, 1/24	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал		2
8	Yokohama, Пр-т Ленина, 359а	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал		2
9	Пит Стоп, Ул. 40 лет Победы, 7а	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал		1
	Пит Стоп, Ул. 40 лет Победы, 7а	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал		2

10	Шинный центр «Vianog», г.Волжский, 1-й индустриальный проезд, 18	Продажа и замена автошин легковых и грузовых автомобилей, сход-развал	Клиенты со средним уровнем дохода, для которых важно выполнение всех видов услуг по замене автошин	2
11	Торгово-сервисный центр Shina 34, Ул. Горького, 102а	Продажа и замена автошин легковых автомобилей, сход-развал		1
12	ООО «Шин-сервис» (Автотройка)	Продажа и замена автошин легковых автомобилей, сход-развал		Нет
13	Авторынок, Пр. Ленина 310	Только продажа автошин	Клиенты со средним и не высоким уровнем дохода – приобретение шин с последующей установкой лично или в мастерских	Нет
14	Агротранс-шина, Ул. Горького, 102	Только продажа автошин		Нет
15	Эконом Шина 03, Ул. Горького. 4	Только продажа автошин		Нет
16	Эконом Шина 02, Ул. Пушкина, 39г	Только продажа автошин		Нет
17	Мастерские по ремонту шин. Кол-во 12 наиболее крупные.	Только замена автошин, ремонт автошин	Клиенты со средним и не высоким уровнем дохода - замена и ремонт автошин	1

Таблица 5 - Расчёт свободной доли рынка по установке и продаже автошин

№ п/п	Наименование	Легковые автомобили	Автобусы	Грузовые автомобили	Итого	
Ёмкость рынка автошин						
1	Количество автомобилей, ед.	73003	1500	1000	75503	
2	Ёмкость рынка автошин при замене по пробегу, штук	127208 24000	167408	16200	6000	173408
Занятая ниша по установке и продаже автошин						
3	Кол-во установленных шин (по загрузке постов), штук:					
	Новых			118472		
	уменьшение за счёт повторной установки (летние, зимние) на 10%			11848		
	уменьшение за счёт неполной загрузки постов по организационным причинам и отсутствия клиентов на 15%			17768		
	Итого			88856		
4	Кол-во установленных шин (по загрузке постов) шиномонтажными мастерскими, штук			12000		
5	Кол-во проданных автошин			26056		
6	Итого ёмкость рынка автошин			126912		
Свободная ниша по установке и продаже автошин						
7	Свободная доля рынка					
	Автошин			46496		
	Автомобили			11624		
8	Количество постов шиномонтажа, соответствующих свободной доли рынка при загрузке 11000-12000 автошин в год			3-4		

Суммарная ёмкость рынка автошин, включающий объём продаж автошин вместе с установкой в этих же центрах и мастерских и с объёмом продаж автошин на вынос составил: $88856+12000+26056=126912$ штуки. Свободная доля рынка автошин составила: $173408 - 126912 = 46496$ штук.

Таблица 6 - Марки шиномонтажного оборудования

№ п/п	Шиномонтажные станки	Балансировочные машины
1	Hofmann Monty 3550/ GPVAS 6346 Автомат Германия	Sivik Sputnik автомат (Россия)
2	Trommelberg 1885IT Автомат Германия	Trommelberg СВ 1448 автомат (Германия)
3	Мб ТС 328 IT + techno swing Полуавтомат Италия	Sivik Galaxy автомат (Россия)
4	Monty Universal 2gp Автомат Германия	Hofmann geodina 4900-2p автомат

		(Германия)
5	Monty 3300 plus Автомат Германия	Hofmann geodyna 4500 автомат (Германия)
6	SICAM Colibri BL512 512IT Полуавтомат Италия	Dunlop DWB 953 автомат (Великобритания)
7	Areo smonther 450 Полуавтомат Италия	MB WB 277 автомат (Италия)
8	SICE S41 Полуавтомат Италия	-
9	Hofmann Monty 3300GP Автомат Германия	-
10	Hofmann Monty 3300GP-24 Автомат Германия	-
11	DUNLOP DTM185 ti Автомат Великобритания	-

Вывод: Анализ рынка и расчет мощности центров показал, что имеется возможность для расширения сферы сервисных услуг по продаже и установке автошин, с увеличением 3-4 постов на установку около 50000 автошин.

Резервы центров имеются в применении высокопроизводительного оборудования, увеличения торговых и производственных помещений.

РАЗРАБОТКА ВОДНОГО ПРОТИВОПРИГАРНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ (ЛГМ)

*Кидалов Н.А. – д-р техн. наук, проф.,
Закутаев В.А – канд. техн. наук, доц. Чурюмов Н.В. - студент*

Литье по газифицируемым моделям, как технологический процесс, появился в конце 50-х годов. Его назначением является получение отливок высокой точности практически любой конфигурации. Однако при заливке формы жидким металлом образуется слой пригара на поверхности отливки. Для решения данной технологической проблемы используют противопригарное покрытие.

В ВолгГТУ разработано водное противопригарное покрытие на основе цирконового концентрата, при разработке которого были поставлены следующие условия: не высокая динамическая вязкость покрытия, хорошая кроющая способность, высокая адгезия к пенополистиролу, не растрескивание после высыхания, повышенная газопроницаемость после прокаливании, доступность и дешевизна компонентов.

В первую очередь проверялось не растрескивание слоя покрытия, нанесенного на пенополистироловую модель. После подбора состава, который подходил данному условию, проверялась динамическая вязкость противопригарного покрытия. Для

определения динамической вязкости в работе использовали вискозиметр BrookfieldDV-II + Pro.

Изучая поверхностное натяжение противопригарного покрытия, пользовались методом измерения, работающего по принципу наибольшего давления пузырьков, который был предложен П.А. Ребиндером. Так же для расчета величины работы адгезии противопригарного покрытия к поверхности пенополистироловой модели были измерены краевые углы смачивания, с помощью специального проекционного прибора.

Для определения газопроницаемости противопригарного покрытия, песчано – жидкостекольные с нанесенным покрытием и без подверглись прокалке при 400 °С. Затем была измерена газопроницаемость этих образцов на приборе модели 042М с помощью специальной гильзы для определения газопроницаемости сухих образцов. По разности измеренных величин образцов без нанесенного покрытия и с нанесенным покрытием, была вычислена газопроницаемость противопригарного покрытия.

По приведенным экспериментам были получены следующие данные: насыпная плотность огнеупорного наполнителя - 2240(кг/м³), плотность противопригарного покрытия - 1740(кг/м³), динамическая вязкость при 25°С - 1665 (мПа*s), сила адгезии покрытия к поверхности пенополистирола -129,64 (мДж/м²), толщина покрытия - 0.55 (мм), величина газопроницаемости - 7,1 (ед.).

Далее на образцы из пенополистирола нанесено разработанное противопригарное покрытие. Образцы заформовывались в песок и затем заливались сталью. Удаление пригара не вызвало усилий, пригар удалялся булавкой.

Состав разработанного водного противопригарного покрытия (% масс):цирконовый концентрат –50, 10% водный раствор карбоксиметилцеллюлозы – 40, жидкое стекло – 10, вода (сверх 100%) – 15.

Проведенные исследования и испытания разработанного противопригарного покрытия, показали, что данное покрытие удовлетворяет поставленным условиям и может использоваться для стального литья по газифицируемым моделям.