

# ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

ISSN 2074-1146

№ 3 (29), 2014

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, издается с 2007 года

Учредитель:



Санкт-Петербургский Государственный  
Экономический Университет

Редакционный  
совет:

**И.А. Максимцев** – ректор СПбГЭУ, д.э.н., профессор – *председатель совета*;  
**А.Е. Карлик** – проректор по НР СПбГЭУ, д.э.н., профессор – *заместитель председателя совета*;  
**Г.В. Лепеш** – заведующий кафедрой МОБиЖКН СПбГЭУ, д.т.н., профессор – *главный редактор журнала*

*Члены редакционного совета:*

**В.А. Бабури** – д.э.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой маркетинга СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург;  
**А.Г. Боровский** – к.т.н., старший научный сотрудник, председатель совета директоров Ассоциации предприятий коммунального машиностроения (ОАО "Научно - исследовательский, конструкторско-технологический институт строительного и коммунального машиностроения"), заслуженный машиностроитель РФ, г. Санкт-Петербург;  
**Ю.Н. Дроздов** – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, РАН, институт машиноведения им. А.А. Благодрава, г. Москва;  
**С.И. Корягин** – д.т.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, директор института транспорта и технического сервиса БФУ им. И. Канта, г. Калининград;  
**В.Н. Ложкин** – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России;  
**В.В. Пеленко** – д.т.н., профессор, заместитель директора института холода и биотехнологий по учебной работе Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики;  
**П.И. Романов** – д.т.н., профессор, директор научно-методического центра УМО вузов России (СПбГПУ), г. Санкт-Петербург;  
**Н.Д. Сорокин** – к.ф.-м. н., заслуженный эколог Российской Федерации, заместитель председателя комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт-Петербурга

Editorial  
council:

**I.A. Maksimcev** – rector SPbSEU, doctor of economic sciences, professor – the chairman of the board;  
**A.E. Karlik** – vice rector for scientific work SPbSEU, doctor of economic sciences, professor – the vice-chairman of council;  
**G.V. Lepesh** – head of the chair of Machines and equipment for domestic and housing SPbSEU, the editor-in-chief of the magazine, doctor of engineering sciences, professor – the editor-in-chief of the scientific and technical journal

*Members of editorial council:*

**V. A. Baburin** – doctor of economics, professor, honored worker of higher school of Russian Federation, head of the department of marketing SPbSEU, St. Petersburg;  
**A.G. Borovsky** – candidate of technical sciences, senior research associate, chairman of the board of directors of association of the enterprises of municipal mechanical engineering (JSC Scientifically - research, design-technology institute of construction and municipal mechanical engineering), honored mechanic of the Russian Federation, St. Petersburg;  
**Yu.N. Drozdov** – doctor of engineering, professor, honored worker of science of the Russian Federation, the Russian academy of sciences, engineering science institute of A.A. Blagonravov, Moscow;  
**S. I. Koryagin** – doctor of engineering, professor, honored worker of higher school of Russian Federation, the director of institute of transport and the BFU technical service of I. Kant, Kaliningrad;  
**V.N. Lozhkin** – doctor of engineering, professor, honored scientist of Russia, Professor of St. Petersburg University of state fire service of the Ministry of Emergency Situations of Russia;  
**V. V. Pelenko** – doctor of engineering, professor, deputy director of institute of cold and biotechnologies on study of the St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics;  
**P. I. Romanov** – doctor of engineering, professor, director scientific and methodical center of higher education institutions of Russia (St. Petersburg state polytechnical university), St. Petersburg;  
**N. D. Sorokin** – candidate of physical and mathematical sciences, honored ecologist of the Russian Federation, vice-chairman of committee on environmental management, environmental protection and ensuring ecological safety of the government of St. Petersburg

Адрес  
редакции:

Санкт-Петербург, Прогонный пер., д.7, лит.А, офис 111  
Для писем: 191023, Санкт-Петербург, Садовая ул., 21, офис. 215.  
Электронная версия журнала:  
<http://uneson.ru/izdaniya>  
Подписной индекс в каталоге «Почта России» –31661;  
тел./факс (812) 3604413; тел.: (812) 3684289; +7 921 7512829;  
E-mail: [gregoryl@yandex.ru](mailto:gregoryl@yandex.ru)  
Оригинал макет журнала подготовлен в редакции

Санкт-Петербург – 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

### КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Активизация подготовки специалистов в сфере ЖКХ.....3

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

*Кожемяченко А.В., Новиков А.В.* Определение диагностических параметров технического состояния дросселей бытовых холодильных приборов компрессионного типа.....6

*Неговора А.В., Низамутдинов А.И., Хахимов Р.Т.* Специализированное устройство для исследования закона подачи топлива в системах питания дизелей.....11

*Морозов А.Г., Колосов А.А.* Оценка жесткости климатологических факторов при эксплуатации транспортных средств в Северо-Западном федеральном округе.....14

*Иванов Д.А., Засухин О.Н., Иванов А.П.* Газоимпульсная обработка стальных витых пружин.....20

*Маковецкая-Абрамова О.В., Хлопова А.В., Маковецкий В.А.* К вопросу исследования напряженно-деформированного состояния деталей коленчатого вала методом лазерной интерферометрии на оптически чувствительных моделях.....25

*Великанов Н.Л., Корягин С.И.* Оценка технического состояния и ремонт корпусов морских судов.....27

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Алехин С.Н., Желтушкин Л.С., Алехин А.С.* Исследование процесса перемещения внутренней емкости автобалансирующего устройства с вытесняемой жидкостью стиральных машин.....28

*Петросов С.П., Лемешко М.А., Цоколова В.С.* Влияние формы теплоизолированных объемов на теплопритоки из внешней среды.....34

*Ларина Л.В., Лёшина Н.Ю.* Современные технологии в производстве обуви.....38

*Елинер Л.В.* Анализ основных функций профессиональной горнолыжной одежды при ее проектировании.....41

*Брезгина С.А.* Основы модульного проектирования в женской одежде сложных форм.....45

*Радченко И.А.* Влияние погрешности измерения размерного признака  $D_{тп2}$  на баланс женского плечевого изделия.....50

*Сокура Е.А.* Оценка влияния швов на растяжимость деталей при изготовлении конических юбок .....54

*Лемешко М.А., Волков Р.Ю.* Использование метода электрогидравлической аналогии для моделирования работы адаптивной бурильной машины .....58

*Лепеш Г.В., Мусеев Е.Н., Черкасов М.С.* Обеспечение прочности технологической оснастки при автоскреплении труб.....62

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

*Лулева С.К.* Применение тепловых насосов в энергоэффективных системах теплоснабжения.....70

*Хизбуллин Ф.Ф., Саттаров А.Р., Хахимов Р.Т.* К вопросу организации переработки твердых бытовых отходов в Российской Федерации.....77

*Саканская-Грицай Е.И.* Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки.....83

*Великанов Н.Л., Корягин С.И.* Энергоэффективность жилищного фонда региона.....95

*Бабурин В.А.* Особенности использования интернет-рекламы в сервисной деятельности.....100

Требования к материалам, принимаемым для публикации в научно-техническом журнале «Технико-технологические проблемы сервиса».....111



### АКТИВИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ЖКХ

*"...для чинения порядку и сбережения от огня... объезжать улицы и переулки в день и в ночь без перестани... Сверх того надобно на дворе дворник, который бы ведал, кого впускать или кто куда пойдет, и всякое дворовое дело, и починки, и прочие дела ведал..."<sup>1</sup>*

Состояние жилищно-коммунального комплекса является одной из главных проблем современной России. Не смотря на проводимую реформу ЖКХ, в которую вкладываются колоссальные средства, большинство россиян по-прежнему недовольны качеством услуг. Проводимый в последнее десятилетие государством контроль и регулирование профессиональных жилищных фондов показал свою низкую эффективность. Поэтому следующими шагами в реформировании ЖКХ становится переход к саморегулируемому рынку, введение механизмов которого будет дополнять или замещать государственное регулирование. С этой целью вводится нормативная и правовая база, обеспечивающая функционирование в сфере ЖКХ на условиях некоммерческого партнерства (НП) саморегулируемых организаций (СРО). Главными участниками этого процесса станут управляющие компании (УК) и товарищества собственников жилья (ТСЖ), а также другие возможные поставщики жилищно-коммунальных услуг. Разрабатываются финансовые и технические нормы создания и регулирования деятельности СРО.

Технические нормы деятельности СРО управляющих компаний определены ГОСТ Р 51617-2000 Жилищно-коммунальные услуги. Общие технические условия. Однако эти нормы не дают однозначных критериев для определения качества работы управляющей компании, ответственности собственника, безопасность содержания дома, обязательности и периодичности выполняемых работ.

В целях реализации Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», совершенствования и повышения эффективности работ по национальной стандартизации в области жилищно-коммунального хозяйства, приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 502 от 19 июля 2012 г. проведена реорганизация технического комитета по стандартизации ТК 393 «Жилищно-коммунальные услуги» с изменением его наименования на «Услуги в области жилищно-коммунального хозяйства и управления многоквартирными домами». На сегодняшний день

ТК приступил к разработке стандартов по различным категориям, охватывающим в целом деятельность по управлению жилищным фондом, включая стандарты СРО и энергосбережения, гармонизированные с положениями Федерального закона № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях», устанавливающими определенные требования, в том числе – к осуществлению предпринимательской или профессиональной деятельности, обязательные для выполнения всеми членами СРО.

Председатель Комитета Госдумы по собственности Виктор Семенович Плескачевский охарактеризовал введение института саморегулирования через профессиональные объединения как "возрождение механизма ответственности, утерянного после развала СССР" [1].

Деятельность НП СРО ЖКХ обеспечивается за счет средств от вступительных и годовых взносов членов НП, а ответственность обеспечивается созданием компенсационного фонда путем получения от каждого члена суммы в размере не меньше 100 000 рублей. Фактически НП СРО ЖКХ берет на себя, с одной стороны, ответственность за обеспечение качества работы управляющей компании – члена НП по возмещению ущерба собственникам жилья, а с другой – функции по текущему контролю деятельности управляющей компании. Теперь для поставщиков жилищно-коммунальных услуг главным станет не отчет перед государством о своей работе, а отчет перед своими же коллегами и населением.

Таким образом, профессиональные сообщества призваны сами отфильтровывать недобросовестных поставщиков жилищно-коммунальных услуг, на основании того, что их содержание будет не выгодно самому рынку, причем опираясь пока что на базу своих стандартов и правил.

Сегодня в РФ действует большое число НП СРО ЖКХ, и при этом продолжается формирование все новых профессиональ-

<sup>1</sup>Из указа царя Алексея Михайловича «О градском благочинии» от апреля 1649 года

ных объединений. Стать членом НП СРО ЖКХ, т. е. профессиональным участником данной сферы деятельности, должны и могут стать организации или индивидуальные предприниматели лишь при подтверждении своего статуса договором обслуживания любого коммунального хозяйства и при условии уплаты необходимых взносов. Это отнюдь не ограничивает вступление в НП "недобросовестных" коммунальщиков и появления на данном рынке "недобросовестных" НП СРО ЖКХ, деятельность которых, в области качества услуг практически неподотчетна органам власти. Хотя идея создания СРО подразумевает организацию двухстороннего контроля как внутреннего – со стороны специальных органов самого некоммерческого партнерства, так и с внешней стороны – со стороны государственных органов, в соответствии с законом о СРО. Так, что сам факт обязательности вступления участников рынка жилищно-коммунальных услуг в НП СРО, особенно на этапе их формирования и становления, не гарантирует повышения качества услуг и коренного изменения в лучшую сторону состояния жилищно-коммунального комплекса, а вводит лишь новые правила, позволяющие успешно функционировать на данном рынке НП СРО ЖКХ – как еще одной надстройки, финансирование которой обеспечивается населением.

Подобная ситуация уже складывалась на рынке в период формирования СРО энерго-сервисных компаний, проводивших энергоаудит в соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергоэффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». Здесь качество услуг было обеспечено жесткой сертификацией энергосервисных компаний, проводимой Минэнерго и организацией профессионального отбора и лицензирования энергоаудиторов на базе дополнительного профессионального обучения.

Подобные мероприятия необходимо ввести, создав соответствующую нормативную базу деятельности СРО управляющих компаний. Здесь на момент вступления в СРО кандидат должен пройти процедуру сертификации соответствия установленным нормам:

- уровень и перечень технического оснащения;
- уровень образования и соответствие квалификации управляющего персонала;
- уровень образования и штатом профессионально подготовленного обслуживающего технического персонала;
- другие, обеспечивающие качество и безопасность предоставляемых услуг, а также стабильность финансовой деятельности компании.

Учитывая, что ранее работавшие в сфере ЖКХ технологии государственного лицензирования и контроля продемонстрировали свою неэффективность, нормы соответствия таким требованиям должна определять СРО, отвечающая за качество предоставляемых услуг своих членов.

Однако, если даже будут решены организационные и нормативные условия функционирования жилищно-коммунального комплекса, решение основной задачи – обеспечения данной отрасли профессиональными кадрами на сегодняшний день находится лишь в стадии дискуссии.

Правительство РФ неоднократно заявляло, что проблема подготовки и переподготовки рабочих кадров технических специалистов, инженеров и управленцев для ЖКХ сегодня становится все более значимой для экономики страны. Именно от решения кадровой проблемы зависит эффективность использования средств, выделенных на реформирование ЖКХ. Причины дефицита квалифицированных кадров в ЖКХ известны. Это отсутствие самой системы профессиональных учебных заведений, причем и отсутствие системы госзаказа на подготовку кадров, методического обеспечения этой работы, профессиональных стандартов. Нет даже перечня должностей в ЖКХ. Сейчас вся подготовка кадров для ЖКХ проводится в рамках смежных направлений, таких как строительство, энергетика и т. д. "...В Санкт-Петербурге осуществляют подготовку специалистов для ЖКХ только 3% вузов, 6% учреждений СПО и 9% учреждений НПО из общего числа образовательных учреждений, что совершенно не согласуется с важным положением ЖКХ в экономическом, социальном и политическом аспекте..."[2].

Чтобы решить кадровую проблему ЖКХ, по словам академика, генеральный директор ОАО «Ордена Трудового Красного Знамени Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова» Павла Жбанова: "России нужно как минимум 2,5 миллиона обученных специалистов в сфере ЖКХ. А чтобы их подготовить, необходимо иметь минимум пять тысяч профессоров отрасли."[3]

Научно-педагогические работники российских вузов, отзываясь на проблемы современности, в том числе и в реформировании ЖКХ, участвуют в их решении, вводя в образовательный процесс по смежным к ЖКХ направлениям элементы, позволяющие сформировать компетентного специалиста, способного к успешной деятельности в сфере ЖКХ. В некоторых вузах в последние годы открываются профили подготовки, ориентированные на данную сферу. Так, в Санкт-Петербургском экономическом университете ведется подготовка по профилям ВПО: «Машины и оборудо-

вание бытового и жилищно-коммунального назначения» в рамках направления «Технологические машины и оборудование», «Сервис инженерных систем зданий и сооружений» и «Сервис недвижимости» направления «Сервис» и др., осуществляется непрерывная подготовка по программам СПО – ВПО. В Московской государственной академии коммунального хозяйства был разработан стандарт высшего профессионального образования для сферы ЖКХ по 11 специальностям.

К сожалению, приведенные примеры не получили должного развития. В связи с "оптимизацией" российских вузов перечисленные профили и направления оказались непрофильными для объединенных вузов. А для того, чтобы развивать данные направления необходимо тратить немалые деньги. Да и престижность направлений подготовки для ЖКХ, сложившиеся стереотипы работника ЖКХ, существующая там система материального стимулирования не вызывают оптимизма у соискателей.

Распоряжением Правительства РФ от 11 ноября 2013 г. N 2077-р утвержден план мероприятий по подготовке, профессиональной переподготовке и повышению квалификации кадров органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций жилищно-коммунального комплекса на 2013 – 2015 годы.

Планом предусматривается синхронизация действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ и работодателей при подготовке специалистов в жилищно-коммунальной сфере. В частности, предполагается разработка вузами в инициативном порядке федеральных образовательных стандартов высшего и среднего специального образования для подготовки кадров в сфере оказания услуг в области ЖКХ, содержания и обслуживания многоквартирных домов. В Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ с 1 сентября 2014 года началась подготовка кадров для сферы ЖКХ по инициативной программе.

В Санкт-Петербурге выдвинута идея формирования специального Научно-образовательного инновационного комплекса для обеспечения устойчивой системы подготовки кадров предприятий ЖКХ. Для стимулирования осознания необходимости подготовки квалифицированных кадров ЖКХ создается НП с функциями сертификации профессиональных кадров на базе Жилищно-коммунальной палаты Санкт-Петербурга. С целью повышения престижности профессии работников ЖКХ предлагается в качестве отдельного самостоятельного направления отраслевой образовательной системы принять программу подготовки резер-

ва специалистов сферы городского хозяйства<sup>2</sup>, которая предполагает уже с 9 класса средней школы формировать кадетские классы кадрового резерва организаций, работающих в сфере городского хозяйства, после окончания которых, могут поступить в индустриальный колледж городского хозяйства в специальную группу и далее в университет на ускоренный специальный курс обучения по двум специальностям: «Сити-менеджмент (управление муниципальными образованиями)» и «Эксплуатация зданий и сооружений, инженерных систем городского хозяйства». Все же реализация государственных проектов и инициатив по обеспечению кадрами ЖКХ возлагается, прежде всего, на образовательные учреждения, многие из которых находятся в стадии "оптимизации" своей деятельности и пытаются избавиться от "непрестижных" направлений подготовки в сложных экономических условиях. Выход из ситуации в координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ и работодателей.

В качестве положительного опыта формирования такого взаимодействия можно рассматривать соглашения о сотрудничестве в вопросах формирования системы подготовки кадров для предприятий регионального ЖКХ, которые заключили Министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства, Союз предприятий жилищно-коммунального комплекса с рядом ведущих вузов Свердловской области.

Важно здесь также, чрезмерно не увлекаясь новыми проектами и инициативами сохранить те направления, которые уже сформировались в вузах и те не многочисленные научно-педагогические кадры, которые могут обеспечить по ним подготовку.

#### **Список использованных источников**

1. Саморегулируемые организации в ЖКХ: кто кого собирается «саморегулировать» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://Tomchin.ru> (дата обращения: 15.09.2014).
2. Дмитриев В. Я. Повышение качества образовательных услуг при подготовке кадров для сферы жилищно-коммунального хозяйства (на примере Санкт-Петербурга): Автореф. дис. канд. эконом. наук. - Санкт-Петербург, 2012 г. – 18 с.
3. Всероссийский форум "ЖКХ-2014: Технологии. Инвестиции. Новое качество" 19-21 марта 2014 г. "Российская газета" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.rg.ru> (дата обращения: 15.09.2014).

<sup>2</sup>Идея президент Регионального отраслевого объединения работодателей жилищно-коммунальных организаций Санкт-Петербурга «Жилкомсоюз» Святослава Кокарева

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРОССЕЛЕЙ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ КОМПРЕССИОННОГО ТИПА**А.В. Кожемяченко<sup>1</sup>, А.В. Новиков<sup>2</sup>

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета (ИСОиП (филиал) ДГТУ),  
346500, Шахты, ул. Шевченко, 147*

В статье рассмотрены эксплуатационные факторы, влияющие на ухудшения технического состояния бытовых холодильных приборов компрессионного типа в процессе эксплуатации. Исследован теоретический цикл работы капиллярной трубки бытового холодильного прибора в условиях изменения ее проходимости вследствие засорения эксплуатационными отложениями. Получены предельно допустимые значения изменения ее температуры в вышеуказанных условиях.

*Ключевые слова:* бытовой холодильный прибор, эксплуатационный фактор, теоретический цикл, диагностический параметр, техническое состояние.

**THEORETICAL DEFINITIONS OF DIAGNOSTIC PARAMETERS TECHNICAL STATE FLOW CONTROL VALVES HOUSEHOLD REFRIGERATION COMPRESSION-TYPE APPLIANCES**

A.V. Kozhemyachenko, A.V. Novikov

*Institut service sector and enterprise (branch) of the Don State Technical University  
(ISOiP (branch) DGTU), 346500, Schachty, str. Shevchenko, 147*

The article describes the operational factors affecting the deteriorating condition of the domestic refrigeration compression-type appliances in use. Explore the theoretical cycle of the capillary tube domestic refrigeration unit in a changing its permeability as a consequence of operational debris deposits. Received the maximum allowable values change its temperature in the above conditions.

*Keywords:* household refrigerating appliance, operational factors, the theoretical cycle, the diagnostic parameter, the technical condition.

Бытовой холодильный прибор компрессионного типа (БХПК) – машина, работающая практически без наблюдения потребителем в течение всего срока наработки.

Особенностью эксплуатации бытовой холодильной техники по сравнению с другими классами холодильных машин является наиболее жесткие условия их эксплуатации.

Герметичная система холодильного агрегата не обеспечивает доступа к обслуживанию встроенного электродвигателя хладонового компрессора; температура воздуха вокруг

конденсатора и компрессора в летние отрезки времени может достигать 50 °С и более; в процессе эксплуатации имеет место необратимые физико-химические процессы и реакции между компонентами рабочей среды и материалами подсистем холодильного агрегата, результатом которых является образование различных загрязнений, отлагающихся на фильтрующих элементах фильтр-осушителей и в капиллярной трубке [1].

<sup>1</sup>Кожемяченко Александр Васильевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Технические системы жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг", ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, моб.: +7 918 503 81 30, email: tabn@dssa.ru;

<sup>2</sup>Новиков Артем Вадимович – студент механико-радиотехнического факультета, группы БХТ-Р51 ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, моб.: +7 908 182 45 65, email: corppi@yandex.ru.

Современный опыт эксплуатации БХПК показывает, что в основном изменение их технического состояния обуславливается воздействием следующих эксплуатационных факторов: режим работы, температурой и скоростью движения окружающего воздуха, износом три-

босопряжений хлададного компрессора, засорением внутренней системы герметичного агрегата, количеством и наличием хладагента, плотностью прилегания дверей к шкафу, загруженности шкафа продуктами и др. (рис. 1).

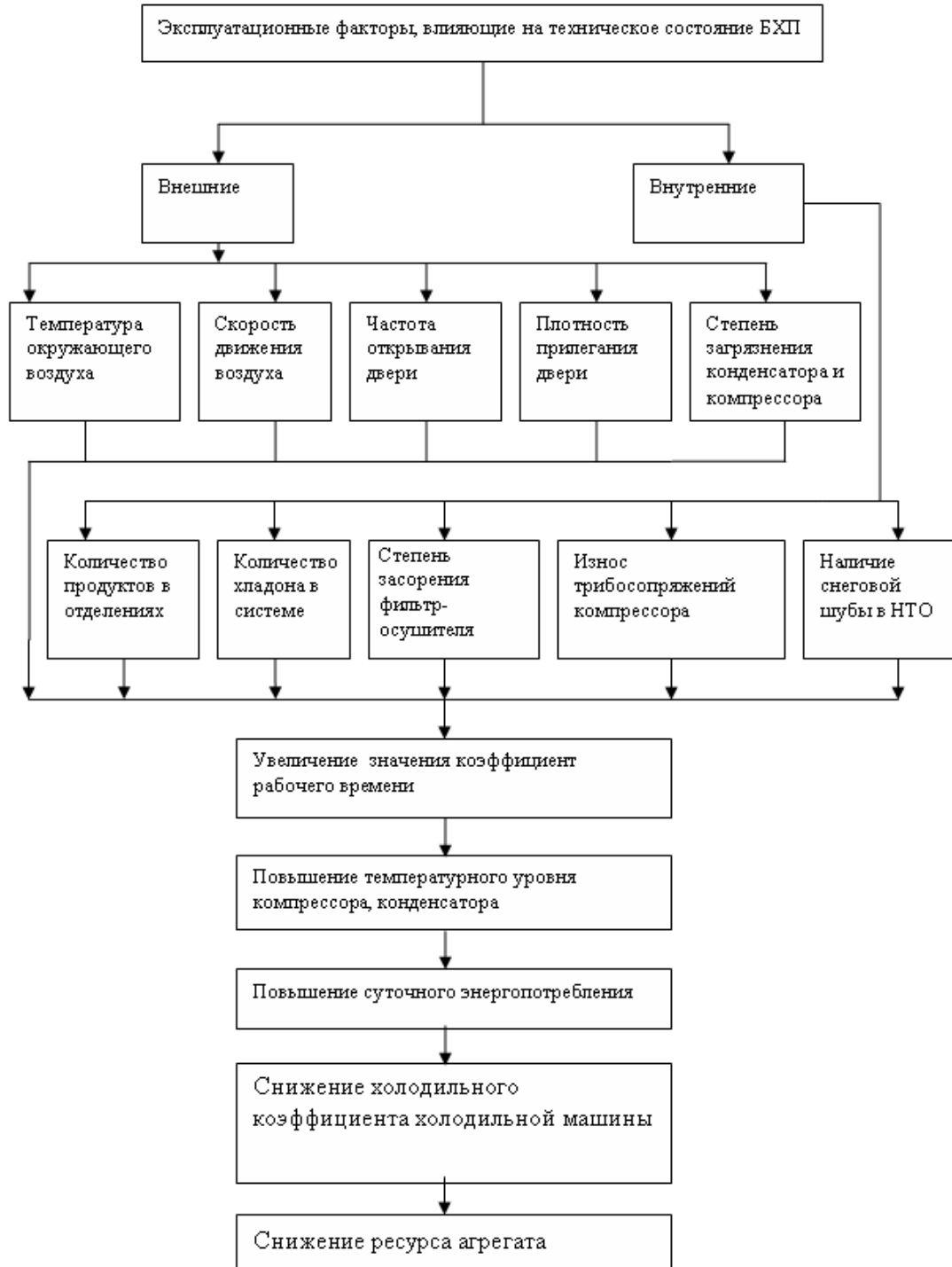


Рисунок 1 – Влияние эксплуатационных факторов на техническое состояние бытовых холодильных приборов компрессионного типа

Вся совокупность этих эксплуатационных факторов, как правило, снижает холодопроизводительность БХПК. При этом чтобы обеспечить требуемый нормативный температурный уровень в низкотемпературном и холодильном отделениях, соответствующие приборы управления увеличивают значения коэффициента рабочего времени хладонного компрессора [2]. При этом суточное энергопотребление БХПК увеличивается. В настоящее время в нормативно-технической документации отсутствуют сведения о предельно-допустимых значениях засорения дроссельных элементов использующихся в БХПК в виде капиллярных трубок [3]. Поэтому в настоящей статье приведен теоретический анализ работы дроссельного элемента в условиях изменения его проходимости.

На рисунке 2 показаны процессы изменения состояния хладона в капиллярной трубке в  $i$ -lgP диаграмме [4,5].

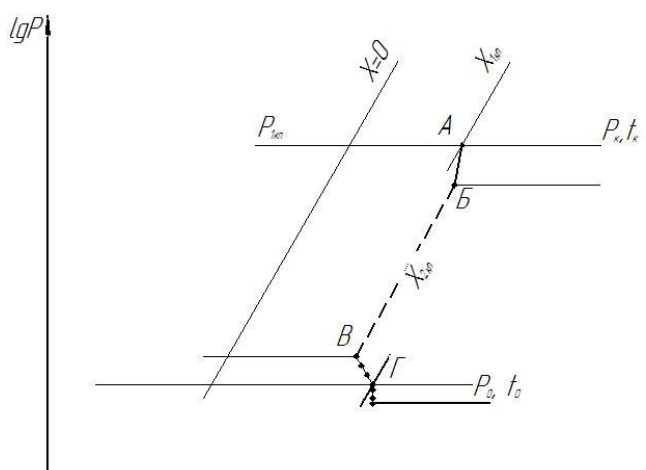


Рисунок 2 –Изменение фазового состояния хладона в капиллярной трубке в  $i$ -lgP диаграмме: — жидкое состояние хладона; - - - парожидкостное состояние хладона; ••• газобразное состояние хладона

На участке AB хладон находится в жидком состоянии, на участке БВ в парообразном состоянии, а на участке ВГ хладон находится в газообразном состоянии.

Фазовое состояние хладона на каждом из трех участочков может быть математически представлено следующим образом.

Полагаем, что на участке AB истечение жидкого хладона соответствуют закону сплошного потока жидкости, т.е. обычному гидроди-

намическому потоку. Выделив элементарный участок, составляем уравнение равновесия всех сил, действующих на поток жидкого хладона:

$$F_1 - F_2 - F_3 = 0,$$

где:  $F_1$  – сила давления;  $F_2$  – сила тяжести;  $F_3$  – сила инерции жидкого хладона.

Сила давления  $F_1$  потока хладона элементарного участка определяется по следующей формуле:

$$F_1 = PdS = \rho \pi D dL_p, \quad (1)$$

где:  $P$  – давление жидкости;  $dS$  – площадь элементарного участка;  $D$  – диаметр капиллярной трубки;  $dL_p$  – длина элементарного участка.

Сила тяжести жидкости определяется по следующей формуле:

$$F_2 = m_{ж} \cdot g = \frac{\rho \pi D^2}{4 dL_p} g, \quad (2)$$

где:  $m_{ж}$  – масса жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\rho$  – плотность жидкого потока.

Сила инерции жидкого хладона определяется по формуле:

$$F_3 = m_{ж} \frac{dV}{dt}, \quad (3)$$

где  $\frac{dV}{dt}$  – ускорение жидкого хладона.

Учитывая формулы (1) – (3) получаем:

$$\rho \pi D dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p g - m_{ж} \frac{dV}{dt} = 0, \text{ или}$$

$$\rho \pi D dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p g - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p \frac{dV}{dt} = 0,$$

где  $\rho \frac{\pi D^2}{4} \frac{dL_p}{dt}$  – массовый расход жидкого хладона.

Обозначая  $\rho \frac{\pi D^2}{4} \frac{dL_p}{dt} = \mu$ , получим:

$$\rho \pi D dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p g - \mu dV = 0. \quad (4)$$

Интегрируем уравнение (4):

$$\rho \pi D \int dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \int dL_p - \mu \int dV = C.$$

Общим интегралом является выражение:

$$\rho \pi D L_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} L_p g - \mu V = C, \text{ или}$$

$$L_p (\rho \pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g) - \mu V = C. \quad (5)$$



Задаемся начальным условиям  $L_p = L_{p0}$  ;  
 $V = V_0$ . Подставляем начальные условия в  
уравнение (5) :

$$L_{p0}(\rho\pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g) - \mu V_0 = C. \quad (6)$$

Учитывая уравнение (5) и (6) получим:

$$L_p(\rho\pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g) - \mu V = L_{p0}(\rho\pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g) - \mu V_0 ;$$

$$\rho\pi D(L_p - L_{p0}) - \rho \frac{\pi D^2}{4} g(L_p - L_{p0}) - \mu(V - V_0) = 0.$$

Обозначая  $L_p - L_{p0} = \Delta L_p$  ;  $V - V_0 = \Delta V$

имеем:  $\rho\pi D\Delta L_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} g\Delta L_p - \mu\Delta V = 0$ , или

$$\rho\pi D\Delta L_p = \mu\Delta V + \rho \frac{\pi D^2}{4} g\Delta L_p.$$

$$\text{Откуда } \rho = \frac{1}{\pi D} \left( \frac{\mu\Delta V}{\Delta L_p} + \rho \frac{\pi D^2}{4} g \right).$$

Для участка БВ составляем соотношение  
падения давления парожидкостной смеси к па-  
дению давления жидкого хладагента. При этом  
принимая модель течения парожидкостной  
смеси гомогенной, так как в этом случае двух-  
фазный поток рассматривается как однофазная  
жидкость.

Тогда имеем:  $\frac{\Delta P_{см}}{\Delta P_{ж}} = 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} x$ , где:  $\Delta P_{см}$

– падение давления парожидкостной смеси на  
участке БВ;  $\Delta P_{ж}$  – падение давления жидкого  
хладагента на участке АВ;  $\rho'$  – плотность па-  
ра;  $\rho''$  – плотность жидкости;  $x$  – массовый рас-  
ход паросодержания.

Массовый расход паросодержания вы-  
числяется по формуле:

$$x = \frac{G''}{G_{см}} = \frac{G''}{G'' + G'} \quad (7)$$

где:  $G''$  – массовый расход пара;  $G'$  – массовый  
расход жидкости;  $G_{см}$  – массовый расход паро-  
жидкостной смеси.

Учитывая выражение (7) имеем:

$$\frac{\Delta P_{см}}{\Delta P_{ж}} = 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} \cdot \frac{G''}{G'' + G'}$$

Откуда

$$\Delta P_{см} = \Delta P_{ж} \left( 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} \cdot \frac{G''}{G'' + G'} \right).$$

Давление газа на участке ВГ определим  
по формуле:  $P_z = P_{ж} - \frac{2\tau}{R}$ , где:  $P_z$  – давление  
газа на участке ВГ;  $P_{ж}$  – давление жидкости на  
участке АВ;  $R$  – радиус кривизны капиллярной  
трубки;  $\tau$  – удельная энергия поверхности па-  
рожидкостной смеси.

Удельную энергию поверхности паро-  
жидкостной смеси определяем согласно эмпир-  
ической зависимости:

$$\tau = \tau_0 \left( 1 - \frac{T}{T_{кр}} \right)^{\frac{11}{9}}, \quad (8)$$

где:  $\tau$  – коэффициент, зависящий от температу-  
ры хладона в жидком состоянии;  $T$  – темпера-  
тура хладона в жидком состоянии;  $T_{кр}$  – крити-  
ческая температура хладона R12.

Учитывая формулу (8) получим:

$$P_z = P_{ж} - \frac{2\tau}{R} \left( 1 - \frac{T}{T_{кр}} \right)^{\frac{11}{9}}$$

Температура на отдельных участках ка-  
пиллярной трубки определяется из выражения:

$$\left( P + \frac{a}{V^2} \right) (V - \epsilon) = RT. \text{ Откуда:}$$

$$T = \frac{\left( P + \frac{a}{V^2} \right) (V - \epsilon)}{R}, \text{ где: } P \text{ – давление на}$$

участках;  $V$  – объём хладона;  $T$  – температура  
на отдельном участке;  $R$  – газовая постоянная;  $a$   
и  $\epsilon$  – постоянные, зависящие от  $P_{кр}$  и  $V_{кр}$  хладона.

Длина участка АВ определяется из уравне-  
ния пленкопередачи через цилиндрическую  
поверхность:

$$L_{AB} = \frac{\theta \left( \frac{1}{\alpha_1 d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_n}{d_{вн}} + \frac{1}{\alpha_2 d_n} \right)}{\pi(t_{ж} - t_0)},$$

где:  $t_{ж}$  – температура жидкого хладона;  $t_0$  –  
температура окружающей среды;  $d_n$  – наруж-  
ный диаметр капиллярной трубки;  $d_{вн}$  – внут-  
ренний диаметр капиллярной трубки;  $\alpha_1$  – ко-  
эффициент теплопередачи от жидкого хладона  
к внутренней поверхности капиллярной труб-  
ки;  $\alpha_2$  – коэффициент теплопередачи от наруж-  
ной поверхности капиллярной трубки к окру-

жающей среде;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала капиллярной трубки;  $\theta$  – количество тепла, которое отводится от жидкого хладона к окружающей среде.

Температуру внутренней поверхности в  $^{\circ}\text{C}$  определяем по формуле:

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{ж}} - \frac{\theta}{\alpha_1 d_{\text{вн}} \pi l}$$

Температуру наружной поверхности определяем из выражения:

$$t_{\text{н}} = t_0 - \frac{\theta}{\alpha_2 d_{\text{н}} \pi l}$$

Длина участка БВ определяется по формуле:

$$L_{\text{БВ}} = \frac{\theta \left( \frac{1}{\alpha_1 d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_{\text{н}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{D_{\text{н}}}{d_{\text{н}}} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{D_{\text{вн}}}{D_{\text{н}}} + \frac{1}{\alpha_2 D_{\text{вн}}} \right)}{\pi (t_{\text{н.с.}} - t_{\text{нар}})}$$

где:  $\alpha_1$  – коэффициент теплопередачи от парожидкостной смеси к внутренним поверхностям капиллярной трубки;  $\alpha_2$  – коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности всасывающего патрубка к пару;  $D_{\text{вн}}$  – внутренний диаметр всасывающего патрубка;  $D_{\text{н}}$  – наружный диаметр всасывающего патрубка;  $\lambda_1, \lambda_2$  – коэффициенты теплопроводности материала капиллярной трубки и всасывающего патрубка;  $t_{\text{н.с.}}$  – температура парожидкостной смеси хладона;  $t_{\text{нар}}$  – температура пара хладона, проходящего по всасывающему трубопроводу;  $\theta$  – количество тепла, которое отводится от парожидкостной смеси.

Длину участка ВГ определяем по формуле:

$$L_{\text{ВГ}} = \frac{\theta \left( \frac{1}{\alpha_1 d_{\text{н}}} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{\text{вн}}}{d_{\text{н}}} + \frac{1}{\alpha_2 d_{\text{вн}}} \right)}{\pi \Delta t}$$

где:  $\Delta t$  – разность температур окружающей среды и газообразного хладона;  $\theta$  – количества тепла, подводимое извне к поверхности капиллярной трубки.

Холодопроизводительность чистой капиллярной трубки на участках определяется по формуле:

$$Q_k = G_a C_p \Delta T,$$

где:  $G_a$  – массовый расход хладона на соответствующих участках;  $C_p$  – теплоемкость хладона на соответствующих участках;  $\Delta T$  – разность температур хладона на соответствующих участках.

Составим соотношение холодопроизводительности чистой и засоренной капиллярной

трубки:  $\frac{Q'_k}{Q_k} = \frac{G'_a \cdot \Delta T'}{G_a \cdot \Delta T} \leq 7\% .$

Откуда:

$$\Delta T = \frac{G'_a \cdot \Delta T'}{0,07 G_a} . \quad (9)$$

Выражение дает возможность определять предельно допустимого значения  $\Delta T$ , при котором герметичный холодильный агрегат считается работоспособным, а так же обеспечивает получение диагностического параметра, характеризующего остаточную годность бытового холодильного прибора, находящегося в стадии эксплуатации.

### Литература

1. Кожемяченко, А.В. Влияние загрязнений на работоспособность герметичных агрегатов бытовых холодильников и повышение их эксплуатационных характеристик при ремонте : дис. канд. техн. наук : защищена 15.02.88 : утв. 08.06.88 / Кожемяченко Александр Васильевич. – М., -1988.
2. Кожемяченко А.В., Диагностирование технического состояния бытовых холодильных приборов [Текст] / А.В. Кожемяченко, М.А. Лемешко, В.В. Рукасевиц, Известие вузов Сев.-Кавказский регион, Технические науки №4. - 2012. - С. 110-115
3. Вейнберг, Б.С. Бытовые компрессионные холодильники / Б.С. Вейнберг, Л.Н. Вайн. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 272 с.
4. Розенфельд, Л.М. Холодильные машины и аппараты / Л.М. Розенфельд, А.Г. Ткачев. – М. : Госторгиздат, 1962. – 656 с.
5. Якобсон, В.Б. Малые холодильные машины / В.Б. Якобсон. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 368 с.

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНА ПОДАЧИ ТОПЛИВА В СИСТЕМАХ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

А.В. Неговора<sup>1</sup>, А.И. Низамутдинов<sup>2</sup>, Р.Т. Хакимов<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Баширский государственный аграрный университет (БГАУ),  
450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34;

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)  
191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.

Исследование основных показателей закона топливоподачи в системах питания дизелей по средством специализированного устройства разработанного на кафедре «Автомобили и тракторы» БГАУ, для определения цикловой подачи путем измерения интенсивности волн давления, распространяющихся в длинном измерительном трубопроводе.

*Ключевые слова:* устройство, дизель, топливоподающая система, форсунка, впрыск, модель.

### SPECIALIZED DEVICE FOR THE STUDY OF LAW IN THE FUEL SUPPLY SYSTEM OF DIESEL ENGINES

A.V. Negovora, A.I. Nizamutdinov, R.T. Hakimov

*Bashkir State Agrarian University (BSAU), 450001, Ufa, street 50-letiya Okiyabrya, 34;*

*St. -Petersburg state university of economics (SPbGEU),*

*191023, St. Petersburg, street Sadovaya, 21*

Investigation of the basic indicators of the law in the fuel supply system of diesel engines by means of a dedicated device developed at the Department of "Cars and tractors» BSAU to determine the cyclic flow by measuring the intensity of pressure waves propagating in the length of the measuring line.

*Keywords:* apparatus, diesel, fuel, injector, injection model.

Достоинством современных топливоподающих систем автотракторных дизельных двигателей является электронное управление, обеспечивающее гибкое управление впрыском топлива на разных режимах работы. Топливоподающая аппаратура с электронным управлением обладает высокими возможностями управления рабочим процессом дизельного двигателя, что позволяет обеспечить наилучшие технико-экономические и экологические показатели его работы.

При испытании топливной аппаратуры дизелей основным оценочным показателем является объем впрыскиваемых цикловых порций топлива, но для современных топливоподающих систем, из-за применения множественного

впрыска в течение одного рабочего цикла, этого не достаточно. Даже при одинаковом объеме впрыскиваемого в цилиндр топлива, характеристика впрыскивания на разных режимах работы дизеля может существенно различаться и влиять на его показатели работы: к примеру, отсутствие фазы предварительного впрыска негативно влияет на увеличение  $\text{NO}_x$  и шумности работы двигателя. Таким образом, для более глубокой оценки технического состояния форсунок необходимо при испытании ориентироваться не только на величину цикловой подачи, но и принимать к сведению форму характеристики впрыскивания.

<sup>1</sup>Андрей Владимирович Неговора – доктор технических наук, профессор кафедры "Тракторы и автомобили", БГАУ, тел. 8 (347) 228-32-13: e-mail: negira@rambler.ru;

<sup>2</sup>Алмаз Ильдарович Низамутдинов – аспирант кафедры "Тракторы и автомобили", БГАУ, тел. +7 (937) 838-22-00: e-mail: almaz\_nizamutdinov90@mail.ru;

<sup>3</sup>Рамиль Тагирович Хакимов – кандидат технических наук, доцент кафедры "Автосервис", СПбГЭУ, тел. +7(904)3356327, e-mail: haki7@mail.ru.

В настоящее время специализированное оборудование для фиксации характеристики впрыскивания выпускают следующие фирмы: Moehwald Bosch Group, IAV, EFS, Loccioni Group, Ono Sokki Technology Inc и др. (Рисунок 1). Это оборудование предназначено, прежде всего, для исследовательских целей и не при-

способлено для широкого использования в сервисных предприятиях при диагностике технического состояния топливной аппаратуры. Недостатком представленных устройств является их высокая стоимость, повышенные требования к квалификации персонала и необходимость регулярной тарировки.

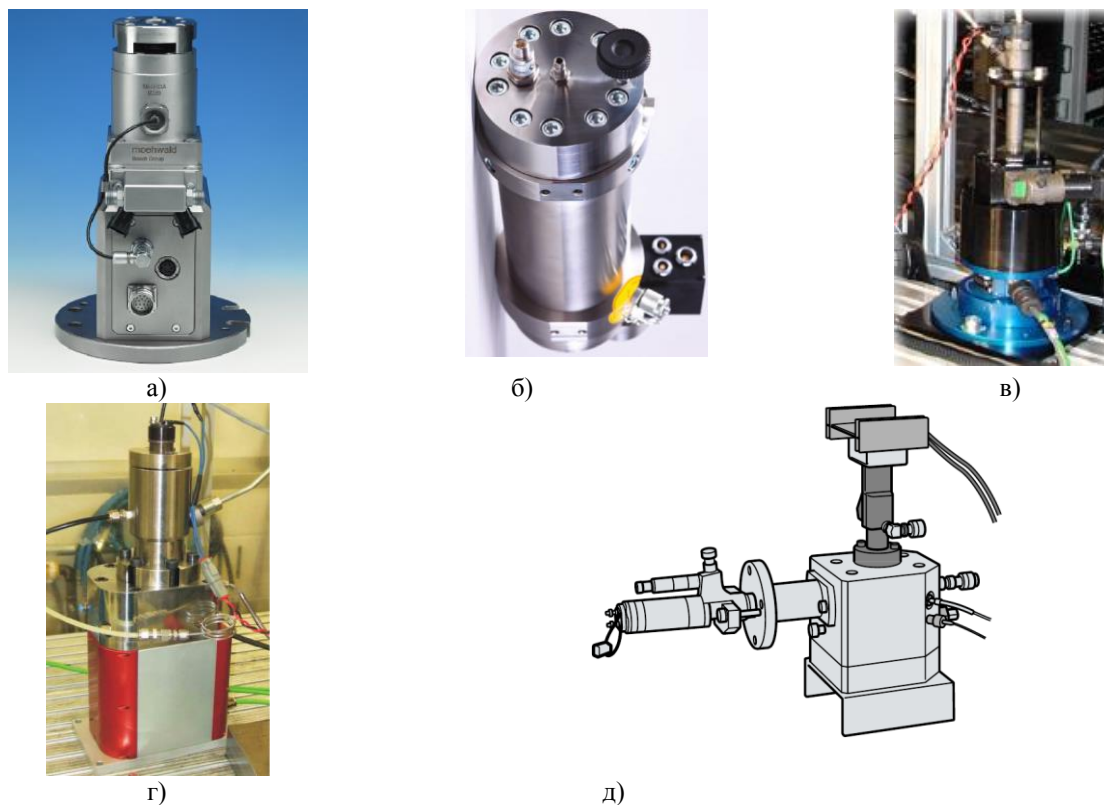


Рисунок 1 – Устройства для снятия характеристики впрыскивания зарубежного производства: а) Moehwald HDA (Германия), б) IAV Injection Analyzer (Германия), в) EFS Injection Flow and Rate (Франция), г) Loccioni Group MEXUSDHD (Италия), д) Ono Sokki Technology Inc FJ-6000 (Япония).

Основные показатели исследовательского оборудования приведены в табл. 1.

На кафедре тракторы и автомобили Башкирского ГАУ было разработано устройство для определения цикловой подачи путем измерения интенсивности волн давления, распространяющихся в длинном трубопроводе [1]. Результаты его испытания показали, что устройство четко регистрирует характеристику впрыскивания и устраняет искажение данных, возникающее из-за изменения вязкости тестовой жидкости во время испытания путем использования двух датчиков давления, расположенных в начале и конце измерительного трубопровода. В устройстве отсутствуют детали, перемещаемые при измерении, поэтому оно

лишено погрешностей связанных с трением и инерционностью деталей.

Таблица 1 – Основные показатели исследовательского оборудования

Модель устройства	Количество впрысков за цикл	Диапазон противодавления топлива, бар	Диапазон измерений, мм <sup>3</sup> /цикл	Частота впрыскивания, Гц
HAD	1...10	5...95	0,1...600	0,5...51
Injection Analyzer	1...7	5...180	10...6500	0,5...35
Injection Flow and Rate	1...10	5...100	0,5...600	0,5...50
MEXUSD HD	1...10	5...65	1...400	5...25
FJ-6000	1...10	10...40	1...300	0,6...50
Башкирский ГАУ	не ограничено	0...100	1...1000	0,1...50

В результате дальнейших исследований предложенная конструкция устройства была модернизирована и в программной среде Компас-V13 смоделирована 3D модель устройства для оптимизации его конструктивных параметров. Разработанное устройство состоит из корпуса 1 и установленной в нем с прецизионным зазором подвижной внутренней обоймы 2. По внешней поверхности внутренней обоймы 2 выполнена спиральная канавка, которая образует с корпусом 1 длинную, закрученную в спираль линию высокого давления. Приемный штуцер 3 с помощью четырех болтов соединен

с корпусом 1 и предназначен для подключения адаптеров соответствующих форсунок, что позволяет впрыскивать технологическую жидкость в устройство по касательной.

В начале и конце спиральной канавки установлены два тензометрических датчика давления 4, которые регистрируют изменение давления. С двух торцевых сторон устройство герметично закрывается крышками 8. На сливном штуцере 6 устанавливается клапанный регулятор давления 7 для создания противодействия впрыскивания топлива.

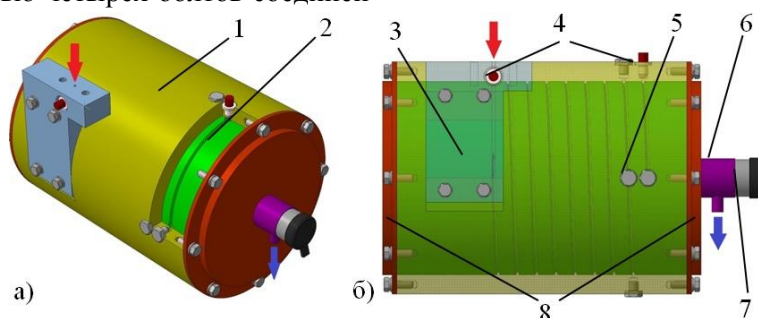


Рисунок 2 – Устройство для снятия характеристики впрыскивания: 1 – корпус, 2 – внутренняя обойма, 3 – приемный штуцер, 4 – тензометрические датчики давления, 5 – заглушки, 6 – сливной штуцер, 7 – клапанный регулятор давления, 8 – крышки.

Основным и оптимизационными параметрами проектируемого устройства являются: диаметр внутренней обоймы  $D_{в.о.}$ , площадь поперечного сечения канавки  $S_{п.с.}$ , длина канавки  $l_k$  и величина противодействия впрыску  $P_n$  [2]. Диаметр внутренней обоймы был снижен до минимально возможных габаритов без негативного влияния на измерение характеристики впрыскивания. В связи с тем, что диапазон измерений цикловой подачи будет варьироваться от 1 до 300 мм<sup>3</sup>/цикл поперечное сечение канавки необходимо изменять путем установки таких же внутренних обойм, но с разной величиной поперечного сечения канавки. Длина измерительной магистрали высокого давления меняется путем установки заглушек в отверстия наружной обоймы, расположенные с определенным шагом. В качестве регулятора давления используется электромагнитный клапан, изменяющий эффективное проходное сечение согласно количеству поступающего к датчику топлива, что повышает быстродействие устройства.

Моделирование устройства в программной среде Компас 3D позволяет экспортировать полученную модель в другие программные продукты с целью оптимизации конструктивных параметров. В настоящее время идет изготовление испытательного образца.

### Литература

1. Неговора А.В. Давлетов А.Ф. Устройство для определения характеристики впрыскивания. // Вестник БГАУ – 2012 - №1. – с. 46-48.
2. Габитов И.И., Грехов Л.В., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливоподающих систем дизелей // Учебное пособие. - М.: Изд-во Легион-Автодата, -2013. – 292 с.
3. Хакимов Р.Т. Особенности применения пьезоэлектронной форсунки в поршневом газовом двигателе с наддувом //Фундаментальные основы научнотехнической и технологической модернизации АПК (ФОНТиТМ-АПК-13): материалы Всероссийской научно-практической конференции (6 – 7 июня 2013 г.). Часть I. – Уфа: Башкирский ГАУ, -2013, -с. 314-318.

# ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТИ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

А.Г. Морозов<sup>1</sup>, А.А. Колосов<sup>2</sup>

Изучение технической жесткости холодного и жаркого климата Северо-Западного федерального округа для разработки и совершенствования технического обслуживания и ремонта транспортных средств.

*Ключевые слова:* техническая жесткость климата, транспортные средства, районирование, надежность, техническое обслуживание.

## EVALUATION OF CLIMATOLOGICAL FACTORS OF THE NORTHWESTERN FEDERAL DISTRICT FOR TECHNICAL PURPOSES

A.G. Morozov, A.A. Kolosov

*Sankt-Petersburg State University of Economics (SPbSUE),  
191023, St. Petersburg, street Sadovaya, 21*

The study of the technical rigidity of cold and hot climate of the Northwestern Federal District to develop and improve the maintenance and repair of vehicles.

*Keywords:* technical climatic hardness, vehicles, regionalization, safety, service.

На свойства конструкционных, эксплуатационных материалов и в целом на надежность машин, эксплуатируемых на открытом воздухе, влияет комплекс климатических факторов. Интенсивность их влияния зависит от климата района использования транспортного средства и изменяется во времени в соответствии с изменением погоды этого района.

Характеристики каждого из климатических факторов по разному распределяются в пространстве и во времени. Наиболее неблагоприятное влияние на свойства материалов и надежность машин оказывают комплексы факторов холодного и жаркого сухого климата Северо-Западного федерального округа.

Интенсивность воздействия комплекса климатических факторов на надежность технических устройств целесообразно оценивать как техническую жесткостью климата и погоды.

Сложность построения математической модели технической жесткости климата определяется: широкими диапазонами значений климатических факторов и их неравномерным распределением по территории СЗФО, неуправляемым характером этих факторов (вероятностей возникновения), различным эффектом их воздействия на материалы.

Для повышения точности моделей необходимо разработать математические модели технической жесткости климата отдельно для холодного и жаркого климата с учетом различных комплексов и интенсивности воздействия климатических факторов этих климатов.

В общем виде эти модели были представлены как многофакторные функции следующего вида [6]:

$$N_k, S_k = f[Q(\tau), t(\tau), \sigma(\tau), v(\tau), \varphi(\tau), n_{m,\delta}(\tau), \tau_{x,m}], \text{ балл}, \quad (1)$$

где:  $N_k$  – обобщенный показатель технической жесткости холодного климата;  $S_k$  – обобщенный показатель технической жесткости сухого жаркого климата;  $Q$  – суммарная солнечная радиация;  $t$  – температура наружного воздуха;  $\sigma$  – средняя амплитуда суточных колебаний температуры воздуха;  $v$  – средняя скорость ветра;  $\varphi$  – относительная влажность воздуха;  $n_{m,\delta}$  – атмосферные явления, влияющие на надежность машин;  $\tau_{x,m}$  – время действия отрицательных и положительных температур воздуха в течение года, месяцев.

Климатические факторы, представленные в формуле 1 являются непредсказуемыми и неуправляемыми, но при этом, достаточно хорошо изучены.

<sup>1</sup>Морозов Александр Геннадьевич – кандидат технических наук, заведующий кафедры "Автосервис" СПбГЭУ;

<sup>2</sup>Колосов Александр Александрович – магистрант кафедры "Автосервис" СПбГЭУ, моб.: +79046043435, e-mail: kolosovrussia@gmail.com.

Значения климатических факторов являются результатами многолетних (50–80 лет) сборов статистических данных, наблюдений и достаточной базой для выполнения расчетов технической жесткости климата [2,3].

В математические модели должны входить факторы, оказывающее существенное влияние на надежность автомобильного транспорта, и значения этих факторов представлены в специализированной литературе [2,3].

Вследствие неуправляемого характера воздействия климатических факторов на свойства материалов и, как следствие, надежность машин, математическим аппаратом исследования этого влияния является дисперсионный анализ и, в частности, методы рангового анализа.

Методика рангового анализа сводится к формализации опыта специалистов (исследователей), экспертная оценка которых заносится в таблицу – матрицу рангов. При этом, каждому фактору эксперт присваивает место (ранг) в соответствии со значением фактора в оценке параметра оптимизации (количественной характеристики цели исследования). Применительно к влиянию климатических факторов на технические изделия параметром активизации является балл технической жесткости климата [6].

На рис. 1 представлена в качестве примера средняя априорная диаграмма рангов при определении технической жесткости климата.

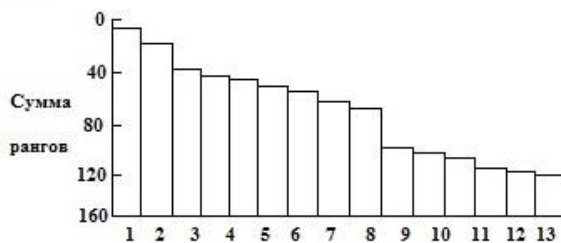


Рисунок 1 – Априорная диаграмма рангов климатических факторов: 1. Средняя минимальная температура воздуха; 2. Абсолютно максимальная температура воздуха; 3. Относительная влажность воздуха; 4. Прямая радиация; 5. Амплитуда температуры воздуха; 6. Средняя скорость ветра; 7. Пыльная буря; 8. Рассеянная радиация; 9. Продолжительность жаркого периода; 10. Туман; 11. Максимальная скорость ветра; 12. Количество осадков; 13. Атмосферное давление; 14. Переход температуры воздуха через 0°С; 15. Направление ветра.

Как видно из диаграммы, по сумме рангов, наиболее существенное влияние на надежность автомобильного транспорта оказывают первые восемь факторов, которые и будут далее изучены и применены для расчета технической жесткости климата. Чтобы иметь представление к какому климатическому району

принадлежит территория СЗФО, необходимо выполнить районирование.

Районирование – деление территории на части (районы), различающиеся между собой и в чем-то однородном внутри себя.

Климатическое районирование представляет собой деление территории Российской Федерации на климатические зоны, в которых сохраняется многолетний режим погоды, характерный для данной местности в силу её географического положения. Согласно ГОСТу 16350-80 [1], были перенесены климатические зоны с карты районирования территории СССР по воздействию климата на технические изделия и материалы на карту СЗФО Российской Федерации (рисунок 2).

В таблице 1 представлены климатические районы и их наименования. Данные обозначения закреплены ГОСТом 16350-80 и далее в работе они будут упоминаться согласно ему.

Данные представленные в таблице свидетельствуют о том, что практически вся территория Северо-Западного федерального округа принадлежат умеренному макроклиматическому району.

К макроклиматическому району с умеренным климатом относятся районы, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха равна или ниже плюс 40°С, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха равна или выше минус 45°С [8].



Рисунок 2 – Районирование территория СЗФО РФ по воздействию климата на технические изделия и материалы

К макроклиматическому району с холодным климатом относятся районы, в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже минус 45°С [8].

Холодный климат оказывает особое влияние на эксплуатационную надежность транспортных средств, в результате чего производительность многих машин снижается. Затраты на содержание, техническое обслуживание и ремонт, расходные материалы и запасные части увеличиваются ввиду роста отказов.

Таблица 1 – Климатические районы СЗФО

Макроклиматический район	Климатический район	Обозначение
Холодный	Холодный	I <sub>2</sub>
Умеренный	Арктический западный	П <sub>3</sub>
	Умеренно холодный	П <sub>4</sub>
	Умеренный	П <sub>5</sub>
	Умеренно теплый	П <sub>7</sub>
	Умеренно теплый влажный	П <sub>8</sub>

В условиях холодного климата эффект воздействия климатических факторов на свойства материалов и надежность машин во всех случаях является отрицательным: чем более интенсивно воздействует каждый из факторов, тем больший отрицательный эффект их совместного воздействия, что должно учитываться в математических моделях технической жесткости климата.

Техническая жесткость холодного климата представляет собой совокупную характеристику влияния климатических факторов на эксплуатационную надежность машин, особенно такие факторы как низкие температуры воздуха окружающей среды, амплитуды суточных колебаний температуры воздуха, влажность воздуха, туманы и метели – как показывает ранговый анализ по П.И. Коху [6] (рис. 1). Баллы технической жесткости климата дают общую, точечную оценку жесткости климата в отношении автомобильного транспорта при средних значениях климатических факторов в течение трех наиболее холодных месяцев.

Применительно к технической жесткости холодного климата формула (1) имеет вид [6]:

$$N_k = f(t_{\min}, \sigma_x, v_x \varphi_x, n_{m.m.}, \tau_x) \text{ балл, (2)}$$

С использованием результатов рангового анализа и уравнения (2) формула для определения ТЖХК в баллах примет вид

$$N_k = (0,75t_{\min cp} + 0,25t_{\min abc}) \cdot (1 + 0,015\sigma_x) \cdot (1 + 0,07v_x) \cdot (1 + 0,26\varphi_x) \cdot (1 + 0,014n_{m.m.}) \cdot (1 + 0,022\tau_x) \text{ балл,}$$

где:  $N_k$  – техническая жесткость холодного климата, балл;  $t_{\min cp}$  – среднее значение среднего минимума температуры воздуха за три наиболее холодных месяца, °С;  $t_{\min abc}$  – среднее значение абсолютного минимума температуры воздуха за три наиболее холодных месяца, °С;  $\sigma_x$  – средняя непериодическая амплитуда суточных колебаний температуры воздуха за три наиболее холодных месяца, °С;  $v_x$  – средняя

скорость ветра за три наиболее холодных месяца, м/с;  $\varphi_x$  – среднее значение относительной влажности воздуха за три наиболее холодных месяца, доли единицы;  $n_{m.m.}$  – среднее за месяц значение числа дней с туманом, метелью и пыльной бурей за три наиболее холодных месяца;  $\tau_x$  – продолжительность действия в месяцах средней температуры воздуха ниже 0 °С.

Математическую модель технической жесткости сухого жаркого климата можно построить, используя методы построения математической модели технической жесткости холодного климата [6]. По П.И. Коху [6], ранговый анализ (рис. 1) влияния климатических факторов жаркого сухого климата на эксплуатационную надежность машин показал, что наиболее существенно на жесткость жаркого климата влияют солнечная радиация, высокие температуры воздуха, влажность воздуха, песчаные и пыльные бури. В связи с этим, на основании рангового анализа и анализа влияния климатических факторов жаркого климата на свойства материалов и надежность машин, математическая модель для ТЖСЖК примет следующий вид [6]:

$$S_k = (0,55t_{\max cp} + 0,20t_{\max abc}) \cdot (1 + 0,01 Q_m) \cdot (1 + 0,0075 \sigma_m) \cdot (1 - 0,03 v_m) \cdot \left(1 + \frac{0,08}{\varphi_m}\right) \cdot \left(0,009n_{b.m.}\right) \cdot (1 + 0,012\tau_m) \text{ балл, (3)}$$

где:  $t_{\max cp}$  – среднее значение среднего максимума температуры воздуха за три наиболее теплых месяца, °С;  $t_{\max abc}$  – среднее значение абсолютного максимума температуры воздуха за три наиболее теплых месяца, °С;  $Q_m$  – среднее значение месячной суммы суммарной солнечной радиации за три наиболее теплых месяца, ккал/см<sup>2</sup>;  $\sigma_m$  – средняя непериодическая амплитуда суточных колебаний температуры воздуха за три наиболее теплых месяца, °С;  $v_m$  – средняя скорость ветра за три наиболее теплых месяца, м/с;  $\varphi_m$  – среднее значение относительной влажности воздуха за три наиболее теплых месяца, доли единицы;  $n_{b.m.}$  – среднее за месяц значение числа дней с пыльной бурей, метелями и туманом за три наиболее теплых месяца;  $\tau_m$  – продолжительность действия в месяцах средней температуры воздуха выше 0 °С.

Таким образом, согласно собранным статистическим данным и по выражениям (2) и (3), был произведен расчет технической жесткости холодного  $N_k$  и сухого жаркого климата  $S_k$ , представленные в табл. 2.

П.И. Кох [6] выделяет диапазон баллов технической жесткости климата из пяти групп, представленных в таблице 3.



Таблица 2 – Расчет технической жесткости климата субъектов Северо-Западного федерального округа

№ п.п.	Субъект СЗФО	$t_{\min \text{ ср}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\min \text{ абс}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma_{\text{ ср}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma_{\text{ абс}}, ^\circ\text{C}$	$\phi_x, \%$	$n_{\text{м.к}}$	$n_{\text{к}}$	НК, баллы	$t_{\max \text{ ср}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\max \text{ абс}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{пр}}$	$\sigma_{\text{ м ср}}, ^\circ\text{C}$	$v_{\text{ м}}, \text{ м/с}$	$\phi_x, \%$	$n_{\text{б.м}}$	$\tau_{\text{ м}}$	Sk, баллы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1.	Ленинградская область	-7,9	-13,0	5,9	5,5	0,9	20,3	4,0	24,18	15,7	22,2	18,83	9,83	4,2	0,74	18,7	7,15	20,45
	Санкт-Петербург	-6,9	-11	5,4	5,5	0,86	20	4,6	20,41	16,3	22,1	18,73	8,2	4	0,72	14	7,4	20,20
	Свирица	-8,7	-14	5,6	5,5	0,86	19	5,1	25,98	15,4	21,8	19,05	9,3	4,4	0,76	18	7,0	19,75
	Тихвин	-8,2	-14	6,7	5,6	0,85	22	5,0	26,14	15,4	22,6	18,73	11,9	4,2	0,75	24	7,0	21,40
2.	Калининградская область								7,32									20,55
	Калининград	-2,2	-7	5,0	4,1	0,82	15	2,1	7,32	16,4	22,4	18,75	9,2	4,3	0,77	14	9,0	20,55
3.	Республика Карелия								29,50									17,61
	Петрозаводск	-9,6	-15	7,0	2,0	0,86	25	5,2	28,36	14,5	20,5	19,36	7,3	3,2	0,74	19	6,7	19,24
	Кемь	-9,5	-15	6,7	5,1	0,86	24	5,8	29,92	12,5	17,6	18,79	7,7	4,1	0,77	21	6,3	16,13
	Лоухи	-11,0	-16	6,6	3	0,86	24	6,1	30,22	13,1	19,4	18,92	7,5	3,1	0,71	18	5,9	17,47
4.	Республика Коми								50,83									16,73
	Сыктывкар	-14,2	-20	7,1	4	0,83	26	5,9	41,55	14,9	22	19,36	11,0	3,8	0,71	10	6,2	18,78
	Печора	-17,6	-27	6,7	5,6	0,82	23	6,9	56,45	13,1	20,1	19,08	10,6	3,5	0,66	15	5,2	17,49
	Ухта	-15,6	-23	7,3	4,8	0,83	22	6,3	46,75	13,5	21	18,49	9,6	3,4	0,69	12	5,8	17,53
	Воркута	-18,9	-27	7,4	5,5	0,81	20	8,0	58,59	9,23	20	18,77	10,9	4,8	0,72	14	4,1	13,11
5.	Архангельская область								37,31									18,51
	Архангельск	-11,6	-19	6,5	5,9	0,86	27	5,9	39,79	13,9	20,8	18,79	9,4	4	0,72	18	6,2	18,29
	Емецк	-12,4	-18	6,5	3,5	0,85	22	5,8	33,90	14,5	21,7	18,49	10,7	3,8	0,72	11	6,2	18,31

	Койнас	-14,8	-24	8,1	3,7	0,84	20	20	6,3	42,92	13,2	20,9	18,79	11,7	2,4	0,7	15	5,7	18,57
	Онега	-10,9	-20	6,1	3,6	0,85	23	5,7	6,3	32,62	14,2	20,8	18,49	10,1	2,7	0,71	14	6,4	18,88
<b>6.</b>	<b>Ненецкий автономный округ</b>									54,37									11,66
	Нарьян-Мар	-16,0	-25	8,4	6,3	0,83	22	7,3	7,3	54,61	10,4	16,9	18,77	8,7	5,2	0,72	15	4,8	12,93
	Индига	-13,2	-22	8,0	10,6	0,84	20	7,2	7,2	54,13	8,43	13,5	18,77	9,5	5,4	0,84	16	4,9	10,38
<b>7.</b>	<b>Вологодская область</b>									32,32									20,51
	Вологда	-11,0	-16	6,9	6	0,85	21	5,3	5,3	33,94	15,6	22,2	18,73	10,8	1	0,76	9	6,7	20,89
	Вытегра	-9,8	-17	6,8	5,3	0,84	19	5,3	5,3	30,11	15,1	22	19,37	10,9	1,2	0,74	10	6,8	20,63
	Никольск	-12,5	-18	6,4	3	0,84	22	5,5	5,5	32,91	15,3	23,1	18,73	11,4	2,5	0,75	9	6,5	20,02
<b>8.</b>	<b>Мурманская область</b>									33,14									15,77
	Мурманск	-9,7	-18	6,2	5,5	0,84	20	6,2	6,2	31,61	11,1	17,4	19,05	8,2	3,8	0,73	17	5,8	14,67
	Кандалакша	-10,8	-19	6,4	5,7	0,85	19	6,1	6,1	34,55	12,7	19,1	18,77	10,2	1	0,72	14	5,9	17,96
	Ковдор	-13,0	-16	6,9	3,5	0,83	21	6,7	6,7	34,02	11,7	18,7	18,77	10,3	2,1	0,71	16	5,4	16,50
	Краснощелье	-12,3	-20	6,8	3	0,85	19	6,8	6,8	33,63	11,3	18,5	18,77	10,4	0,9	0,71	15	5,3	16,63
	Мончегорск	-11,7	-17	6,8	5,7	0,84	20	6,4	6,4	35,82	12	18,6	18,77	10,3	1,8	0,69	15	5,6	16,89
	Пялица	-9,2	-14	6,5	5,5	0,86	23	6,5	6,5	29,20	8,9	14,1	18,49	10,4	3,4	0,85	18	5,6	12,01
<b>9.</b>	<b>Новгородская область</b>									22,52									19,72
	Великий Новгород	-7,8	-12	6,7	4,7	0,85	21	4,8	4,8	22,52	16	22,8	18,42	11,0	4	0,76	10	7,3	19,72
<b>10.</b>	<b>Псковская область</b>									18,90									20,71
	Псков	-6,5	-11	5,9	3,9	0,86	18	4,5	4,5	17,78	16,2	22,9	19,79	10,7	3,5	0,74	9	7,6	20,41
	Великие Луки	-7,2	-12	6,1	4,2	0,84	19	4,4	4,4	20,02	16,2	23	19,45	10,8	3	0,77	11	7,6	21,01

Таблица 3 – Техническая жесткость климата

Климат	Баллы технической жесткости климата	
	Холодный	Жаркий
Мало-жесткий	0÷30 Ленинградская Область; Калининградская область; Республика Карелия; Новгородская область; Псковская область.	0÷15 Ненецкий автономный округ; Мурманская область.
Умеренно жесткий	31÷60 Республика Коми; Архангельская область; Ненецкий автономный округ; Вологодская область; Мурманская область.	16÷25 Ленинградская Область; Калининградская область; Республика Карелия; Новгородская область; Псковская область; Республика Коми; Архангельская область; Вологодская область.
Жесткий	61÷90	26÷35
Очень жесткий	91÷120	36÷45
Наиболее жесткий	121÷170	46÷60

Согласно данным таблицы 3, субъекты Северо-Западного федерального округа являются представителями маложестького и умеренно жесткого холодного климата, а именно:

Ленинградская область, Калининградская область, Республика Карелия, Новгородская и Псковская область – являются представителями маложестького климата, а представители умеренно жесткого климата – Республика Коми, Архангельская область, Ненецкий автономный округ, Вологодская и Мурманская область.

Относительно жаркого климата, полученные данные показали, что деление территории СЗФО по технической жесткости выглядит следующим образом: все субъекты СЗФО принадлежат к умеренно жесткому сухому жаркому климату, кроме Ненецкого автономного округа и Мурманской области, которые относятся к маложестькому жаркому климату.

Полученные данные дают новые возможности для дальнейших исследований и ставят реальную задачу для последующего анализа безотказной работы машин, которые дадут возможность для разработки и принятия технических решений по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта транспортных средств, а также подготовке транспорта к изменяющимся погодным условиям окружающей среды, согласно условий их эксплуатации.

### Литература

1. «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей». ГОСТ 16350-80 М.: Издательство стандартов, 1986. – 199 с.
2. «Строительная климатология и геофизика». СНИП 2.01.01-82 М.: Стройиздат, 1983. – 135 с.
3. «Строительная климатология». СНИП 23.01.99 М.: Стройиздат, 1999. – 58 с.
4. Суринов А.Е., Баранов Э.Ф., Бугакова Н.С., Гельвановский М.И., Ильенкова С.Д. др. Российский статистический ежегодник. 2012: Статистический сборник/Росстат. – Р76 М., 2012. – 786 с.
5. Сорокина Н.Б., Федоров А.В., Самотесов Е.Д., под общей редакцией д.б.н., проф. Рыбальского Н.Г., д.ф.н., проф. Галкина Ю.Ю. Климат Северо-Западного региона России. Популярный доклад. – М: НИА Природа РЭФИА, 2004. – 103 с.
6. Кох П.И. Климат и надежность машин. – М.: Машиностроение, 1981. – 175 с.
7. Пошвин А.В. Климатологическая оценка геостратегического пространства Российской Федерации для технических целей (в интересах технического обеспечения ЖДВ). Дипломная работа – СПб: 2004. – 114с.
8. «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды». ГОСТ 15150-69 М.: ИПК издательство стандартов, 1971. – 76 с.
9. «Макроклиматические районы Земного Шара с холодным и умеренным климатом. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей». ГОСТ 25870-83 М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1983. – 178 с.
10. «Система технического обслуживания и ремонта техники». ГОСТ 18322-78 М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1980, – 12 с.
11. «Эксплуатация техники» ГОСТ 25866-83 М.: Государственный комитет СССР по стандартам 1983. – 9 с.

## ГАЗОИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЬНЫХ ВИТЫХ ПРУЖИН

Д.А. Иванов<sup>1</sup>, О.Н. Засухин<sup>2</sup>, А.П. Иванов<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.

<sup>3</sup>Балтийский государственный университет (БГТУ) «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,  
190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

В данной работе рассматривается влияние параметров и продолжительности обработки пульсирующим газовым потоком на упругие свойства стальных витых пружин.

*Ключевые слова:* пульсирующий газовый поток, упругие свойства, стальные витые пружины.

### GAS-PULSE THE WORKING OF THE STEEL WOUND SPRINGS

D.A.Ivanov, O.N.Zasuhin, A.P.Ivanov

*St. -Petersburg state university of economics (SPbGEU),  
191023, St. Petersburg, street Sadovaya, 21.*

*The Baltic state university (BGTU) "VOYENMEKH" of D.F. Ustinov  
190005, St. Petersburg, 1st Krasnoarmeyskaya St., 1*

The influence of parameters and duration of working by the pulsatory gas flow on the elastic properties of steel wound springs in this work is examined.

*Keywords:* the pulsatory gas flow, elastic properties, steel wound springs.

Широкое применение в конструкции транспортных средств, технологических машин, оборудования бытового и жилищно-коммунального назначения нашли пружины, изготовленные из патентованной холодноотянутой проволоки диаметром 0,15 ÷ 6 мм, материалом для которой служат высокоуглеродистые стали 65, 65Г, 70, У8, У10. Пружины после холодной навивки подвергаются отпуску 210-320 °С, для снятия остаточных напряжений, повышения предела упругости и релаксационной стойкости.

В упруго нагруженных пружинах с течением времени могут протекать релаксационные процессы, сопровождающиеся переходом упругой деформации в пластическую, что обусловлено постепенным перемещением дислокаций за счет поперечного скольжения и ползания.

Пружины должны обладать высоким сопротивлением релаксации напряжений и не приобретать остаточную деформацию при длительном упругом нагружении.

Актуальной является задача повышения упругих свойств стальных витых пружин.

Перед исследованием была поставлена задача повысить упругие свойства стальных

витых пружин, используя воздействие пульсирующего газового потока (газоимпульсную обработку), описанную в источниках [1-10], расширив, тем самым, номенклатуру обрабатываемых изделий.

При взаимодействии пульсирующего газового потока с преградой, в последней могут возникать и распространяться механические волны, под которыми понимается процесс распространения колебаний в упругой среде, сопровождающийся передачей энергии от одной точки среды к другой.

Для распространения волнового фронта справедлив принцип Гюйгенса, в соответствии с которым каждая точка, до которой доходит волновое возбуждение, является в свою очередь центром вторичных волн. Поверхность, огибающая в некоторый момент времени эти вторичные волны, указывает положение фронта действительно распространяющейся к данному моменту волны.

В твердых телах упругие силы возникают как при сжатии-растяжении так и при сдвиге, благодаря чему в них возможно распространение как продольных, так и поперечных волн.

<sup>1</sup>Иванов Денис Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры "Техническая механика" СПбГЭУ, моб.: +79817640822, e-mail: tm\_06@mail.ru;

<sup>2</sup>Засухин Отто Николаевич – заведующий лабораторией газодинамики БГТУ "ВОЕНМЕХ", моб.: +79516484544, e-mail: kotdep@bstu.spb.su;

<sup>3</sup>Иванов Анатолий Петрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры "Технология конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники" БГТУ "ВОЕНМЕХ", моб.: +79117033527, e-mail: tm\_06@mail.ru.

Как в поперечной, так и в продольной волнах каждая точка среды колеблется около своего положения равновесия и смещается из этого положения не более чем на амплитуду, при этом состояние деформации среды передается от одной точки среды к другой.

Энергия волны в упругой среде состоит из кинетической энергии совершающих колебания частиц и из потенциальной энергии упругой деформации среды.

Поглощение колебаний, связанное, в большинстве случаев увеличивается пропорционально квадрату частоты. Таким образом, высокочастотные колебания поглощаются существенно интенсивнее, в сравнении с обладающими низкой частотой. Механизм поглощения колебаний вследствие теплопроводности и вязкости, наблюдающийся для газов и жидкостей, характерен и для твердых тел. Вместе с тем в твердых телах к нему добавляются новые механизмы поглощения. Они связаны с дефектами структуры твердых тел. Благодаря тому, что поликристаллические твердые материалы состоят из большого числа мелких кристаллитов (зёрен), при прохождении механической волны в них возникают деформации, приводящие к поглощению энергии. Колебания рассеиваются и на границах кристаллитов.

Кроме того, в металлических материалах наблюдаются несовершенства строения, такие, как дислокации, представляющие собой линейные дефекты – локализованные искажения кристаллической решетки, вызывающие нарушения согласования атомных плоскостей. Эти дефекты также способствуют поглощению колебаний.

Плотность дислокаций определяет механические свойства металлического материала, а стало быть, и изделия из него.

Воздействуя на дислокационную структуру, механические волны, генерируемые пульсациями газового потока, способны оказывать влияние на конструктивную прочность металлических материалов.

Исследования осуществлялись при помощи газоструйного генератора типа свистка Гавро с цилиндрическим резонатором, на дне которого для подачи сжатого воздуха соосно с резонатором закреплен газоход. Противоположный торец газохода с помощью плоской круглой крышки образует щелевое кольцевое сопло, ширина которого регулируется сменными втулками. Накладная гайка фиксирует положение сменного кольцевого ножа, имеющего клиновидный профиль с острием направленным в сторону щелевого сопла. Такое устройство генератора позволяло варьировать удаление клиновидного ножа от среза сопла, ширину щели соп-

ла и взаимное положение ножа относительно кромок сопла. Веерная струя, натекая на кольцевой нож, создает условия для возбуждения режимов нестационарного наполнения и опорожнения резонатора, что, в свою очередь, вызывает колебательное движение веерной струи [5]. Резонатор располагался вертикально и сверху на него монтировалась, при помощи резьбового соединения, цилиндрическая успокоительная камера, призванная обеспечить равномерное распределение скорости газового потока по всему поперечному сечению.

Решение поставленной задачи достигается тем, что готовую стальную витую пружину растяжения или сжатия в упруго нагруженном состоянии существенно ниже значения предела упругости размещают на выходе из успокоительной камеры установки, создающей пульсирующий воздушный поток (рис. 1) и подвергают воздействию пульсирующего дозвукового воздушного потока, имеющего частоту порядка 2600 Гц и звуковое давление около 130 дБ при комнатной температуре.



Рисунок 1 – Упругоизогнутая стальная витая пружина размещена на выходе из успокоительной камеры установки

Так, стальные витые пружины растяжения и сжатия из сталей 70 и 65Г, упруго нагруженные существенно ниже значения предела упругости для лучшей релаксации остаточных напряжений, размещали на выходе из резонатора установки, создающей пульсирующий воздушный поток, при этом пружины были расположены поперёк потока.

Затем их подвергали воздействию пульсирующего дозвукового воздушного потока, имеющего частоту порядка 2600 Гц и звуковое давление около 130 дБ при комнатной температуре продолжительностью 10÷15 минут.

Сравнительные исследования, в ходе которых как подвергнутые воздействию пуль-

сирующего дозвукового воздушного потока, так и не подвергавшиеся подобной обработке пружины в течение более чем трёх недель находились в упруго нагруженном состоянии, показали, что в результате обработки по заявляемому способу увеличение релаксационной стойкости пружин сжатия составило до 20%, а пружин растяжения – до 50%.

Исследовалось влияние газоимпульсной обработки на релаксационную стойкость торсионных пружин.

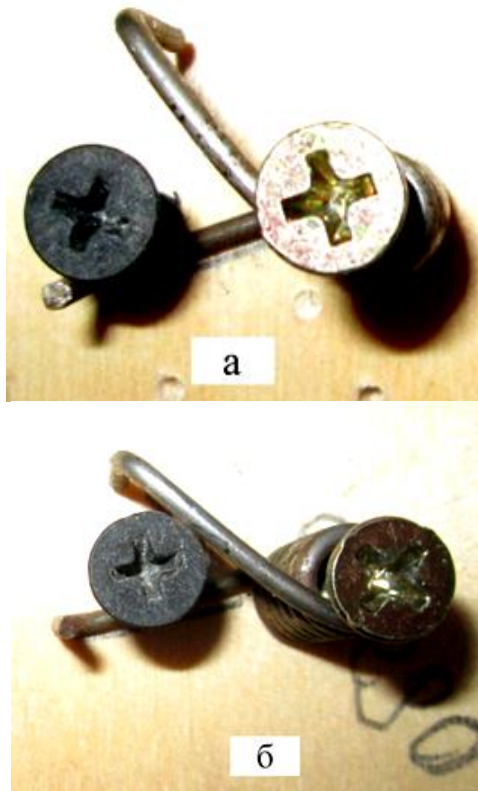


Рисунок 2 – Торсионные пружины из стали 70 после пребывания в упруго нагруженном состоянии продолжительностью 28 дней: а – без обработки, б – после обработки пульсирующим дозвуковым воздушным потоком в течение 15 мин

Торсионные витые пружины из стали 70 имели первоначальный угол  $49^\circ$ . Обработка пульсирующим дозвуковым воздушным потоком осуществлялась в течение 15 мин. При этом пульсирующий воздушный поток также обладал частотой около 130 дБ частоту также порядка 2600 Гц и звуковое давление до 130 дБ. Направление обдува было перпендикулярно плоскости изгиба пружины в процессе её эксплуатации. В результате последующей упругой деформации до угла  $90^\circ$  в течение 4 недель, после снятия нагрузки у необработанной торсионной пружины угол изгиба составил  $72^\circ$ , у обработанной –  $58^\circ$  (рис. 2), т.е. остаточная деформация необработанной пружины –  $23^\circ$ , а у обработанной –  $9^\circ$  (в 2,6 раза меньше).

Влияние пульсирующего дозвукового воздушного потока на релаксационную стойкость стальных витых пружин представлена в таблице 1 и на гистограмме рис. 3.

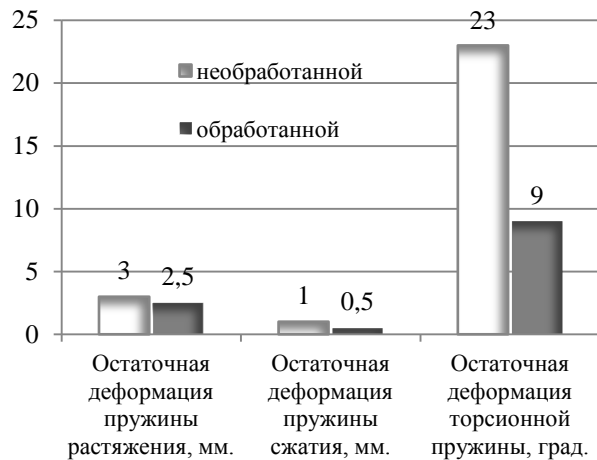


Рисунок 3 – Остаточная деформация необработанных и обработанных стальных витых пружин. В процессе газоимпульсной обработки пружины размещались на выходе из успокоительной камеры

Воздействие пульсирующего дозвукового воздушного потока способствует релаксации остаточных напряжений в пружинах а также оказывает благоприятное для упругих свойств воздействие на подвижность дислокаций.

Процесс повышения упругих свойств стальных витых пружин, а также уменьшения остаточных растягивающих напряжений на поверхности металлических изделий можно интенсифицировать, путём увеличения скорости натекающего на изделие газового потока без существенного изменения амплитудно-частотных характеристик. В ходе исследования было изменено расположение обдуваемой пружины растяжения, ранее размещавшейся на выходе из успокоительной камеры установки, с помещением её на кольцевое щелевое сопло вблизи расщепителя веерной струи (рис. 4), в результате получив не менее чем трёхкратное увеличение скорости воздушного потока, натекающего на изделие.

В результате продолжительность газоимпульсной обработки, необходимой для повышения упругих свойств пружинного изделия уменьшилась с 10-15, до 5 мин. (табл. 2 гистограмма рис. 5).

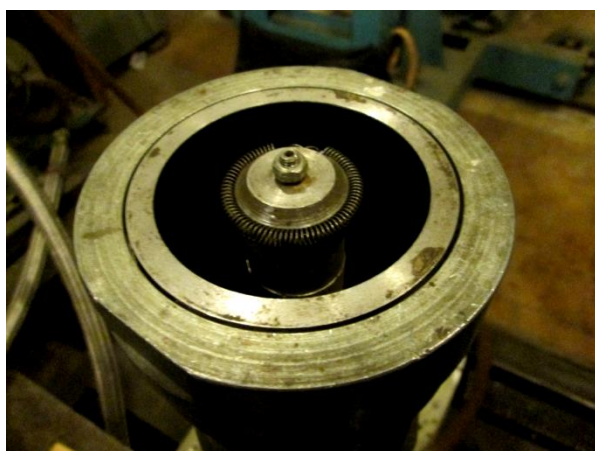
При данном расположении, на пружину оказывают воздействие воздушные импульсы, отраженные от расщепителя.

Поскольку менялось лишь место размещения обрабатываемого изделия, амплитуд-

но-частотные характеристики пульсирующего воздушного потока близки (рис. 6).



а)



б)

Рисунок 4 – Расположение пружины в кольцевом сопле: а) кольцевое щелевое сопло 1, нож (рассекатель струи) 2, б) стальная витая пружина размещена на кольцевом щелевом сопле

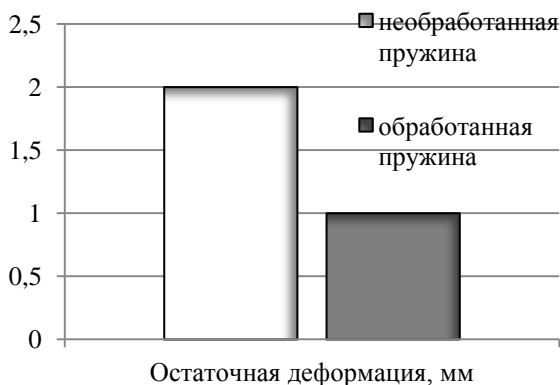
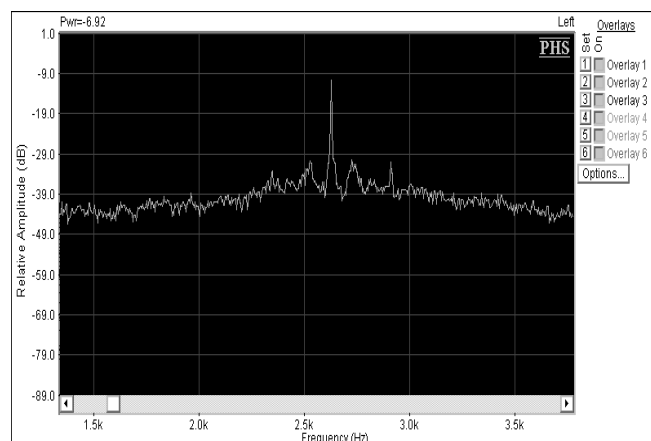


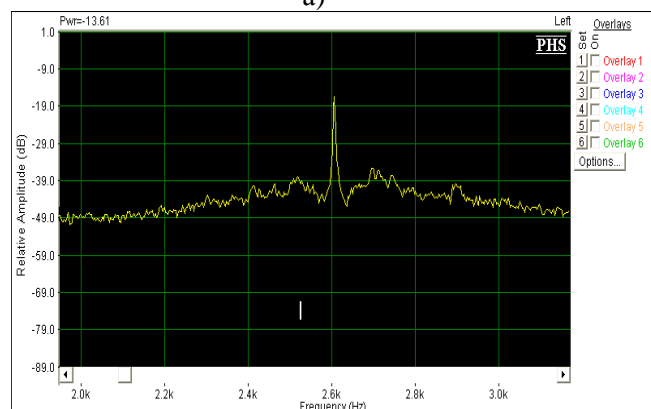
Рисунок 5 – Остаточная деформация необработанной и обработанной пульсирующим газовым потоком пружины растяжения из стали 70 после 3 недель в растянутом состоянии. При газоимпульсной обработке пружина размещалась на кольцевом щелевом сопле

С целью подтверждения того, что процесс уменьшения остаточных растягивающих напряжений на поверхности металлических изделий можно интенсифицировать за счёт увеличения скорости натекающего на изделие газового потока без существенного изменения амплитудно-частотных характеристик, было осуществлено дополнительное исследование. В его ходе также изменялось расположение обдуваемого изделия, ранее размещавшегося на выходе из успокоительной камеры установки, с помещением его вблизи рассекателя веерной струи, в результате получив не менее чем трёхкратное увеличение скорости воздушного потока, натекающего на изделие. В результате продолжительность газоимпульсной обработки, необходимой для снятия остаточных растягивающих напряжений на поверхности металлических кольцевых и трубных изделий уменьшилась с 10-15, до 5 минут.

Так, в частности, над рассекателем веерной струи было размещено тонкостенное шовное кольцо (толщина стенки 0,3 мм) наружным диаметром 65 мм и высотой 35 мм.



а)



б)

Рисунок 6 – Амплитудно-частотные характеристики пульсирующего газового потока: а – изделие размещено на выходе из успокоительной камеры; б - изделие размещено на кольцевом щелевом сопле вблизи рассекателя

Обдув осуществлялся при частоте порядка 2100 герц, звуковом давлении около 125 дБ и скорости воздушного потока до 75÷80 м/с, что втрое выше скорости на выходе из успокоительной камеры, где прежде размещались при обработке подобные изделия. В результате, растягивающие тангенциальные остаточные напряжения, составлявшие 340 МПа, за 5 минут газоимпульсной обработки снизились на 67%.

Полученные данные свидетельствуют о ведущей роли газовых импульсов в воздействии нестационарных течений на напряженное состояние, структуру и свойства металлических изделий и резерве для повышения эффективности и сокращения продолжительности газоимпульсной обработки за счёт повышения скорости натекающего на изделие пульсирующего газового потока.

**Таблица 1 – Влияние пульсирующего дозвукового воздушного потока на релаксационную стойкость витых пружин**

Вид пружины	Материал пружины	Остаточная деформация необработанной пружины	Остаточная деформация обработанной пружины
Растяжения	Сталь 65Г	3 мм	2,5 мм
Сжатия	Сталь 70	1 мм	0,5 мм
Торсионная	Сталь 70	23°	9°

**Таблица 2 – Влияние пульсирующего дозвукового воздушного потока на релаксационную стойкость пружины, обработанной пульсирующим газовым потоком по интенсивной технологии**

Вид пружины	Материал пружины	Остаточная деформация необработанной пружины	Остаточная деформация обработанной пружины
Растяжения	Сталь 70	2 мм	1 мм

Воздействие пульсирующего дозвукового воздушного потока способствует снятию нежелательных остаточных напряжений в пружинах а также оказывает благоприятное для упругих свойств воздействие на подвижность дислокаций.

Таким образом, в результате исследования был получен технический результат, а именно: повышение упругие свойства стальных витых пружин.

### Литература

1. Иванов Д.А. Влияние дозвукового пульсирующего водовоздушного потока на напряженное состояние сталей при термообработке // Технико-технологические проблемы сервиса. – СПб., 2007, №1, с. 97-100.
2. Иванов Д.А. Закалка сталей, алюминиевых и титановых сплавов в пульсирующем дозвуковом водовоздушном потоке // Технико-технологические проблемы сервиса. – СПб., 2008, №2, с. 57-61.
3. Иванов Д.А. Прокаливаемость сталей при закалке в пульсирующем дозвуковом воздушном и водовоздушном потоке // Технико-технологические проблемы сервиса. – СПб., 2010, № 11, с. 50-53.
4. Иванов Д.А. Повышение конструктивной прочности металлических материалов путём их обработки нестационарными газовыми потоками без предварительного нагрева // Технико-технологические проблемы сервиса. – СПб., 2011, №4, с. 24-29.
5. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Использование газоимпульсной обработки в процессе термического упрочнения деталей бытовых машин // Технико-технологические проблемы сервиса. – СПб., 2012, № 4, с. 33-37.
6. Иванов Д.А., Васильева А.В. Струйные технологии в машиностроении. Монография. – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. – 147 с.
7. Воробьева Г.А., Иванов Д.А., Сизов А.М. Упрочнение легированных сталей термоимпульсной обработкой // Технология металлов. – М., 1998, №2, с. 6-8.
8. Иванов Д.А. Повышение конструктивной прочности машиностроительных сталей путем импульсного воздействия при отпускном охлаждении // Двигателестроение. – СПб., 2005, № 4, с. 30-32.
9. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Газоимпульсная обработка машиностроительных материалов без предварительного нагрева // Двигателестроение. – СПб., 2010, №2, с. 20-22.
10. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Повышение конструктивной прочности машиностроительных материалов в результате сочетания термической и газоимпульсной обработки // Двигателестроение. – СПб., 2012, №3, с. 12-15.



## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ НА ОПТИЧЕСКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ

О.В. Маковецкая-Абрамова<sup>1</sup>, А.В. Хлопова<sup>2</sup>, В.А. Маковецкий<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21;

<sup>3</sup>Владимирский государственный университет (ВГУ), 600000, Владимир, ул. Горького, 87.

Методом лазерной интерферометрии исследуется распределение напряжений, как в моделях, так и натуральных деталях коленчатого вала ДВС, при воздействии инерциальных сил, а так же при запрессовке шатунного пальца. Оценка напряженного состояния проводится также методом компьютерного моделирования в среде Simulation CAIP SolidWorks.

*Ключевые слова:* компьютерное моделирование, напряжение, фотоупругость, маховик, лазер, коленчатый вал.

### COMPUTER MODELING OF THE STRESS-STRAIN STATE OF PARTS OF THE CRANKSHAFT TO EVALUATE THE RESULTS OF LASER INTERFEROMETRY OPTICALLY SENSITIVE MODELS.

O.V. Makovetskaya-Abramova, A.V. Hlopova, V.A. Makovetsky  
St. -Petersburg state university of economics (SPbGEU),  
191023, St. Petersburg, street Sadovaya, 21.

*The Vladimirskiy state university, 600000, Vladimir, street Gorkogo, 87*

By laser interferometry study the distribution of stress, as in the models, as well as natural parts of the crankshaft engine, under the influence of inertial forces, as well as the pressing rod pin. Modern evaluation carried out by computer simulation in SolidWorks Simulation.

*Keywords:* computer modeling, stress photoelasticity, flywheel, laser crankshaft.

Данная работа является продолжением работы [1]. В работе исследуется напряженное состояние одной из наиболее нагруженных деталей мотоциклетного двигателя – цапфы. Как наиболее массивная деталь, монтируемая на вращающемся вале, цапфа выполняет роль маховика – гасителя вибрационных колебаний [2]. Основные нагрузки, действующие на цапфу – это переменные усилия от давления газов в цилиндре и инерционные силы, достигающие разрушающих значений при высоких оборотах коленчатого вала (до 5600 об/мин). Значимыми нагрузками являются также монтажные контактные напряжения, возникающие при сборке коленчатого вала методом холодной запрессовки пальцев в цапфу с натягом до 0,23 мм.

Как известно [3] из теории механизмов и машин, вращающийся маховик является накопителем энергии, которая перераспределя-

ется между деталями кривошипно-шатунного механизма (КШМ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Так как КШМ ДВС состоит из шатуна, кривошипа и ползуна, собственные оси вращения которых всегда отстоят на значительные расстояния от оси коленчатого вала, то при отсутствии маховика (цапфы) неуравновешенность этих деталей может привести к возникновению запредельных нагрузок и к разрушению двигателя в целом. Сложная конфигурация цапфы (ребра жесткости, два резьбовых отверстия М6 для крепления маслоуловителя, центральное отверстие и т.д.) приводят к появлению концентраторов напряжений, что не позволяет применить упрощенную теорию для расчета цапфы на прочность. Поэтому в данной работе, был использован, так называемый центробежный метод замораживания напряжений в объемной модели.

<sup>1</sup> Маковецкая-Абрамова Ольга Валентиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры "Технология обслуживания транспортных средств" СПбГЭУ, моб.: +79215569306, e-mail: abramova19701970@mail.ru;

<sup>2</sup> Хлопова Антонина Валентиновна – аспирант кафедры "Машины и оборудование жилищно-коммунального назначения" СПбГЭУ, моб.: +79215569537;

<sup>3</sup> Маковецкий Валентин Архипович – кандидат технических наук, доцент кафедры Физика и прикладная математика ВГУ, тел.+79209008050.

На рис. 1а), б) приведены изохромы в цапфе в поперечном сечении. Суть этого метода состоит в том, что модель реального коленчатого вала изготавливается геометрически подобной натуре из оптически активного материала ЭД-6М. Далее модель прокручивалась в термостате, где инерциальные нагрузки на цапфу замораживаются (рис.2).

На рис. 2а), б) показаны изохромы осевого сечения модели цапфы. Анализ этих картин позволяет выявить опасные области, где следует ожидать разрушения цапфы. Это, прежде всего, области, расположенные непосредственно вблизи резьбовых отверстий М6. Также контактные напряжения в пальце и концентрация напряжений в области центральной оси цапфы являются значительными и могут быть опасными для данной детали двигателя М 62.

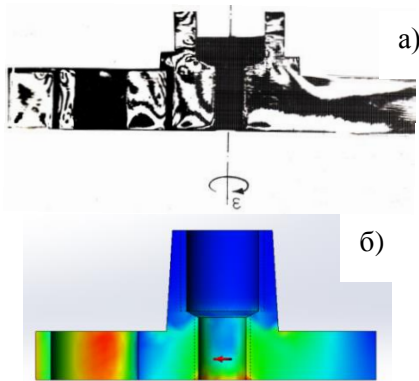


Рисунок 1 – Напряженное состояние в поперечном сечении цапфы: а) – изохромы поперечного сечения цапфы полученные методом фотоупругости; б) – распределение напряжений смоделированное в компьютерной среде Simulation CAEP SolidWorks

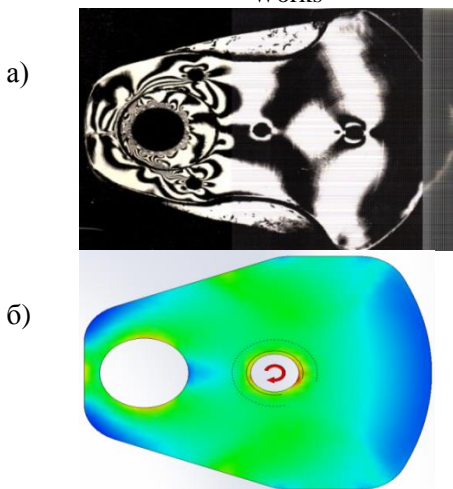


Рисунок 2 – Напряженное состояние в осевом сечении цапфы: а) – изохромы, полученные методом фотоупругости; б) – картина интенсивностей напряжений, полученных в компьютерной среде Simulation CAEP SolidWorks

Результаты исследования напряженного состояния цапфы в произведенного в расчетной среде Simulation CAEP SolidWorks, представлены на рис. 1б), 2б).

Для проведения экспериментов на реальных деталях коленчатого вала был спроектирован и изготовлен голографический стол. Интерферограммы на металлических изделиях получались методом двух экспозиций [5] по схеме Лейта-Упайткниса.

Картина интерферограмм реальной цапфы полученная методом фотоупругости представлена на рис.3.

На рис.4 представлены результаты исследования цапфы на напряжение, перемещение и деформацию в компьютерной среде Simulation CAEP SolidWorks .



Рисунок 3 – Картина интерферограмм в реальной цапфе

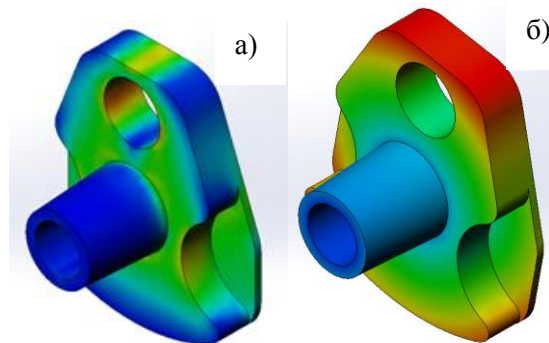


Рисунок 4 – Напряженно-деформированное состояние цапфы: а) – интенсивности напряжений (по Мизесу) в диапазоне  $169,6 \div 83194,5$  Па; б) – перемещения в диапазоне  $0,3 \div 2,5$  мм

### Выводы

1. Проведено сравнение результатов исследования напряженного состояния цапфы методом "центробежного замораживания" картин фотоупругости и компьютерного моделирования в среде Simulation CAEP SolidWorks.

2. Определен коэффициент концентрации напряжений около резьбового отверстия М6 крепления маслоуловителя, равный величине  $K=3$ .

## Литература

1. Маковецкая-Абрамова О.В., Хлопова А.В., Маковецкий В.А. Исследование напряженных состояний и износа в кривошипе двигателя М 62 методом фотоупругости // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2013. -№1(23). –с. 19-22
2. Маковецкий В.А., Жиргалов В.Ф., Кошелев И.М., Молчанов Ю.Н. Напряжение в цапфе коленчатого вала мотоциклетного двигателя//Сб. научных

- трудов "Вопросы прочности и динамики конструкций"/ Челябинск. -1971. -№92. –с.45-48.
3. Лепеш Г.В. Динамика и прочность осесимметрических и вращающихся изделий: монография.- СПб.: Изд-во СПбГУСЭ. - 2010 .-с. 7-20.
4. Тараторин Б.И. Моделирование напряжений в конструкциях ядерных реакторов / М.: Атомиздат, - 1973
5. Островский Ю.И. Голография/ М.: изд-во Наука, 1970. -136 с.

УДК 539.319 : 629.5

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕМОНТ КОРПУСОВ МОРСКИХ СУДОВ

Н.Л. Великанов<sup>1</sup>, С.И. Корягин<sup>2</sup>

*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. И.Канта),  
236041, г. Калининград, ул. А.Невского, 14*

Рассмотрены проблемы оценки технического состояния и ремонта корпуса стальных судов со сверхнормативными сроками эксплуатации, занимающихся ловом, транспортировкой рыбы и морепродуктов.

*Ключевые слова:* техническое состояние, ремонт, морские суда, износ, повреждение, остаточные напряжения

## ESTIMATION OF THE TECHNICAL CONDITION AND REPAIR OF HULLS OF SEA-GOING SHIPS

N.L. Velikanov, S.I. Korjagin

*Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU),  
236041, Kaliningrad, street A.Nevskogo, 14*

Problems of an estimation of a technical condition and repair of hull of steel courts with service life of the operation above permitted standard, engaged in fishing, transportation of fish and seafood are considered.

*Keywords:* technical condition, repair, sea-going ships, tear and wear, damage, locked-up stresses

В качестве возможных причин, вызывавших повышенные износы и повреждения корпуса судна, могут быть следующие: ошибки проектирования; внутренние дефекты материала и нестабильное качество механических свойств и состава стали; технологические ошибки и низкое качество изготовления конструкции; электрохимическая коррозия при стоянке в порту; непредусмотренные случаи режимов эксплуатации и загрузки судна; отсутствие или плохая защита от коррозии; аварии (столкновения, посадка на мель, навалы) [1-7].

Объем и конструктивные решения по ремонту элементов корпуса судна зависят от

его возраста, технического состояния корпуса, оснащенности ремонтной организации, а также намерений судовладельца в отношении продолжительности последующей эксплуатации судна.

Метод ремонта в каждом конкретном случае определяется владельцем судна и подлежит предварительному согласованию с Регистром.

Все работы, связанные с ремонтом корпуса, должны проводиться под техническим наблюдением Регистра [1,2].

Для восстановления прочности изношенных корпусных конструкций наиболее часто применяют ремонт методом замены [6,7].

<sup>1</sup>Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии транспортных процессов и сервиса, БФУ им. И.Канта, тел.: 8 (4012) 33-82-84, e-mail: [monolit8@yandex.ru](mailto:monolit8@yandex.ru);

<sup>2</sup>Корягин Сергей Иванович- доктор технических наук, профессор, директор института транспорта и технического сервиса, БФУ им. И.Канта, тел.: 8 (4012) 33-82-84, e-mail: [SKoryagin@kantiana.ru](mailto:SKoryagin@kantiana.ru).

Размеры элементов связей назначаются на основе расчетного возраста судна  $T_0$  (годы), определяемого по формуле:

$$T_0 = 2 T_{3M} - T + T_{п}, \quad (1)$$

где:  $T_{3M}$  – возраст судна в момент замены связи, годы;  $T$  – возраст судна в конце заданного срока эксплуатации, но не более  $2 T_{3M}$ , годы;  $T_{п}$  – обоснованный достоверным прогнозом возможный срок эксплуатации связи без ее замены после возраста судна  $T_{3M}$ , годы. Прогноз выполняется на основе действующих нормативных документов [1,2,6]. Допускается использование согласованных с Российским морским регистром судоходства методик, учитывающих применяемые способы уменьшения скорости коррозии металлов (лакокрасочные покрытия, покрытия из стеклопластика, ингибиторы). Если выполнение достоверного прогноза не возможно, величина  $T_{п}$  принимается равной нулю.

Толщина заменяемых листов, поясков и стенок балок рамного набора  $S_{3M}$ , момент сопротивления сечения заменяемых балок обыкновенного набора  $W_{3M}$  должны приниматься равными таковым для судна возраста  $T_0$ .

При этом, если замена связи в возрасте судна от  $T_0$  до  $T_{3M}$  не производилась, то толщины  $S_{3M}$  момент сопротивления  $W_{3M}$  обеспечивают безремонтную эксплуатацию связей на весь заданный срок продления службы судна (рис. 1). Если замена связи в возрасте судна от  $T_0$  до  $T_{3M}$  производилась, то на заданный срок продления службы судна необходимо запланировать технические мероприятия, учитывая характер износа связи в возрасте судна от  $T_0$  до  $T_{3M}$  (рис. 2).

Допускается вместо  $T_0$  принимать, в качестве расчетного ближайший до  $T_0$  возраст судна, при котором производилась замена связи или ее дефектация.

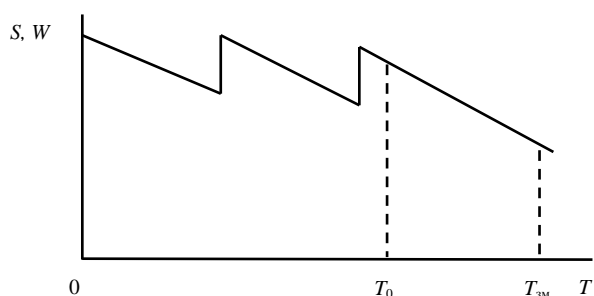


Рисунок 1 – Условная схема изменения размеров связей без замены связи

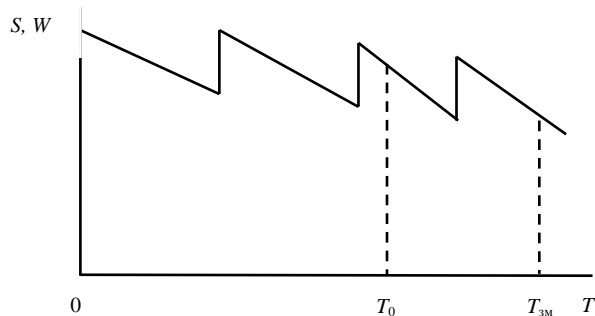


Рисунок 2 – Условная схема изменения размеров связей с заменой связи

Пример назначения размеров связей на основе расчетного возраста судна.

На судне возраста  $T_{3M} = 24$  (годы) необходимо произвести замену настила главной палубы, имеющего среднюю остаточную толщину  $S_{им} = 4,3$  мм.

Предполагается дальнейшая эксплуатация судна до возраста  $T = 30$  (годы). Обоснованный достоверным прогнозом возможный срок эксплуатации связи без ее замены после возраста судна  $T_{3M}$  отсутствует. Тогда в формуле (1)  $T_{п} = 0$ .

По формуле (1) определяем расчетный возраст судна  $T_0$ :

$$T_0 = 2 T_{3M} - T + T_{п} = 2 \cdot 24 - 30 + 0 = 18 \text{ (годы)}.$$

Данные о толщине листов в возрасте судна 18 лет отсутствуют.

На четырнадцатом году эксплуатации судна при его дефектации за мерами была установлена средняя остаточная толщина настила главной палубы, равная  $S = 5,0$  мм. В возрасте судна 16 лет настил главной палубы был отремонтирован методом замены с установкой листов толщиной 8,0 мм.

В качестве расчетного возраста принимаем возраст ближайшего до  $T_0$  ремонта, то есть 16 лет. В интервале от 16 до 24 лет замена листов главной палубы не производилась (аналогично рис. 1).

Тогда, с целью продления срока эксплуатации настила главной палубы до 30 лет, необходимо при замене в возрасте судна  $T_{3M} = 24$  года установить толщину настила  $S_{3M} = 8,0$  мм.

Рассмотрим вопросы назначения размеров элементов изношенных настилов и листов обшивки при отсутствии износа набора, для конструкций, не участвующих в общем про-

дольном изгибе судна. Нормативные документы Российского морского регистра судоходства и соответствующие отраслевые методики допускают уменьшение момента сопротивления сечения балки набора на 30%

$$[W_1] = 0,70W_c,$$

где:  $[W_1]$  – допускаемый момент сопротивления сечения, требуемый Правилами Российского морского регистра судоходства;  $W_c$  – строительный момент сопротивления.

Профиль состоит из стенки 1, полки 2, присоединенного пояска 3. Присоединенный поясок представляет собой часть настила палубы или обшивки, ширина которого равна шпации набора. При незначительном износе стенки 1 и полки 2 необходимо найти минимально допустимое значение толщины присоединенного пояска  $S_1$ , при котором будет выполнено условие (2). После нахождения данного значения  $S_1$ , находится минимальная толщина настила или обшивки для соответствующего района по Правилам Российского морского регистра судоходства  $S_{\min}$ . Выбирается величина  $S_m$ , равная максимальному из значений  $S_{\min}$  и  $S_1$ .

Величина  $S_{zm}$  заменяется на величину:

$$S_{zm} + S_m - S_{им},$$

но не менее 3 мм, где  $S_{им}$  – толщина изношенной связи на момент времени  $T_{zm}$ .

Для повышения технической эффективности ремонта применяют метод создания предварительных напряжений в районе ремонта методом замены, после снятия которых обеспечивается максимальная техническая эффективность ремонта [6,7].

Основными факторами, определяющими техническую эффективность ремонта, являются напряжения от общего изгиба судна, существующие в корпусе до заварки ремонтного отверстия и реактивные сварочные напряжения.

К числу ремонтных отверстий относятся прямоугольные вырезы, размеры которых не превышают 0,25 основных размерений корпуса.

При больших размерах вырезов реактивные сварочные напряжения малы и поэтому следует стремиться к уменьшению предварительных напряжений от деформаций ремонтируемых конструкций корпуса в районе ремонта.

При определении оптимальных предварительных напряжений должны быть известны:  $2A$  – размер длинной стороны прямоугольного ремонтного выреза, м;  $2B$  – размер корот-

кой стороны прямоугольного ремонтного выреза, м;  $\Delta$  – поперечная усадка сварного шва, определяемая по соответствующим методикам, либо принимаемая равной значению средней усадки  $\Delta_{cp} = 0,1$  см;  $C = A/B$  – соотношение сторон ремонтного выреза. (2)

Если при приложении изгибающего момента к корпусу судна в районе ремонта возникает двухосное напряженное состояние, то должен быть вычислен коэффициент распора  $\beta = p_2/p_1$ , где:  $p_1$  – напряжения, действующие в направлении, перпендикулярном диаметральной плоскости;  $p_2$  – параллельно диаметральной плоскости.

При определении оптимальных предварительных напряжений для вырезов, расположенных вдоль диаметральной плоскости судна, необходимо пользоваться графиками, изображенными на рис. 3. Эти графики представляют собой зависимости оптимальных предварительных напряжений от соотношения сторон прямоугольного выреза с единичной малой стороной, расположенного вдоль диаметральной плоскости, при поперечной усадке сварного шва, равной ее среднему значению  $\Delta_{cp} = 0,1$  см.

Графики представлены для четырех значений коэффициента распора:  $\beta_i = 0; 0,1; 0,2; 0,3$ .

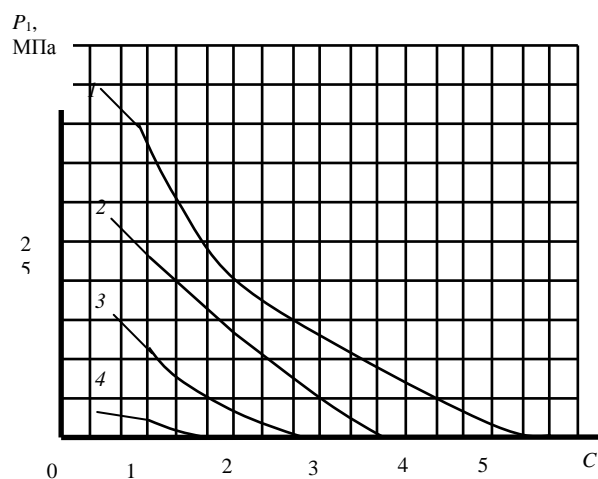


Рисунок 3 – Зависимости оптимальных предварительных напряжений от соотношения сторон прямоугольного выреза (малая сторона расположена вдоль диаметральной плоскости) (1 -  $\beta_i = 0$ ; 2 -  $\beta_i = 0,1$ ; 3 -  $\beta_i = 0,2$ ; 4 -  $\beta_i = 0,3$ ).

Если числовое значение  $\beta$  совпадает с одним из значений  $\beta_i$ , то с соответствующего

графика снимается ордината, соответствующая вычисленному значению  $C$ . Значение этой ординаты обозначено через  $\sigma$ .

Если вычисленное значение  $\beta$  не совпадает ни с одним из  $\beta_i$ , то для определения  $\sigma$  снимаются ординаты  $\sigma_1$  и с двух  $\sigma_2$  соседних графиков, соответствующих значениям  $\beta_i$ , равным  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , таких, что  $k_1 < \beta < k_2$ .

$$\sigma = \frac{(\beta - \beta_1)(\sigma_2 - \sigma_1)}{\beta_2 - \beta_1} + \sigma_1. \quad (3)$$

Оптимальные предварительные напряжения определяются через ординату  $\sigma$  по формуле:

$$p = \frac{\Delta B_0}{\Delta_{cp} B} \sigma. \quad (4)$$

Если поперечная усадка  $\Delta$  принята равной средней усадке  $\Delta_{cp}$ , то оптимальные предварительные напряжения могут быть определены по формуле:

$$p = \frac{\sigma B_0}{B}. \quad (5)$$

При определении оптимальных напряжений для вырезов, расположенных перпендикулярно диаметральной плоскости судна, необходимо пользоваться графиками, изображенными на рис. 4. Эти графики представляют собой зависимости оптимальных предварительных напряжений от соотношения сторон прямоугольного выреза с единичной малой стороной, расположенной перпендикулярно диаметральной плоскости, при поперечной усадке сварного шва, равной ее среднему значению  $\Delta_{cp} = 0,1$  см. Графики представлены для четырех значений коэффициента:  $\beta_i = 0; 0,1; 0,2; 0,3$ .

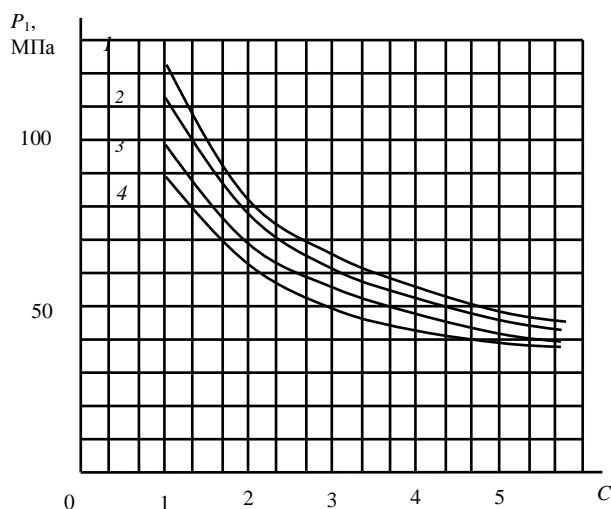


Рисунок 4 – Зависимости оптимальных предварительных напряжений от соотношения сторон прямоугольного выреза (малая сторона расположена перпендикулярно диаметральной плоскости) (1 –  $\beta_i = 0$ ; 2 –  $\beta_i = 0,1$ ; 3 –  $\beta_i = 0,2$ ; 4 –  $\beta_i = 0,3$ ).

Последовательность заварки отверстия следующая: сначала привариваются одна длинная сторона прямоугольного выреза, затем другая, после этого последовательно привариваются короткие стороны. Сварка производится об

Пример расчета оптимальных предварительных напряжений при ремонте методом замены.

При ремонте верхней палубы плавбазы необходимо заменить прямоугольный участок палубного перекрытия длиной 6 м и шириной 3 м. Ремонтное отверстие расположено параллельно диаметральной плоскости, а коэффициент распора бортов равен 0,05.

Последовательность расчета следующая.

Обозначаем заданные величины:  $A = 3$  м,  $B = 1,5$  м,  $C = A/B = 3/1,5 = 2$ ,  $\beta = 0,05$ . Принимаем  $\Delta = \Delta_{cp} = 0,1$  см.

По графику рис. 3 определяем:  $\beta_1 = 0$ ;  $\beta_2 = 0,1$ , и, соответственно;  $\sigma_1 = 20,5$ ;  $\sigma_2 = 11,2$ .

По формуле (3) получаем:  $\sigma = ((0,05 - 0)(11,2 - 20,5)) / (0,1 - 0) + 20,5 = 15,8$ .

Далее по формуле (5) находим  $p = 15,8 / 1,5 = 10,5$  МПа.

Таким образом, вырезку и заварку ремонтного отверстия в рассмотренном случае необходимо проводить, прикладывая в районе ремонта растягивающие напряжения, величиной  $p = 10,5$  МПа.

В качестве экспресс методов могут применяться: ремонт корпусных конструкций с применением армированных полимерных покрытий, с образованием трехслойных покрытий.

Применение армированного полимерного покрытия для восстановления местной прочности перекрытия и отдельных пластин допускается при обеспечении общей прочности корпуса.

Толщина покрытия, при которой обеспечено восстановление прочности перекрытий, определяется по формуле:

$$S_{пр} = (S_{зм} - S_{им}) \frac{E_m}{E_{пр}}, \quad (6)$$

где:  $E_m$  – модуль упругости материала листа;  $E_{пр}$  – модуль упругости покрытия с учетом армирования и связующего.

Ремонт с применением трехслойных конструкций возможен, если величина среднего износа перекрытий не превышает величину

среднего допустимого износа по действующим нормативным документам. Ремонту подлежат настилы палуб, платформ, крышки рубок; переборки, выгородки; стенки надстроек и рубок; комингсы дымовых труб с целью восстановления местной прочности.

Восстановление прочности конструкций, не имеющих сквозных трещин, осуществляется путем установки подкреплений или методом замены.

Вмятины и гофры в деформированной обшивке подкрепляются ребрами жесткости (с причерченными по форме деформированной поверхности промежуточным элементом, к которому привариваются ребра).

Деформированные стенки рамных балок подкрепляются с помощью бракет или ребер жесткости, установленных в районе максимума стрелки прогиба как перпендикулярно длинной стороне бухтины, так и вдоль нее.

При отклонении набора от первоначальной плоскости допускается подкрепление с помощью струн (полос, привариваемых поверх свободных поясков балок набора, перпендикулярно набору, или, при разновысоком наборе, совместно струн и ребер).

Конструкции, имеющие гофрировку подкрепляются приваренными ребрами жесткости вдоль балок набора или путем увеличения толщины набора.

Выбор способа предотвращения дальнейшего развития сквозной трещины, обнаруженной в плоском элементе конструкции корпуса судна производится на основе расчета [6].

Способы предотвращения развития трещины подразделяются на конструкционные и технологические. К конструкционным относятся: полное высверливание трещин, система разгружающих отверстий в кончике трещины, накладные листы. К технологическим – наплавка сварного шва, приварка ребер жесткости.

Трещины подразделяются по длине: короткие – до 30 мм, средние – от 30 мм до 100 мм, длинные – более 100 мм; по расположению: выходящие за кромку листа или контур отверстия и изолированные.

Основными способами являются конструкционные. Технологические способы – дополнительные.

Выбор расчетной схемы должен производиться в зависимости от длины трещины и ее расположения. При выборе способа руководствоваться следующей последовательностью: полное высверливание; засверловка одним отверстием; засверловка системой трех отверстий; засверловка с установкой накладных листов; комбинация конструкционных и технологических способов.

Каждому конструкционному способу соответствует только одна расчетная схема, представляющая из себя область плоской части элемента конструкции с трещиной.

Толщина ребер жесткости должна быть не менее толщины элемента с трещиной, а высота не менее десяти толщин.

Допускается установка цементных ящиков.

### Литература

1. Руководство по техническому наблюдению за судами в эксплуатации. - НД №2-030101-009.- Санкт-Петербург, -2014.
2. Руководство по техническому наблюдению за ремонтом морских судов. - НД №2-030101-021.- Санкт-Петербург, -2005.
3. Великанов Н.Л. Оценка прочности плоских элементов конструкций при заварке трещин. // Морской инженерный сервис, - М., Транспорт, -1991. № 2. - С. 73 - 78.
4. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Расчет параметров накладных листов металлоконструкций.// Вестник машиностроения, 2-012. - №12. – С. 13 - 15.
6. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Восстановление прочности изношенных и поврежденных конструкций корпуса судна: методические указания. - Калининград: Изд-во БФУ им. И Канта. 2013.-25 с.
7. Архангородский А. Г., Розендент Б. Я., Семенов Л. Н. Прочность и ремонт корпусов промысловых судов.-Л.: Судостроение, 1982.-272 с.



# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 648.23

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЕМКОСТИ АВТОБАЛАНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ВЫТЕСНЯЕМОЙ ЖИДКОСТЬЮ СТИРАЛЬНЫХ МАШИН

С.Н. Алехин<sup>1</sup>, Л.С. Желтушкин<sup>2</sup>, А.С. Алехин<sup>3</sup>

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета (ИСОиП (филиал) ДГТУ),  
346500, Шахты, ул. Шевченко, 147*

В работе приведены теоретические основы процесса перемещения внутренней емкости автобалансирующего устройства с вытесняемой жидкостью стиральных машин и процесса формирования уравнивающих масс. Разработана методика расчета основных параметров процесса перемещения внутренней емкости.

*Ключевые слова:* стиральная машина, центробежный отжим, вибрация, колебания, автобалансирующее устройство.

## RESEARCH OF PROCESS OF RELOCATION OF INTERNAL CAPACITY OF THE AUTOBALANCING DEVICE WITH THE FORCED-OUT LIQUID OF WASHING MACHINES

S. N. Alekhin, L.S. Zheltushkin, A.S. Alekhin  
*Institut service sector and enterprise (branch) of the Don State Technical University  
(ISOiP (branch) DGTU), 346500, Schachty, str. Shevchenko, 147*

Theoretical bases of process of conveyance of internal capacity of the autobalancing device with the forced-out liquid of washing machines and process of formation of the counterbalancing masses are given in work. The method of calculation of critical parameters of process of conveyance of internal capacity is developed.

*Keywords:* the washing machine, a centrifugal extraction, vibration, fluctuations, the autobalancing device.

Одним из наиболее перспективных способов снижения виброактивности стиральных машин с горизонтальной осью вращения является использование жидкостных автобалансирующих устройств (АБУ) пассивного типа. Обоснованность данного вывода связана, в первую очередь, с появлением новых схем и технологий использования свойств жидкостных АБУ, позволяющих при незначительных затратах на их модернизацию повысить эффективность борьбы с вибрацией в стиральных машинах при центробежном отжиме.

В настоящее время одними из таких перспективных АБУ являются устройства, в которых уравнивающие массы формируются за счёт рабочей жидкости, заполняющей без пустот межстенную герметичную полость и вытесняемую внутренней ёмкостью с упругими связями, к которой приложена центробежная сила от неуравновешенных масс текстильных изделий, в область противоположную направлению действия этой силы (так называемые, жидкостные АБУ с вытесняемой жидкостью) [1], [2].

<sup>1</sup>Алехин Сергей Николаевич – кандидат технических наук, профессор кафедры "Технические системы ЖКХ и сферы услуг" ИСОиП (филиал) ДГТУ, моб.: +7 903 402 91 70, e-mail: alex\_sn@mail.ru;

<sup>2</sup>Желтушкин Леонид Сергеевич – аспирант кафедры "Технические системы ЖКХ и сферы услуг" ИСОиП (филиал) ДГТУ, моб.: +7 906 618 54 00, e-mail: leonid.aspr@yandex.ru;

<sup>3</sup>Алехин Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры "Технические системы ЖКХ и сферы услуг" ИСОиП (филиал) ДГТУ, моб.: +7 960 46 45 955, e-mail: alekahlh@yandex.ru



Однако, жидкостные АБУ с таким принципом действия до настоящего времени не нашли широкого применения в стиральных машинах, что связано, главным образом, с практически отсутствием результатов научных исследований данных устройств и обоснованных рекомендаций по выбору их рациональных параметров, обеспечивающих эффективность снижения виброактивности при отжиме.

Для решения поставленных задач проведем анализ процесса перемещения внутренней ёмкости АБУ при действии на нее неуравновешенной силы  $F_{ц.б.}$ . На рис. 1 показана схема смещения внутренней ёмкости при силовом воздействии на неё центробежной силы  $F_{ц.б.}$  вдоль оси OZ от неуравновешенных масс текстильных изделий (белья)  $m_б$  в период центробежного отжима.

В результате действия на внутреннюю ёмкость силы  $F_{ц.б.} = m_б \omega_B^2 r_{e.б.}$ , где  $m_б$  – масса текстильных изделий (белья), кг;  $\omega_B$  – частота вращения барабана при отжиме, рад/с;  $r_{e.б.}$  – эксцентриситет неуравновешенных масс текстильных изделий, м, происходит её смещение относительно оси вращения барабана на величину  $\Delta l$ , что приводит к формированию дополнительной неуравновешенной силы  $F_{ц.б.}$ :

$$F_{ц.б.} = m_б \omega_B^2 \Delta l, \quad (1)$$

где  $m_б$  – масса внутренней ёмкости, кг;  $\Delta l$  – смещение внутренней ёмкости под действием силы  $F_{ц.б.}$  вдоль оси OZ (другими словами, эксцентриситет массы внутренней ёмкости относительно оси вращения барабана), м.

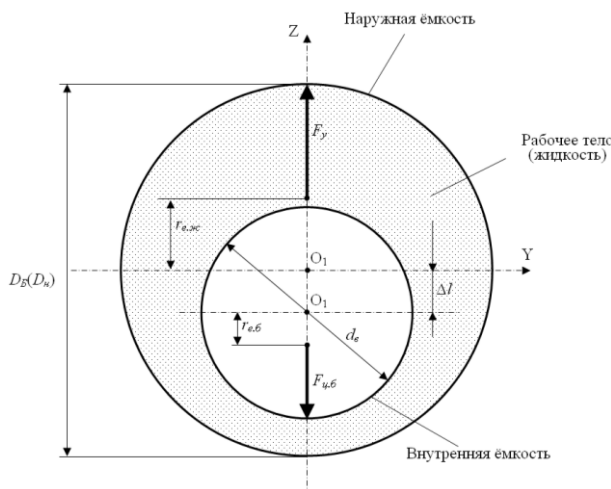


Рисунок 1 – Схема смещения внутренней

ёмкости:  $D_B(D_{н.е.})$  – диаметр барабана (диаметр наружной ёмкости),  $d_{в.е.}$  – диаметр внутренней ёмкости;  $r_{e.ж.}$  – эксцентриситет центра масс кольца рабочей жидкости;  $\Delta l$  – силовое смещение внутренней ёмкости;  $F_y$  – внешнее силовое воздействие в виде центробежной силы от неуравновешенных масс текстильных изделий (белья)  $m_б$  в период центробежного отжима;  $F_y$  – уравновешивающая сила

При этом эксцентриситет  $r_{e.б.}$  центра масс отжимаемых текстильных изделий увеличивается на величину  $\Delta l$ . Тогда центробежная сила  $F_{ц.б.}$  от неуравновешенных масс отжимаемых текстильных изделий с учётом эксцентриситета ( $r_{e.б.} + \Delta l$ ) будет определяться зависимостью:

$$F_{ц.б.} = m_б \omega_B^2 (r_{e.б.} + \Delta l). \quad (2)$$

Таким образом, при смещении внутренней ёмкости формируется суммарное усилие (центробежная сила  $F_y$  от неуравновешенных масс барабана)  $F_y = F_{ц.б.} + F_{ц.б.}$ , направленное вдоль линии действия центробежной силы  $F_{ц.б.}$  и воздействующее таким образом через упругие элементы АБУ на её внешний каркас и, соответственно, на подвесную часть стиральной машины в виде динамической нагрузки:

$$F_y = \omega_B^2 [m_б \Delta l + m_б (r_{e.б.} + \Delta l)], \quad (3)$$

или

$$F_y = \omega_B^2 [m_б r_{e.б.} + (m_б + m_б) \Delta l]. \quad (4)$$

Силовому воздействию силы  $F_y$  на внутреннюю ёмкость оказывает упругое сопротивление со стороны упругих элементов АБУ в виде силы  $F_{yn}$ :

$$F_{yn} = \Delta l \cdot c, \quad (5)$$

где  $c$  – жёсткость упругих элементов АБУ в направлении действия силы  $F_{ц.б.}$  вдоль оси OZ, Н/м.

Так как в рассматриваемой системе выполняется условие:

$$F_y = F_{yn}, \quad (6)$$

то в соответствии с (4) и (5) будем иметь:

$$\omega_B^2 [m_б r_{e.б.} + (m_б + m_б) \Delta l] = \Delta l \cdot \tilde{n}. \quad (7)$$

Откуда перемещение внутренней ёмкости при воздействии на неё силы  $F_y$  будет определяться зависимостью:

$$\Delta l = \frac{m_б r_{e.б.} \omega_B^2}{c - (m_б + m_б) \omega_B^2}. \quad (8)$$

Полученная формула (8) соответствует тем решениям, которые ранее были получены при рассмотрении задач подобного типа. В частности в книге [3] приводится аналогичное решение при рассмотрении движения тела с упругой связью вдоль стержня, вращающегося вокруг оси.

Отметим, что функция (8) имеет смысл при  $c - (m_б + m_б) \omega_B^2 > 0$ . То есть, система упругих элементов АБУ будет адекватно реагировать на входное силовое воздействие и выполнять свои функции при условии:

$$c > (m_б + m_б) \omega_B^2, \quad (9)$$

где, обозначив неуравновешенную массу  $(m_б + m_б)$  вращающегося барабана через  $m_б$ , получим:

$$c > (m_b \omega_b^2). \tag{10}$$

Определим возможные диапазоны жёсткости  $c$  упругих элементов АБУ. Зададимся значениями входящих в правую часть неравенства (9) параметров. Значения загрузки машины примем исходя из наиболее применяемых величин:  $m_0=5...6$  кг (в соответствии с конструктивными особенностями стиральных машин). Текущие значения массы отжимаемых текстильных изделий  $m_b$  и эксцентриситет  $r_{e,b}$ , изменяющихся в течение процесса центробежного отжима, будем определять в соответствии с методикой, приведённой в диссертации Фети-

сова И.В. [4]. Для этого примем частоту вращения барабана при установившемся процессе отжима  $n_{буст}=1000$  мин<sup>-1</sup> ( $\omega_{буст}=104,72$  рад/с). Масса  $m_0$  внутренней ёмкости (в машинах без АБУ – барабана  $m_b$ ) обычно находится в пределах  $m_0=m_b=1,0...2,0$  кг, примем  $m_0=m_b=1,5$  кг.

Для принятых диапазонов параметров правой части неравенства (9) определим интервал её значений. Графики значений выражения  $(m_b \omega_b^2)$  при различных величинах  $m_b$  и  $\omega_b$  приведены на рис.2 и 3.

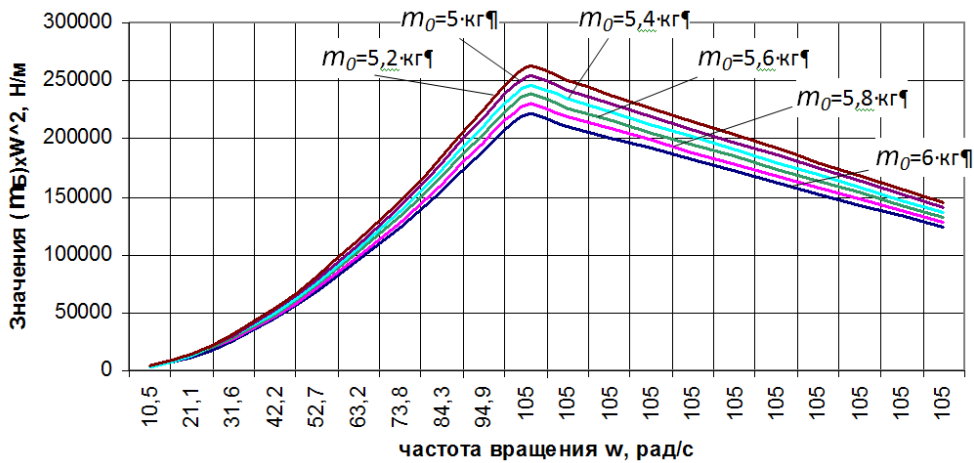


Рисунок 2 –Графики значений выражения  $(m_b \omega_b^2)$  в зависимости от  $\omega_b$  при различных величинах  $m_b$  (для оценки неравенства (9))

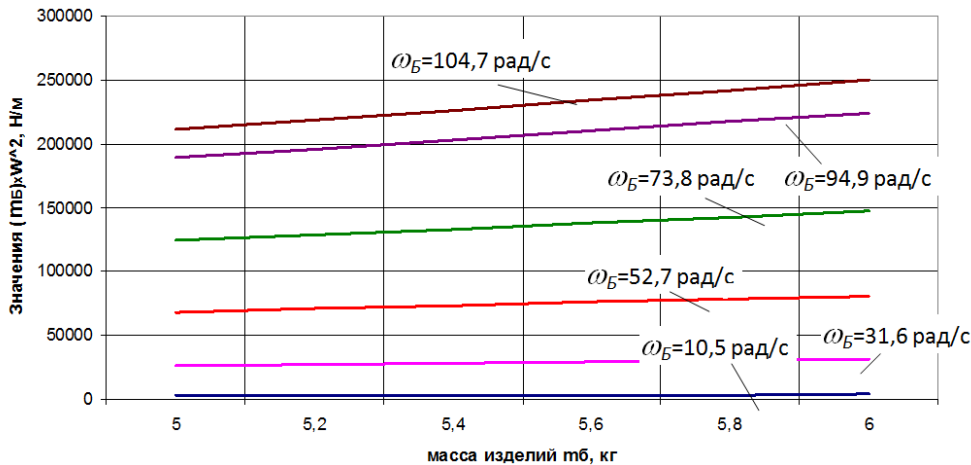


Рисунок 3 –Графики значений выражения  $(m_b \omega_b^2)$  в зависимости от  $m_b$  при различных величинах  $\omega_b$  (для оценки неравенства (9))

Как показывают полученные данные, для принятых значений конструктивных и режимных параметров стиральной машины максимальные значения выражения  $(m_b \omega_b^2)$  соответствуют моменту начала установившегося вращения барабана при  $\omega_{буст}=104,72$  рад/с и находятся в пределах от 220454,2 Н/м (для  $m_b=5$

кг) и 261255,2 Н/м (для  $m_b=6$  кг), причём значения  $(m_b \omega_b^2)$  растут пропорционально росту массы  $m_b$  отжимаемых текстильных изделий.

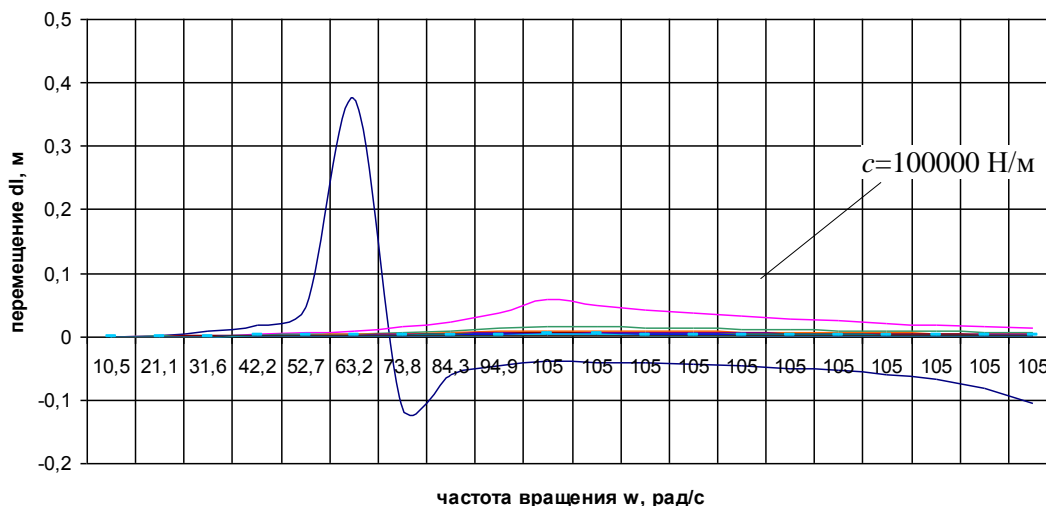
Полученные данные позволяют сделать вывод, что для принятых диапазонов значений конструктивных и режимных параметров стиральной машины должно выполняться условие:

$c > (220454,2 \dots 261255,2) \text{ Н/м}$  (11)  
 в зависимости от массы текстильных изделий  $m_0$ .

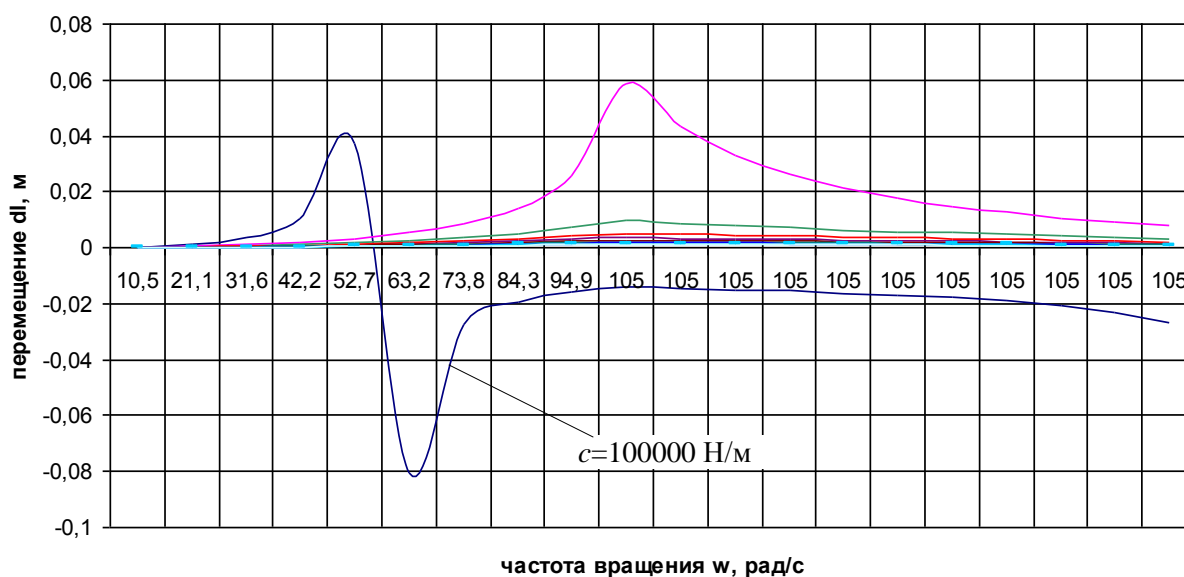
Рассчитаем, используя формулу (8), значения перемещений  $\Delta l$  для диапазона жёсткости  $c = (100000 \dots 1100000) \text{ Н/м}$ .

Графики зависимости  $\Delta l = f(\omega_B)$  приведены на рис.4. Причём, с учётом того, что для всех значений принятого диапазона загрузки

машины  $m_0 = 5 \dots 6 \text{ кг}$  отрицательные значения  $\Delta l$  наблюдаются на всех графиках при жёсткости  $c = 100000 \text{ Н/м}$  (что соответствует условию неравенства (11)), то есть силы упругости  $F_{уп}$  упругих элементов АБУ меньше приложенной нагрузки в виде силы  $F_u$ , то на рис.4 показаны два графика – при  $m_0 = 5 \text{ кг}$  и  $m_0 = 6 \text{ кг}$  – так как качественное поведение остальных графиков при  $m_0 = 5,2; 5,4; 5,6$  и  $5,8 \text{ кг}$  аналогично.



а) при  $m_0 = 5 \text{ кг}$



б) при  $m_0 = 6 \text{ кг}$

Рисунок 4 – Графики функции  $\Delta l = f(\omega_B)$  (для диапазона  $c = 100000 \dots 1000000 \text{ Н/м}$ )

Для дальнейшего анализа полученных графиков исследуемой функции  $\Delta l = f(\omega_B)$  не будем учитывать значения перемещений  $\Delta l$  при жёсткости  $c = 100000 \text{ Н/м}$  (так как, как было указано выше, при этом не выполняется условие (11), то есть такая жёсткость недостаточна для создания адекватного упругого сопротивления упругих элементов АБУ центробежной силе  $F_u$ ,

приложенной к внутренней ёмкости АБУ). Полученные графики представлены на рис.5.

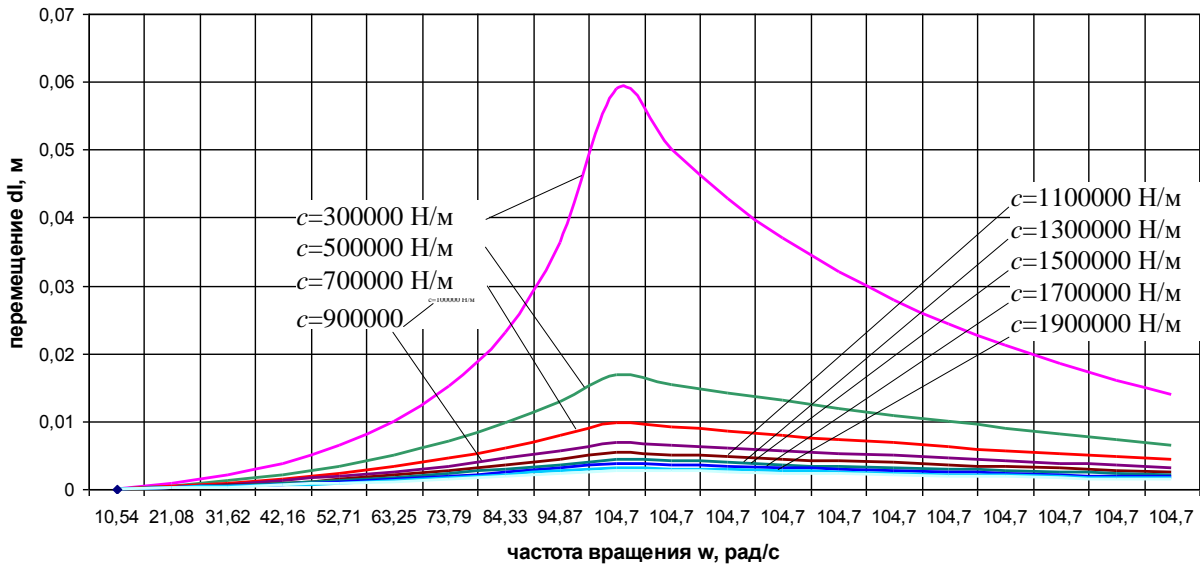
Анализ полученных данных показывает, что функция  $\Delta l = f(\omega_B)$  имеет локальный максимум, соответствующий началу установившегося режима вращения барабана при частоте  $\omega_B = 104,72 \text{ рад/с}$  и обусловленный режимными особенностями протекания процесса отжи-

ма. Здесь рост значений  $\Delta l$  на левой ветви кривой графиков обусловлен ростом частоты вращения барабана при его разгоне от  $\omega_B=0$  до  $\omega_{Буст}=104,72$  рад/с, а соответственно и ростом центробежной силы  $F_u$ .

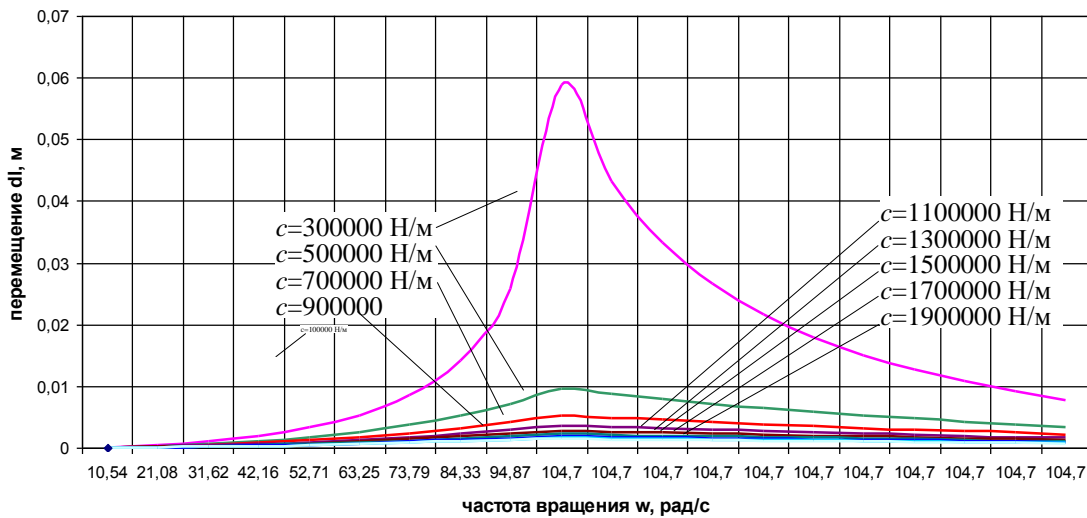
Последующее снижение значений  $\Delta l$  на правой ветви кривой графиков обусловлено снижением центробежной силы  $F_u$ , что вызвано

снижением массы отжимаемых текстильных изделий  $m_\delta$ .

Аналогичное поведение функции возмущающей силы  $F_u=f(\omega_B)$  показано в диссертации Фетисова И.В. [4], что говорит о достоверности полученных результатов исследования функции  $\Delta l=f(\omega_B)$ .



а) при  $m_0=5$  кг



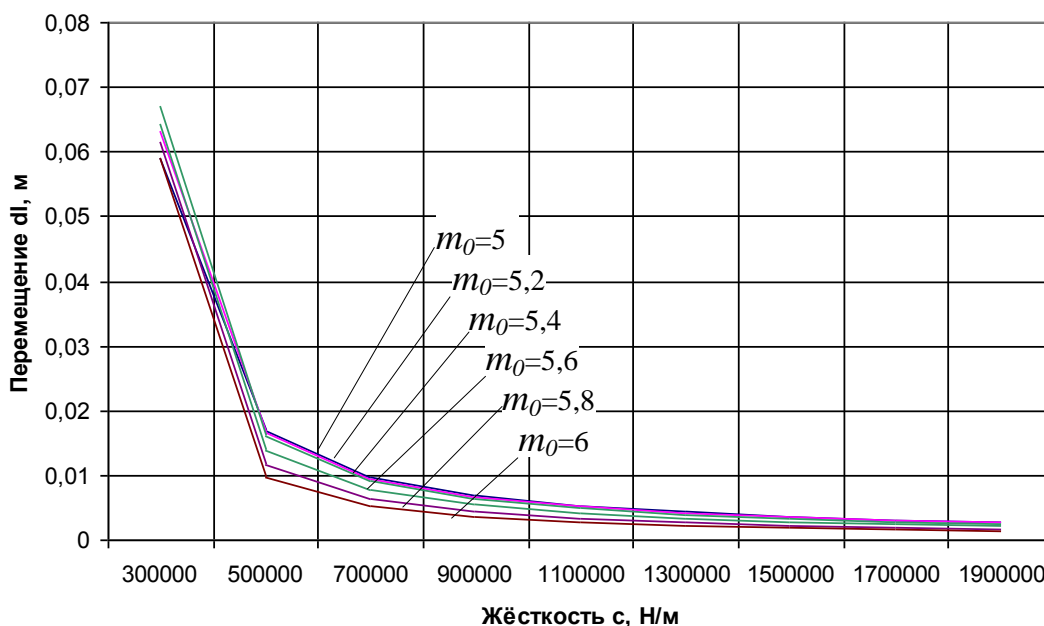
б) при  $m_0=6$  кг

Рисунок 5 –Графики функции  $\Delta l=f(\omega_B)$  (для диапазона  $c=300000\dots1000000$  Н/м)

Рассмотрим изменение величины перемещения  $\Delta l$  в зависимости от жёсткости  $c$  упругих элементов АБУ. Анализ графиков на рис.5 показывает, что поведение функции  $\Delta l=f(c)$  для одного и того же периода времени отжима носит качественно одинаковый характер при различных значениях жёсткости  $c$ . Таким образом, достаточно рассмотреть поведение функции  $\Delta l=f(c)$  для одного периода времени отжима, в

качестве которого примем время отжима, соответствующее максимальному перемещению  $\Delta l_{max}$  подвесной части, что соответствует, как было показано выше, началу установившегося вращения барабана при установившейся частоте  $\omega_{Буст}$  (в данном случае это  $\omega_{Буст}=104,72$  рад/с).

На рис. 6 показан график зависимости  $\Delta l_{max}=f(c)$  при  $\omega_{Буст}=104,72$  рад/с.

Рисунок 6 – Зависимость  $\Delta l_{\max}=f(c)$ 

Полученные результаты показывают, что в данном случае перемещение  $\Delta l$  является нелинейной функцией жёсткости  $c$  (как это очевидно и из формулы (8)), хотя, как известно, в традиционных упругих системах наблюдается линейная связь между приращением (или сокращением)  $\Delta l$  длины упругого элемента и его жёсткостью  $c$ :  $\Delta l = \frac{F}{c}$ .

Такой «парадокс» объясняется тем, что для линейной зависимости  $\Delta l_{\max}=f(c)$  необходимо, чтобы и приложенная сила  $F$  носила также линейный характер. Вместе с тем, в упругой системе АБУ происходит процесс формирования перемещений  $\Delta l$  внутренней ёмкости под действием силы  $F_{\text{ц}}$ , при котором изменение жёсткости  $c$  ведёт изначально к линейному изменению перемещения  $\Delta l$ , которое, в свою очередь, в соответствии с формулой (4) определяет приложенную нагрузку в виде силы  $F_{\text{ц}}$ , которая, также в свою очередь, определяет величину перемещения  $\Delta l$ , что в итоге формирует нелинейную зависимость  $\Delta l_{\max}=f(c)$ .

Анализ функции  $\Delta l_{\max}=f(c)$  также указывает на то, что в принятом диапазоне жёсткости  $c=300000 \dots 1000000$  Н/м (для принятых конструктивных и режимных параметров стиральной машины, кроме  $c=100000$  Н/м) упругих элементов АБУ были получены приемлемые значения перемещения  $\Delta l$  внутренней ёмкости, не превышающие 0,07 м, реализация которых вполне возможна в реальных стиральных машинах барабанного типа.

Предложенный в данной работе научный подход к определению перемещения внутренней ёмкости АБУ и полученные математические зависимости позволяют более детально исследовать процесс формирования уравновешивающих масс и сил в АБУ с вытесняемой жидкостью.

### Литература

1. Желтушкин Л.С. Автобалансирующее устройство жидкостного типа для стиральных машин с центробежным отжимом. / Л.С.Желтушкин, С.Н.Алехин // Вестник Северо-Кавказского гуманитарного института: ежеквартальный научно-практический журнал. г.Ставрополь.– №1(5)2013.– Ростов-на-Дону: ИП Соколовская С.Н. (типография «Аспект»), 2013.– 365 с.– С.166-170.
2. Патент на изобретение №2516147 РФ, кл. C1D06F 37/00. Стиральная машина барабанного типа / Алехин С.Н., Петросов С.П., Желтушкин Л.С., Алехин А.С., Лалетин В.И., Кузнецов А.Е. Оpub. 20.05.2014, Бюл.№14.
3. Бать М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т2. Динамика / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – М: Наука, 1968. – 608 с.
4. Фетисов И.В. Исследование случайных воздействий на вибрационные характеристики стиральных машин барабанного типа при отжиге: Дис. ...канд. техн. Наук: 05.02.13 / В.Г. Фетисов. – Шахты, 2011. – 204 с..

## ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ОБЪЕМОВ НА ТЕПЛОПРИТОКИ ИЗ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

С.П. Петросов<sup>1</sup>, М.А. Лемешко<sup>2</sup>, В.С. Цоколова<sup>3</sup>

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета (ИСОиП (филиал) ДГТУ),  
346500, Шахты, ул. Шевченко, 147*

В статье рассмотрен подход к оценке формы теплоизолированного объекта, из условия минимизации отношения площади поверхности объекта к его объему. Обосновано использование указанного отношения для теплоэнергетической оценки форм бытовых приборов, зданий, сооружений и других объектов, в которых необходима теплоизоляция. Предложено это отношение использовать как показатель тепло изолированности объекта от теплопритоков из внешней среды. Сделана сравнительная оценка теплоизолированных объектов единичного объема, имеющих различную форму и размеры.

*Ключевые слова:* форма теплоизолированного объекта, теплопритоки, теплоизоляция, влияние формы на теплопритоки, бытовые машины и приборы, здания, сооружения.

### INFLUENCE OF THE FORM OF INSULATED VOLUMES ON THE HEAT LEAKAGE FROM THE EXTERNAL ENVIRONMENT

S.P.Petrosov, M.A.Lemeshko, V.S.Tsokolova  
*Institut service sector and enterprise (branch) of the Don State Technical University  
(ISOiP (branch) DGTU), 346500, Schachty, str. Shevchenko, 147*

In article the approach in the assessment form insulated object, from the condition of minimization of the ratio of the area of the surface of an object to its volume. Justified the use of this relationship to assess the forms of buildings, structures, appliances and other objects that require insulation. Offered this respect be used as an indicator of the heat isolation of the object from the heat leakage from the external environment. Made a comparative evaluation of insulated objects per volume unit having various shapes and sizes.

*Keywords:* form insulated object, heat leakage, insulation, influence of the shape on the heat gains, household machines and appliances, buildings, structures.

При проектировании бытовых машин и приборов [1], зданий, сооружений, объектов коммунального назначения [2]; при проектировании сложных технических и других систем жизнедеятельности человека часто ставятся задачи по повышению энергетической эффективности этих объектов [3].

Одним из направлений достижения требований энергетической эффективности эксплуатируемых приборов, зданий и сооружений является совершенствование их теплоизоляции. Для проектирования теплоизоляции различных объектов используются известные методики по расчету теплопритоков через плоские и не плоские ограждения, через однослойные и многослойные стены и другие поверхности.

С целью увеличения сопротивления теплопередаче от внешней среды теплоизоли-

рованному объекту для ограждений используются материалы с относительно низкой теплопроводностью и применяются технологии с использованием вакуумирования и инертных газов, обеспечивающие относительно низкую теплопроводность таких теплоизоляций (например, стеклопакеты заполненные аргоном, бытовые холодильники с вакуумированными стенками холодильного шкафа [4] и др.). Проблема снижения теплопритоков в теплоизолированный объект напрямую связана с энергосбережением. Увеличение теплоизолирующих свойств ограждений обеспечивает снижение энергозатрат, необходимых для поддержания рациональных температур в теплоизолированном объеме.

<sup>1</sup>Петросов Сергей Петрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Технические системы жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг", моб.: +7 928 2133604;

<sup>2</sup>Лемешко Михаил Александрович – кандидат технических наук, профессор кафедры "Технические системы жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг", моб.: 8-988-252-85-53, e-mail: lem-mikhail@ya.ru;

<sup>3</sup>Цоколова Веста Сергеевна - соискатель кафедры "Технические системы жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг", моб.: +7 938113 72 97.

Для минимизации затрат на поддержание рациональных температур в зданиях и сооружениях, в других объектах, важно определить влияние формы этих объектов на теплопритоки через их ограждения. Важно выяснить: какая форма более рациональна – шар или куб, параллелепипед или цилиндр? Важно выяснить: существует ли оптимальное соотношение геометрических параметров объектов различной формы, при которых теплопритоки минимальны.

Для ответа на эти вопросы выполним анализ различных геометрических форм теплоизолированных объектов из условия:

$$\frac{S_0}{V_0} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где:  $S_0$  – общая площадь поверхности теплоизолированного объема;  $V_0$  – теплоизолированный объем.

Это выражение интерпретирует условие минимальной площади поверхности теплоизолированного объема на единицу объема.

Следует при этом учитывать то, что теплопритоки, например через плоскую стену, определяются по формуле :

$$Q = \Delta T \cdot F \cdot \frac{\lambda}{\delta}, \quad (2)$$

где:  $Q$  – количество теплоты, Вт;  $\Delta T$  – разность температур перед и за ограждением;  $F$  – площадь ограждения,  $m^2$ ;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала ограждения, Вт/м·град;  $\delta$  – толщина ограждения, м.

Таким образом, минимизация площади ограждения (для определенного теплоизолированного объема), обеспечит минимизацию теплопритоков через ограждение и, следовательно, минимизацию затрат тепла для поддержания рациональных температур в теплоизолированном объеме.

Выполним анализ характерных форм теплоизолированных объектов, используя выражение (1). Для сравнения различных форм теплоизолированных объемов по соотношению (1), введем понятие «теплоэнергетический показатель формы» теплоизолированного объема,  $E_f$ .

$$E_f = \frac{S_0}{V_0}, \quad [m^2/m^3], \text{ или } [m^{-1}]. \quad (3)$$

Рассмотрим типичные формы теплоизолированных объектов.

1. Шар (sphere). Объем шара равен:

$$V_{sph} = \frac{4}{3} \pi R^3.$$

Площадь поверхности шара:

$$S_{sph} = 4\pi R^2.$$

Теплоэнергетический показатель формы шара равен:

$$E_f = 3/R. \quad (4)$$

Таким образом, теплоэнергетический показатель формы объекта в форме шара зависит от его радиуса и уменьшается с увеличением радиуса по гиперболической зависимости.

Для сравнения различных форм объектов, будем рассматривать единичный объем, условно равный «1». Например, объекты объемом –  $1m^3$ . Тогда для  $V_{sph} = 1$ :

$$R = \sqrt[3]{\frac{V_{ш}}{4/3\pi}} \approx 0,62. \quad (5)$$

Теплоэнергетический показатель формы шара единичного объема равен (4):

$$E_{fmin} \approx 4,83.$$

2. Куб. Куб представляет собой частный случай прямоугольного параллелепипеда, для которого «теплоэнергетический показатель формы» равен:

$$E_f = \frac{S_0}{V_0} = \frac{2}{a} + \frac{2}{b} + \frac{2}{c}, \quad (6)$$

где  $a, b, c$  – длины сторон параллелепипеда.

Для куба:

$$E_f = \frac{S_0}{V_0} = \frac{6}{a}. \quad (7)$$

Для единичного объема куба:  $E_{fmin} = 6$ .

Как видно при сравнении, форма шара характеризуется более низким «теплоэнергетическим показателем формы», что важно при решении задач минимизации теплопритоков через стенки ограждения.

3. Форма объема – прямоугольный параллелепипед.

3.1. Основание квадрат. В этом случае  $a = b$ , тогда:

$$E_f = \frac{S_0}{V_0} = \frac{4}{a} + \frac{2}{c}. \quad (8)$$

Из условия  $V_0 = a^2 \cdot c$ :  $c = \frac{V_0}{a^2}$ , тогда:

$$E_f = \frac{S_0}{V_0} = \frac{4}{a} + \frac{2a^2}{V_0}. \quad (9)$$

Функция (9) содержит сумму гиперболы  $E_{1f} = \frac{4}{a}$ , и параболы  $E_{2f} = 2a^2$ ; следовательно, должно существовать минимальное значение показателя  $E_f$ , для каких-то конкретных значений "a" и "V<sub>0</sub>".

Для единичного объема значение показателя  $E_f$

$$E_f = \frac{4}{a} + 2a^2. \quad (10)$$

Находим значения "a", при котором показателя  $E_f$  имеет минимальное значение. Вычисляем производную от функции и приравняем её к нулю:  $E'_f = 4a - 4a^2 = 0$ ,  $4a = 4a^2$ ,  $a = 1$ ,  $c = \frac{V_0}{a^2} = 1$ .

Как видно, для квадратного сечения основания параллелепипеда, теплоэнергетический показатель формы теплоизолированного объема  $E_f$  имеет минимальное значение при

$a=b=c=1$ , т.е. при кубической форме единичного объема.

Из выражения (10) следует, что минимальное значение показателя равно:

$$E_{fmin} = \frac{4}{a} + 2a^2 = 4 + 2 = 6. \quad (11)$$

Графическая интерпретация формирования показателя  $E_f$  приведена на рис.1.

3.2. Основание прямоугольного параллелепипеда – прямоугольник.

Используем выражение (6) и рассмотрим некоторые варианты соотношения сторон основания:  $a=2b$ ,  $a=4b$ ,  $a=8b$ .

Для каждого варианта определим значение показателя  $E_f$  для единичного объема.

1)  $a=2b$ .

Используя выражение (6) получим:

$$E_f = \frac{S_0}{V_0} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}. \quad (12)$$

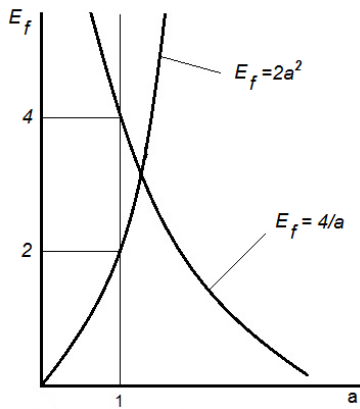


Рисунок 1 – Формирование показателя  $E_f$  для кубической формы

Для постоянного объема  $V_0=2b^2 \cdot c$ , откуда

$$c = \frac{V_0}{2b^2}. \quad (13)$$

Подставим значение "с" в выражение (12), получим зависимость:

$$E_f = \frac{3}{b} + \frac{4b^2}{V_0}. \quad (14)$$

Из полученной зависимости следует, что при любом значении параметра "b" увеличение объема снижает теплоэнергетический показатель формы.

Для единичного объема зависимость показателя  $E_f$  от параметра "b" имеет вид:

$$E_f = \frac{3}{b} + 4b^2. \quad (15)$$

Как видно, выражения (10) и (15) идентичны, т.е. для этого вида зависимостей существует определенное минимальное значение «теплоэнергетического показателя формы» теплоизолированного объема.

Определим минимально возможное значение показателя  $E_f$  для единичного объема. Для этого вычисляем производную от функции и приравниваем её к нулю.

$E'_f = 8b - 3/b^2 = 0$ , Откуда  $b_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{3}{8}} \approx 0,721$ , где  $b_{\text{опт}}$  – значение параметра  $b$  при наименьшем значении  $E_f$ .

Таким образом, для единичного объема

$E_f \rightarrow \min$  при  $b \rightarrow \sqrt[3]{\frac{3}{8}}$ , получим:

$$E_{fmin} = \frac{3}{b_{\text{опт}}} + 4b_{\text{опт}}^2 \approx 6,24. \quad (16)$$

Значение других параметров при минимальном значении показателя:  $a = 2b \approx 1,442$ ,  $c = \frac{V_0}{2b^2} = \frac{1}{2 \cdot 0,721^2} \approx 0,962$ .

Для единичного объема наименьшее значение показатель формы имеет при следующем соотношении стон прямоугольного параллелепипеда:

$$a/b/c = 1,44 / 0,721 / 0,962 \quad (17)$$

2)  $a=4b$

Используя выражение (6) получим:

$$E_f = \frac{S_0}{V_0} = \frac{2,5}{b} + \frac{2}{c}. \quad (18)$$

Для постоянного объема  $V_0=4b^2 \cdot c$ , откуда

$$c = \frac{V_0}{4b^2}, \quad (19)$$

Подставим значение "с" в выражение (18), получим зависимость

$$E_f = \frac{2,5}{b} + \frac{8b^2}{V_0}. \quad (20)$$

Для единичного объема

$$E_f = \frac{2,5}{b} + 8b^2. \quad (21)$$

Находим условия минимального значения показателя, берем производную зависимости (21):  $E'_f = 16b - 2,5/b^2, 16b - 2,5/b^2 = 0$ , откуда:

$$b_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{2,5}{16}} \approx 0,539,$$

$$E_{fmin} = \frac{2,5}{b_{\text{опт}}} + 8b_{\text{опт}}^2 \approx 4,38 + 2,324 \approx 6,96. \quad (22)$$

Другие размеры параллелепипеда:  $a=4b_{\text{опт}} \approx 2,156$ ;  $c = \frac{V_0}{4b_{\text{опт}}^2} \approx 0,86$ . Размеры и форма параллелепипеда характеризуются следующими соотношениями:

$$a/b/c = 2,156/0,539/0,86 \quad (23)$$

3)  $a=8b$ .

Аналогично предыдущим расчетам, находим значение и условия минимального значения «теплоэнергетического показателя формы»:

$$E_{fmin} = \frac{2,25}{b_{\text{опт}}} + 16b_{\text{опт}}^2 = 5,4479 + 2,729 \approx 8,177, \quad (24)$$

$$a/b/c = 3,304/0,413/0,733. \quad (25)$$

Сравнивая соотношения (17), (23), (25) можно сделать вывод, что для единичного объ-



ема, с увеличением величины одной из сторон, форма объема приобретает более «вытянутый» вид, все больше отличаясь от формы куба.

При этом минимальное значение «теплоэнергетического показателя формы» увеличивается, как видно при сравнении показателей (11), (16), (22), (24). Так, этот показатель от значения "6" (для куба) возрастает до значения "8,177" (для прямоугольного параллелепипеда, для условия:  $a=8b$ ), что составляет увеличение показателя на 36,28%. По-видимому, величина теплопритоков в теплоизолированный объем для этого случая будет увеличена примерно на эту же величину.

4. Рассмотрим форму теплоизолированного объема в виде цилиндра (cylinder). Объем цилиндра:  $V_{cyl} = \pi R^2 h$ ; площадь поверхности цилиндра:  $S_{cyl} = 2\pi R h$ . С учетом площади оснований цилиндра значение теплоэнергетического показателя формы равно:

$$E_{fmin} = 2 \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{h} \right), \quad (26)$$

В отличие от формы в виде параллелепипеда, для цилиндра нет единственного оптимального значения с минимальным значением теплоэнергетического показателя.

Используя, приведенную выше методику анализа, получим для единичного объема:  $R \approx 0,553$ ;  $h=1$ .

$$E_{fmin} = \frac{S_0}{V_0} \approx 5,53. \quad (27)$$

Сделаем обобщение выполненных исследований отношения площади поверхности к объему для теплоизолированного единичного объема. Данные сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение форм теплоизолированных объектов единичного объема по теплоэнергетическому показателю формы (отношение поверхности объекта к его объему).

Форма единичного объема	Шар	Цилиндр	Куб	Прямоугольный параллелепипед
Теплоэнергетический показатель формы	$\approx 4,83$	$\approx 5,53$	6	$(a=2b) \approx 6,24$ $(a=8b) \approx 8,177$

Полученные закономерности, характеризуют влияние формы теплоизолированных объемов на теплопритоки из внешней среды.

Рассмотрен вариант этого влияния для единичного объема.

Как видно при сравнении показателей характерных форм теплоизолированных объектов, наиболее рациональными являются объекты шаровидной и цилиндрической формы. Однако объемы реальных теплоизолированных объектов могут быть разными. Из рассмотренных зависимостей (9), (14), (20), и др., очевидно, что увеличение объема теплоизолированного объекта приводит к снижению показателя объема при любых формах и размерах объекта.

Выводы:

1. Форма и размеры изолированного объема существенно влияют на показатель характеризующий отношение площади поверхности к объему теплоизолированного объекта.

2. Наименьшим значением отношения площади поверхности объекта к его объему имеет объект в форме шара.

3. Для единичного объема в форме прямоугольного параллелепипеда, минимальное отношение площади к объему имеет куб.

4. Для объекта в форме прямоугольного параллелепипеда, для заданного значения длины одного из ребер существует единственное значение длин других ребер, при котором существует минимальное отношение площади поверхности к объему.

5. С относительным увеличением одного из ребер прямоугольного параллелепипеда, значение отношения площади к единичному объему увеличивается.

### Литература

1. Министерство промышленности и торговли РФ. Приказ от 07 сентября 2010 г. N 768 "Об утверждении Правил включения информации о классе энергетической эффективности товара в техническую документацию, прилагаемую к товару, в его маркировку и нанесения этой информации на его этикетку" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 24.11.2010 N 19030).
2. Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 « О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений».
3. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (посл. ред. от 12.12.2011, N 426-ФЗ).
4. Патент RU №2451884 C1. МПК F25D 11/02 Шкаф бытового холодильника. Опуб. 27.05.2012, Бюл. №15.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОБУВИ

Л.В.Ларина<sup>1</sup>, Н.Ю.Лёшина<sup>2</sup>

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета (ИСОиП (филиал) ДГТУ),  
346500, Шахты, ул. Шевченко, 147*

Интенсифицированная гигротермическая обработка (ИГО) кожевенно-обувных материалов в условиях вакуума, в основе которой заложено избирательное воздействие на микрокапиллярную структуру кожи, представлена как нанотехнология, приведены её отличительные особенности. Представленные экспериментальные данные подтверждают одну из особенностей нанотехнологии, заключающуюся в возможности совмещения ряда гигротермических операций при изготовлении обуви сандаляного метода крепления со значительным снижением энергопотребления.

*Ключевые слова:* натуральные кожи, вакуум, капилляры, гигротермия, нанотехнологии, совмещение операций, сандаляный метод крепления.

### MODERN TECHNOLOGY IN FOOTWEAR

L.V. Larina, N.Y.Leshina

*Institut service sector and enterprise (branch) of the Don State Technical University  
(ISOiP (branch) DGTU), 346500, Schachty, str. Shevchenko, 147*

Intensified hygrothermal treatment (CSI) leather shoe materials in a vacuum, which laid the basis of a selective effect on the microcapillary skin structure, represented as nanotechnology, given its distinctive features. The experimental data confirm one of the features of nanotechnology lies in the possibility of combining a number of hygrothermal operations in the manufacture of shoes sandalno fastening method with a significant reduction of energy consumption.

*Keywords:* natural skin vacuum capillaries gigrotermiya, nanotechnology, combining operations sandalno method of attachment.

Прирост объёма производства кожаной обуви, производимой предприятиями лёгкой промышленности в Ростовской области за последние годы, составил более 200%. [1]. Для этих предприятий необходимо оборудование, реализующее наиболее эффективные по степени воздействия на структуру материалов способы обработки, имеющее системы контроля и регулирования параметров обработки. Технология изготовления обуви включает ряд гигротермических операций, выполнение которых связано с воздействием тепла и влаги (гигротермическое воздействие) на материалы обувных деталей и изделие в целом. К этим операциям относятся «увлажнение», «сушка» и «влажно-тепловая обработка». Данные операции являются обязательными и определяют форму готовых изделий, например, увлажнение и влажно-тепловая обработка служит для придания материалам формуемости верха обуви и

производятся перед формованием заготовки или в промежутках между отдельными этапами формования и являются наиболее энергоёмкими операциями.

Критерием оценки для каждой из гигротермических операций является количество вводимой или удаляемой влаги. Но, как известно, целью гигротермической обработки является не только обеспечение требуемого технологией влагосодержания заготовок обуви после каждой операции, но и скорость его достижения (интенсивность), и гарантированное воздействие на микрокапиллярную структуру кожи. Последнее требование особенно важно при выполнении первой из гигротермических операций – увлажнения для обеспечения требуемых показателей физико-механических свойств кож при последующем формовании и формоустойчивости готовой обуви после выполнения остальных гигротермических операций.

*Ларина Людмила Васильевна – кандидат технических наук, профессор кафедры "Технические средства ЖКХ и сферы услуг", ИСО и П(филиала) ДГТУ, моб.:+7 928 139 12 23, e-mail: ludmila-larina2010@mail.ru.*

*Лёшина Наталья Юрьевна – студент гр. ТИК-Т51, ИСО и П (филиала) ДГТУ, моб.:+7 908 188 96 26, e-mail:leshina.nu@infotell.ru*

Применение нанотехнологий, отличительные особенности которых представлены в таблице 1, позволяет не только интенсифицировать гигротермические процессы, но и совместить ряд операций на новом унифицированном оборудовании, снизив при этом энергопотребление. Гигротермическая обработка, включающая в себя увлажнение, сушку и влажно – тепловую обработку используется при разных методах крепления:

Рантовом, сандальном, доппельном, методе «парко», прошивном, рантопрошивном, бортовом, выворотном, втачном и др.

Так, при сандальном методе крепления затяжную кромку заготовки верха отгибают наружу, зажимают между рантом и подошвой и все вместе сшивают, что позволяет использовать перфорированные колодки на новом оборудовании.

Таблица 1–Вакуумно-капиллярная гигротермия как нанотехнология гигротермической обработки кож

Термин	Определение	Характерные особенности нанотехнологии	Характерные особенности вакуумно-капиллярной гигротермии
1	2	3	4
Наночастицы	Образование из связанных атомов или молекул. [111 ]	Размеры наночастиц менее 100 нм.	Микрокапилляры г менее $10^{-7}$ м Молекулы воды $d = 3 * 10^{-10}$ м [173 ]
Нанотехнология	Междисциплинарная область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования, практических методов исследования, анализа и синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами.  Создание материалов и систем с новыми или улучшенными свойствами, обусловленными проявлением наномасштабных факторов.	Метод производства: А. Подготовка матрицы Б. Подготовка нанокомпонентов В. Транспортировка нанокомпонентов наноизбирательность самоорганизация  1. Сокращение времени на проведение технологических процессов. 2. Экономия сырья, материалов, энергоресурсов. 3. Улучшение свойств обрабатываемых материалов. 4. Совмещение процессов.	Вакуумирование и освобождение капилляров кожи от воздуха Получение молекул пара в разреженном состоянии при низком парциальном давлении Вакуумом Сорбция пара только в микрокапиллярах. Образование новых межмолекулярных связей между цепями в структуре коллагена. 1. Сокращение времени гигротермической обработки в 5 раз. 2. Экономия энергоресурсов. 3. Остаточная деформация в кожах превосходит в 2 раза. Модуль упругости кожи превосходит в 1,5–2 раза. 4. Совмещение процессов увлажнения, фиксации (предварительного формования), сушки, влажно–тепловой обработки.

Установка с использованием перфорированных колодок или пуансонов для гигротермической обработки будет иметь вид (рис. 1),

где имеется грузочный отвес 1 с закрытой крышкой 24, герметичная камера 17, неподвижная перфорированная перегородка 20,

шток 13, перфорированная колодка 21 с заготовкой 22, накрытая воздухопроницаемой пенкой 23, электронагреватели 12, расположенные в емкости 15 с водой. Вакуумный насос 6 соединён через клапан 8 с вакуумированной ёмкостью 2, а через клапан 5 – с аккумулятором воздуха 7. Герметичная камера 17)отсечена через клапан 10 от вакуумного насоса 6, а клапан 11 от вакуумированной ёмкости 2, клапан 9 отсекает цилиндр 16 от аккумулятора воздуха 7. Клапан напуска воздуха 18 в герметичную камеру 17 закрыт.

Узел автоматического регулирования, состоящий из датчиков температуры  $t^{\circ}\text{C}$  – 25 и давления  $p$  – 26, находящихся в нижней камере 17, связанных через ЭВМ и блок преобразования с электромагнитным золотником управления 27, который по мере необходимости обеспечивает подачу воды.

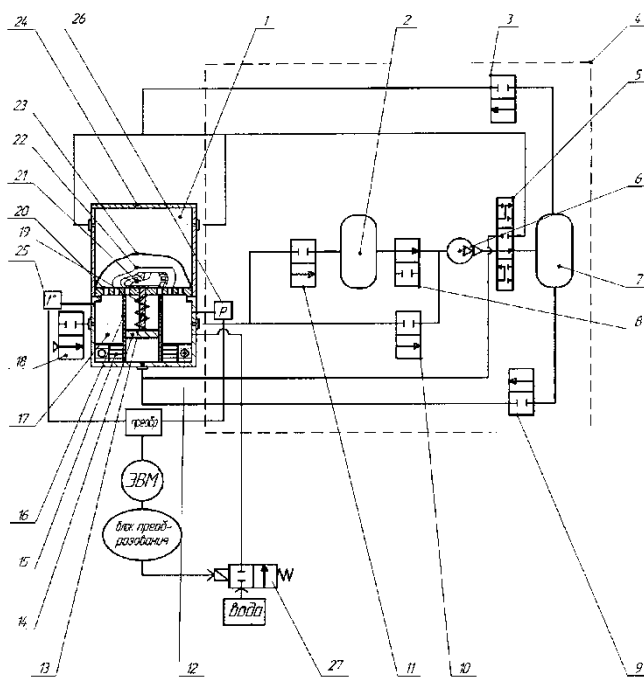


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства для гигротермической фиксации заготовок верха обуви с регулируемыми параметрами рабочей среды

Полученные значения остаточной и полной деформации растяжения кож хромового дубления при реализации сандального метода крепления приведены на рисунке 2.

Как следует из анализа данных значения полной деформации после снятия нагрузки для образцов, обработанных на описанной выше установке, в зависимости от времени обработки различны, но при 8 минутах значения деформаций максималь-

ные, что свидетельствует о лучшей формоустойчивости образцов.

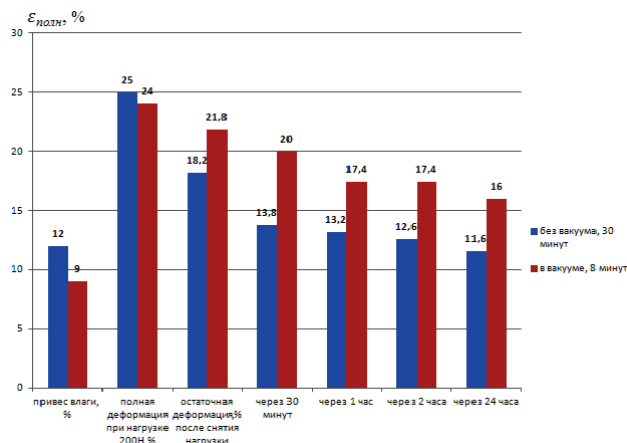


Рисунок 2 – Значения остаточной и полной деформации растяжения кож хромового дубления

Таким образом, интенсифицированная гигротермическая обработка (ИГО) имеет все отличительные особенности нанотехнологии, представленные в таблице 1. Применение ИГО как нанотехнологии требует создания унифицированного оборудования и использования перфорированных колодок. Интенсифицированная гигротермическая обработка (ИГО) проводимая при изготовлении обуви сандального метода крепления из кож хромового дубления обеспечила снижение времени гигротермической обработки и энергопотребление в 7,5 раз с одновременным повышением качества обработки (рис. 2).

### Литература

1. «Деловой Квартал» № 18 237 от 16.09.2013г. С. 78.
2. Вакуумно-капиллярная гигротермическая обработка кож: Монография/Л.В. Ларина; под ред. д.т.н., проф. В.А. Першина. ИСОиП (филиал) ДГТУ.– Шахты: Издательство ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2013. – с.
3. Нанотехнологии в ближайшее десятилетие: // под ред. М. Роко, Р.С. Уильямов, П.А. Аливисагора /пер.с англ. А.В. Хечдяна, под ред. Р.А. Андриевского.–М.: Мир, 2002.–290 с.
4. Смирнов В.В. Методы интенсификации процессов гигротермической обработки для придания материалу легкой промышленности свойство формоустойчивости [Электронный ресурс] / В.В. Смирнов, Л.В. Ларина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/>.
5. Титов А.О., Титов О.П. О строении фибриллы коллагена кожи и меха в 21 веке. Технология качество, экология, образование: материалы конференции.– Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006.–352 с.

# АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОРНОЛЫЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ ЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Л.В. Елинер

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

Статья посвящена использованию новых технологий, необходимых для производства наиболее оптимальных вариантов комплектаций горнолыжной одежды. В статье выявляются причины необходимости использования различных материалов и аксессуаров, дающих возможность придать изделию максимальную комфортность и сделать его средством достижения высоких спортивных результатов.

*Ключевые слова:* костюм, спортивная одежда, проектирование одежды, технологии, функции спортивной одежды.

## ANALYSIS OF THE MAIN FUNCTIONS OF PROFESSIONAL SKI CLOTHING AT ITS DESIGNING

L.V. Eliner

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21*

This paper is devoted to the use of new technologies needed to produce the optimal configurations for ski clothing. The article identifies the reasons behind the use of different materials and accessories, making it possible to give the product maximum comfort and make it a means to achieve high results.

*Keywords:* costume, sportswear, clothing design, technology, functional sportswear

Развитие легкой промышленности дало мощный толчок совершенствованию основных характеристик профессиональной спортивной одежды. Это происходило на фоне изменения структуры досугового времени, что позволило миллионам людей более активно включаться в различные оздоровительные программы, а также самостоятельно заниматься теми или иными видами спорта. Таким образом, спортивная одежда стала таким объектом, в котором в наибольшей степени проявляются технологические, эстетические и социальные процессы. В виду этого спортивная одежда оказалась в центре пристального внимания со стороны дизайнеров, модельеров, маркетологов, технологов.

Одна из существенных тенденций, определяющей развитие моды – отказ от нивелирующей многофункциональности спортивной одежды [1]. Конструируя узкоспециальные типы одежды, дизайнеры обязаны учитывать специфику соревнований в различных сферах спорта. Так, например, одежду фигуристов и художественных гимнастов отличает легкость, максимальная открытость, не стесняющая движений спортсмена, поскольку именно здесь ему приходится совершать значительно большее количество пируэтов, прыжков, двойных и

тройных «тулупов» и т.д. Для бега на дистанцию 100 метров более пригодной считается обувь с шипами, причем их количество четко определено: должно быть не менее 11 не слишком длинных (около 9 мм) шипов. Тому, кто занимается метанием диска, необходима обувь, сделанная из замши или кожи на гибкой подошве без шипов. Это позволяет обеспечить максимальное сцепление с покрытым цементом местом для метания. Плоская подошва обуви для толкания ядра дает возможность достичь максимальной устойчивости для спортсмена. Ряд соревнований, связанных с особой физической нагрузкой, требуют комплексного учета всех характеристик спортивной одежды. Каждый из ее элементов должен в максимальной степени содействовать достижению высоких результатов. В качестве примера необходимо указать на костюм велогонщика. Майку велогонщика предпочтительнее изготавливать из лайкры. Это способствует впитыванию пота, что обуславливает более свободное поступление воздуха через одежду. Определяемые характеристиками материала плотное прилегание костюма к телу дает возможность выиграть те несколько долей секунды, которые оказываются решающими для победы.

*Елинер Лидия Валерьевна – Кандидат искусствоведения, доцент кафедры "Дизайн костюма" СПбГЭУ, моб.: +7 921 742 67 68, e-mail: lida555design@yandex.ru.*

Шорты велогонщика должны быть изготовлены из материала, обладающего хорошими аэродинамическими качествами (нейлон, лайкра), а также обязаны быть длинными и плотно прилегающими. Это помогает защитить спортсмена от раздражения ног при трении о седло велосипеда.

К каждому виду спорта предъявляются особые требования, в рамках которых должны быть учтены их утилитарные (физико-гигиенические и защитные), обозначительные, уравнивательные, традиционные и эстетические функции. Важно отметить тот факт, что основные функции спортивного костюма, как правило, определяют его форму. Для разных видов катания на горных лыжах, разных дисциплин – таких как фанкарвинг, фристайл, могул, ньюскул, экстрим, фрирайд, целинное катание, ски-кросс, ски-тур и т.д. – применяется специфическая экипировка. Это сложнейшее снаряжение, которое включает в себя лыжи различной ширины, крепления, защитные шлемы, средства защиты тела, и, конечно, одежду особого назначения.

Спортивную одежду обычно подразделяют на подклассы в соответствии с видами спорта. В зависимости от характеристик спортивных мероприятий выделяют те или иные ведущие функции спортивной одежды [2]. Так, например, для фехтования или конного спорта, ушу это будет традиционная, для плавания или прыжков в воду – утилитарная, для футбола, баскетбола, хоккея, волейбола защитная и обозначительная функции.

Специфика каждого вида спорта также накладывает свой отпечаток на формирование и дизайн модных образцов. Наиболее характерный пример – зависимость объемов одежды от характеристик определенных типов соревнований. Одежда свободного кроя получила отражение в спортивных костюмах, созданных для классической борьбы, самбо, карате. Именно здесь они оказались созвучными самой сути игры и помогали более полному раскрытию физических возможностей спортсменов и, соответственно, достижению ими высоких результатов. Отчасти этому способствовала и архаичность данных видов игры, истоки которой восходят еще к античности. Таким образом, функциональное оказалось соединенным в таком костюме с традиционными и национальными обычаями.

Горнолыжная одежда является именно таким видом профессиональной спортивной

одежды, в котором в максимальной степени должна быть выявлена ее специфика как необходимого условия занятием спортом, что предполагает соответствие линий и аксессуаров, ориентированных на определенные физические параметры конкретных спортивных групп.

Утилитарные функции (физико-гигиенические и защитные) и обозначительные являются ведущими в горнолыжной одежде. Защитная функция важна при неблагоприятных воздействиях окружающей среды, катании на лыжах в условиях пониженной температуры, ветра, гололеда на склоне, в условиях, когда у спортсмена возникают излишки тепла. Это защита от механических повреждений, различных травм, которая во многом обеспечена применением светоотражающих элементов, использующихся в виде принтов, шевронов, настроенных лент и кантов. Одним из новых технологических приемов стало использование светоотражающего эластичного канта с применением лайкры, помогающего сохранять изогнутые линии кроя изделий. Многие рельефные линии изделий имеют очень искривленные сложные формы, которые подчеркивают скорость, летящий силуэт. При проектировании важно помнить, что костюм должен эффектно смотреться не только фронтально, но и при боковом виде, т.к. во время скоростного спуска лыжник занимает самые разнообразные позиции. Защитная функция проявляется и посредством использования технологии светоотражающих неоновых кантов. Канты обладают теми же защитными свойствами, какими обладают и те из них, которые не имеют яркой неоновой окраски – ярко-желтой, оранжевой, розовой, бирюзовой. Данные элементы придают изделию более интересное дизайнерское решение.

Современная горнолыжная куртка превращается как бы в «мини-дом» для своего владельца. Помимо того, что она имеет многочисленные карманы, каждый из которых выполняет свою функцию, ее стремятся дополнить специальными карманами для многих вещей, которые ежедневно использует современный человек. Это карман для мобильного телефона (который постоянно и последовательно уменьшается вследствие выпуска более удобных компактных моделей). Это и карман для плеера. Ранее он имел весьма большие размеры, т.к. популярностью пользовались CD-плееры, теперь это маленькие карманы для MP-3 плееров, которые снабжены отверстием для вывода шнура для наушников. В некоторых

моделях одежды, используемых сноубордистами и горнолыжниками, предусмотрены встроенные наушники в капюшоне для прослушивания музыки во время экстремального катания на лыжах и сноубордах.

Интересной и перспективной можно назвать разработку дизайнеров и ученых, позволяющую проследить состояние здоровья человека во время движения. В его куртку встраиваются датчики, измеряющие давление, пульс и состояние сердца. Таким образом, человек, одетый в куртку контролирует состояние своего здоровья.

Привычным ныне стал отстегивающийся капюшон. Эта неотъемлемая часть функциональной горнолыжной куртки. Капюшоны бывают различными по своей конструкции. Они снабжены специальными кулисами-затяжками, помогающими максимально комфортно отрегулировать его по размеру головы. Последними примечательными разработками дизайнеров в области спортивной одежды являются капюшоны с встроенными прозрачными окошками с каждой стороны для увеличения обзора во время движения и одновременно защиты от непогоды. Популярными среди потребителей стали и различные трикотажные, мягкие на ощупь подкладки и окантовки капюшонов, также обеспечивающие максимальный комфорт и удобство. Во многих горнолыжных и сноубордических куртках также предусмотрена специальная встраиваемая шапочка – балаклава для защиты от холода и ветра.

Подчеркивание индивидуальности владельца отразилось в необычных этикетках, пришивающихся на внутренние части подкладки куртки. Помимо нашивного лейбла, в котором отражены названия фирмы изготовителя и размер изделия, используется отдельная этикетка, на которой его обладателю следует вписать информацию о себе. Это, как правило, имя, фамилия и возраст. Часто на моделях для экстремальных видов спорта наносится даже обозначение группы крови.

Крайне необходимым элементом является наличие в куртке горнолыжника аварийного поискового маячка, с помощью которого можно уберечь человека в условиях обвалов снежных лавин, катастроф на подъемниках. Один из известных производителей подобных маячков – RECCO – предлагает для производителей одежды их легчайший экземпляр, который не требует питания от батареек. Он встро-

ен в верхнее изделие таким образом, что его невозможно потерять, забыть или выключить.

Еще одним средством, позволяющим обеспечивать защиту спортсмена, является влагозащитность горнолыжной одежды. Для того чтобы горнолыжная одежда не промокала, при ее изготовлении применяют специальные мембранные ткани. Они обладают такими параметрами, как паропроницаемость и водостойкость. Водостойкость – это тот параметр, который отвечает за защиту от воды, попадающей снаружи на мембрану (дождь, мокрый снег и т.д.). Водостойкость показывает высоту водяного столба, которую выдерживает ткань, не пропуская воду. Паропроницаемость – это параметр, который показывает, какое количество паров воды (литров) способен пропустить квадратный метр мембраны за 24 часа. Чаще всего это усредненный показатель за длительный промежуток времени. Чем этот параметр выше, тем комфортнее одежда, т.к. чем выше ее паропроницаемость, тем ниже абсолютная влажность кожи спортсмена в условиях низкой физической активности при средних и высоких температурах. В то же время при усилении физической активности, обуславливающей высокий уровень потоотделения, конденсация влаги на внутренней стороне мембраны является более низкой. Для того, чтобы мембрана могла правильно «работать», швы изделий соединяются специальной проклеечной лентой. Это достигается с помощью операций, осуществляемых при высокой температуре.

Одной из последних разработок в области создания современной горнолыжной одежды являются сварные швы. Они соединяются с помощью высокого температурного режима, с применением специальной ленты, имеющей клеевой слой, который переносится на ткань под воздействием термопресса. При помощи лазера создаются декоративные линии для приклеивания молний. Таким образом, данная технология не допускает применения швейных ниток, а само изделие приобретает признаки высокотехнологичного объекта дизайна.

В целях устранения возможных травм при столкновениях на скоростных лыжных трассах и обеспечения защиты человека в условиях сложной местности и, в частности, на горных склонах, необходимым условием соблюдения безопасности становится быстрое определение местоположения человека на большом расстоянии и отслеживание траектории его спуска. В связи с этим горнолыжная

экипировка выполняется в яркой цветовой гамме. На фоне белого снега особенно выделяются контрастные сочетания цветов, орнаментальные ткани, неоновые цвета. Яркость, непосредственность, острота переживаний в горнолыжном спорте делает более привлекательными использование в дизайне костюма ярких диссонансных цветов, необычных обтекаемых линий, для них также характерно и отсутствие строгой геометричности.

Физиолого-гигиенические функции также имеют важное значение при проектировании одежды для горнолыжника. В этой связи анализируется степень приспособленности одежды к человеку в статике и динамике, что выражается в применении новых материалов и технологий производства [3]. В процессе проектирования важно обращать внимание на характерную позу спортсмена во время скоростного спуска с горы, которая заставляет тело человека находиться в полусогнутом состоянии. При таком расположении фигуры горнолыжника очень существенным фактором становится эргономичный крой изделий, учитывающий особенности анатомического строения человека. Во время спуска с горы тело должно находиться в полусогнутом состоянии и одежде не следует увеличивать сопротивляемость ветра. Этот факт необходимо иметь в виду при проектировании линий кроя изделий в максимальной степени. Вследствие этого создаются необходимые выточки, рельефные линии, специальные мембранные ткани со стрейчем, помогающие добиться удобства и комфорта. Если рассмотреть одежду подобного кроя на прямо стоящей фигуре спортсмена, то необходимо согнуть руки, причем на изгибах брюк колени будут казаться деформированными.

Для определения необходимых функциональных качеств (физиолого-гигиенических функций), в спортивной одежде за многие годы изучен характер движений горнолыжника, обозначены «горячие зоны» тела, проведены исследования того, как работает организм человека в интенсивных условиях.

В некоторых случаях в горнолыжной одежде становятся важными обозначительная и уравнивательная функции. Например, в командных соревнованиях применяются надписи и шевроны на куртках спортсменов-горнолыжников с указанием команды и порядкового номера участника соревнований. Одеж-

да спортсменов должна быть хорошо видна на расстоянии с четко выраженной принадлежностью к той или иной команде.

Несомненно, эстетическая функция является неотъемлемой при создании любого образца одежды. Вследствие этого горнолыжная экипировка многих известных брендов создана в соответствии с господствующими в настоящее время тенденциями моды и демонстрируется на известных показах и международных выставках, становясь образцом для подражания. Для женщин это является особенно важным аргументом, они большей степени, чем мужчины, озабочены тем, насколько привлекательно они будут выглядеть в горнолыжной экипировке. Функциональность и защитные свойства не всегда оказываются для них первостепенными. Многие известные мировые бренды, такие, как EscadaSport, Mammut, Ralph Lauren, JeanPaulGaultier, Moncler создали специальные линии одежды для горных лыж, неразрывно связав между собой высокую моду (haute couture) и спорт.

Таким образом, подводя итог, мы можем особо отметить, что при проектировании горнолыжной одежды необходимо обращать внимание на ее основные функции. К ним относятся – утилитарные (физиолого-гигиенические и защитные), обозначительные, уравнивательные, традиционные и эстетические функции.

Только благодаря комплексу технологических процедур, включающих в себя подробную проработку всего спектра функций, учитывающих разнообразные требования, применяемые к данному виду одежды, и выявляющие особенности этого вида спорта, возможно создание наиболее оптимального варианта современной горнолыжной одежды.

### Литература

1. Конопальцева, Н.М., Крюкова, Н.М., Морозова Л.В. Новые технологии в производстве специальной и спортивной одежды/Н.М.Конопальцева, Н.А.Крюкова, Л.В.Морозова. – М.: Издательство Форум, 2013. – 233с.
2. Крюкова Н.А., Конопальцева Н.М. Технологические процессы в сервисе. Отделка одежды из различных материалов. М.:ФОРУМ: ИНФРА–М, 2007.
3. Полиевский С.А. Гигиена спортивной одежды и снаряжения. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 111с.



# ОСНОВЫ МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЕ СЛОЖНЫХ ФОРМ

С.А. Брезгина

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.*

Рассмотрена возможность применения модульного проектирования для получения сложных модельных конструкций одежды. Предложена последовательность получения модельных конструкций одежды с использованием модулей. Показано многообразие модулей в одежде. На конкретном примере показан способ построения сложной модельной конструкции одежды с драпировкой. Предложены возможные пути решения задач формообразования женской одежды сложных форм

*Ключевые слова:* модуль, модельная конструкция одежды, технический рисунок, модульное проектирование.

## BASES OF MODULAR DESIGN IN WOMEN'S CLOTHING OF DIFFICULT FORMS

S.A. Brezgina

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21;*

The possibility of using a modular design for complex model designs of clothes. Proposed sequence obtain model designs clothes using modules..The variety of modules in clothes. A specific example shows how to build a complex model design clothes with drapery. The possible ways of solving the problems of formation of complex forms of women's clothing

*Keywords:* module, modular design of clothing, technical drawing, modular design.

При проектировании сложных модельных конструкций одежды возникает множество вопросов, связанных с построением, а именно переводом исходной базовой конструкции в модельную. Современная одежда часто имеет «изюминки» в виде усложненных конструктивных узлов, получить которые техническими приемами моделирования на первый взгляд невозможно. Но, как показывает опыт, при правильном подходе данный вопрос решается технически почти всегда[1].

Выполнять данные задачи представляется возможным, используя приемы так называемого модульного проектирования изделий.

Использование модуля – (от лат. *modulus* – маленькая мера) – условной единицы, принимаемой для координации размеров фигуры человека, частей здания или комплекса, предметов быта и др.– издавна используемый приём. Например, народный орнамент состоит из небольшого числа повторяющихся элементов. В архитектуре разных народов, возникнув вследствие технической необходимости, модуль стал одним из средств архитектурной композиции, которое используется для приве-

дения в гармоническое соответствие размеров целого и его частей (например, золотое сечение в античной архитектуре, Модульор в практике Ле Корбюзье). В настоящее время широкое распространение, например, получили приемы модульного обучения - способа организации учебного процесса на основе блочно-модульного представления учебной информации. САПР одежды также предпочитают весь процесс проектирования одежды разбивать на программные модули: например, в САПР Comtense: Рабочее изделие - оформление лекал, конструктивное моделирование, градация лекал, формирование комплектов, Раскладка - программа построения раскладки и другие.

В современной одежде есть предметы, которые собираются из модулей – отдельно обработанных частей одежды, соединяющихся между собой крючками, бантами, «молниями», потайными застёжками... Модули одежды – части рукава, капюшон, части деталей переда и спинки, как правило, имеют простые геометрические формы или близкие к ним. При соединении их друг с другом получаются, например, короткая юбка, юбка средней длины, длинная юбка, платье (рис.1).

<sup>1</sup>*Брезгина Светлана Аскольдовна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры "Индустрии моды и красоты" СПбГЭУ, моб.: +7 905 223 46 90, e-mail: sbrezgina@mail.ru*

Модули могут быть выполнены в виде ромбов, звёзд, цветов, птиц и соединяться между собой в предметы одежды. Вариации бесконечны, особенно при использовании материалов разных цветов для «лица» и «изнанки», выборе видимых способов соединения и др.

Итак, использование модуля — это далеко не новый приём, удачно использующийся для выделения более простых элементов в сложном, способствующий подробному отдельному их описанию и изучению. Таким образом, отметим целесообразность использования модулей и в модельной конструкции одежды для более простого ее выполнения.



Рисунок 1 – Одежда из модулей [2]

Актуальным направлением в работе над модельной конструкцией одежды представляется выделение отдельных модельных узлов – модулей, уточнение или разработка методики их проектирования, построение и дальнейшее их пристраивание к деталям/шаблонам базовых конструкций одежды. В данной статье рассматривается последовательность получения таковой, целесообразность использования которой доказывает большой практический опыт.

При проектировании новой модели одежды требуется иметь определенный объем информации о ней. Эта информация включает ряд характеристик о модели и служит основным источником знаний о ней. Большая роль здесь отводится правильно выполненному техническому рисунку модели. По техническому рисунку удобно проводить детальный анализ модели, легко выделить отдельные модули, он позволяет правильно выбрать прибавки и является основным источником информации при техническом моделировании. Технический рисунок следует выполнять с использованием каркасного рисунка фигуры и рисунка надетой на фигуру одежды (рис.2).

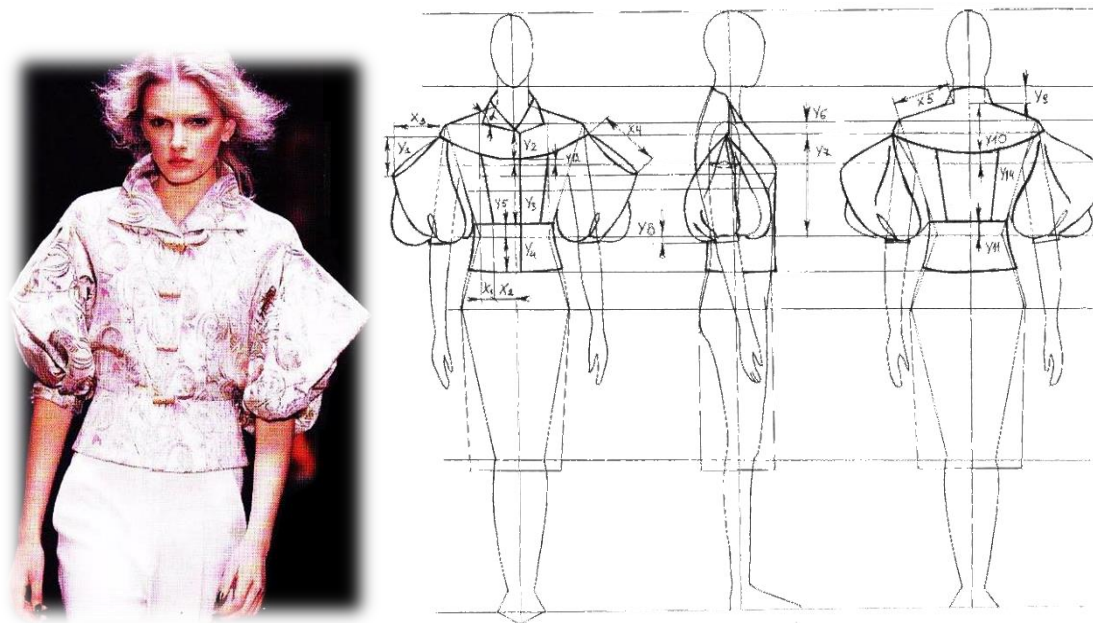


Рисунок 2 – Фотография модели одежды и её технический рисунок [1]

При выполнении технического рисунка после определения общего силуэта модели, следует последовательно отследить очертания его составных частей на виде спереди, а именно определить:

- положение линии талии в модели одежды относительно ее естественного положения (четвертая горизонталь);
- ширину линии талии в модели одежды;

- положение горловины изделия (расширенная, углубленная, естественная) и воротника;
- положения, длины, кривизны линии плеч. Посмотреть, насколько крайняя точка плеча удалена от плечевого ската, какой характер имеет линия плеча: четко прямая, сильно спущенная, приподнятая и т.д.;
- конфигурацию проймы: округлая, прямая, округлость преимущественно внизу и др.;
- глубину проймы: естественная, углубленная и т.д.;
- конфигурацию боковой линии от проймы до талии и от талии до линии бедер или до линии низа. Эта линия может повторять силуэт "песочные часы", то есть иметь сильное прилегание в области талии и расширение в области бедер, может быть спрямлена и т.д.
- линию низа в случае малого объема изделия внизу следует изображать прямой линией, при расширенном низе – плавной выгнутой линией и др.

Подобно описанию становой части изделия можно дать характеристику рукаву, воротнику, которые тоже могут иметь разные степени прилегания к телу на разных уровнях и характеризоваться конфигурацией краев.

Важным на данном этапе работы является определение конструктивных прибавок на различных уровнях. На рисунках они отражаются в виде зазоров между контурами торса и одежды. Процесс определения прибавок новой модели и их распределение по рисунку является наиболее сложно формализуемым.

Далее начинают детальную проработку внутренних линий на рисунке. Сначала, в соответствии с предложенной ранее схемой показывают горловину и застежку, воротник, затем членения сквозные и несквозные (конструктивные и конструктивно-декоративные линии, участвующие в создании формы). Потом приходит время складок и драпировок. В конце наносят отделочные строчки и детали.

При обрисовке модели одежды на фигуре становится возможным учитывать пластические свойства материалов. Плотные ткани придают четкость силуэту, а толстые и мягкие создают округлые формы. Тяжелые ткани при драпировании образуют более глубокие отвесные складки, а с помощью легких проще получить дополнительный объем.

При выполнении рисунков одежды на других видах не следует забывать о значимости вспомогательных линий, которые могут быть нанесены с целью отслеживания преемственности изображений одних модных деталей другими видами.

Таким образом, технический рисунок должен содержать всю необходимую информацию о модели, он должен отражать сведения о фигуре, материале, содержать все контурные, конструктивные и декоративные линии.

Порядок проектирования новой модельной конструкции может быть таким:

1. Получение задания (исходной информации о модели) в виде:

- модели в виде эскиза, фотографии, зарисовки, готового образца;
- первичной информации о фигуре (размер, рост, полнотная группа);
- сведений о используемом материале.

2. Выполнение технического рисунка модели одежды с использованием каркасного рисунка фигуры.

3. Определение параметров модельных характеристик проектируемого изделия в натуральную величину с использованием приемов масштабирования и пропорционирования [1,3].

4. Выделение отдельных модулей предмета одежды, выполнение которых требует использования приемов конструктивного моделирования.

5. Подготовка подробного анализа модели в виде развернутого описания, описание модулей.

6. Подбор и уточнение базовой конструкции с учетом свойств материалов.

7. Определение принадлежности проектируемых модулей модели к варианту (вариантам) конструктивного моделирования в зависимости от степени изменения базовой конструкции. Построение модулей с использованием приемов технического моделирования.

8. Пристраивание модулей (при необходимости) к чертежу базовой конструкции одежды или наложение.

9. Изготовление образца модели или макета.

Для определения наиболее правильного и короткого пути конструктивного моделирования рекомендуется подготовить "план-схему" [1, 3] преобразования детали в масштабе, например, 1:5 или 1:4. Только потом следует

выполнять моделирование на деталях в натуральную величину (1:1).

Опыт проектирования сложных модельных конструкций и их технического представления показал неудобство построения сложных модельных узлов на одном чертеже. Иногда приходится выполнять цикл модельных преобразований, условия отражения их в чертеже являются обязательными, что, конечно, ведет к трудностям его прочтения. Поэтому целесообразно выполнение модельного узла – модуля отдельно, оформляя его как фрагмент построения всей конструкции.

Нельзя также не остановиться при рассмотрении модулей на способах их соединения с базовым чертежом. Для этого далее в статье выделим основные их виды.

Нет такого учебника по конструированию одежды, который бы не касался вопросов моделирования одежды. Но наблюдается разрозненность информации, разная терминология и определения, кроме того, данные глубоко устарели. Отметим, что ни один из источников не предлагает проводить отдельное построение модельных узлов, предпочитая давать в качестве примеров проработку сложных модельных конструкций, не анализируя и не классифицируя их. А ведь те предметы одежды, что предлагает современный рынок, намного опередили научные и возможные представления о моделировании одежды (рис.3). Наряду с полученными традиционными приемами моделирования видами одежды, в последнее время появились совершенно новые. Это и изделия с оригами-элементами, и трансформируемые путем драпировки, завязывания, скручивания предметы женской преимущественно одежды на основе разных геометрических фигур, драпировки, полученные перекосом и др. Отдельными модельными модулями могут считаться и традиционные драпировки, и отдельные модельные элементы, складки, воланы, членения, отдельные модули одежды, как рукава, воротники и др. Иными словами, модули возникают, если используются приемы моделирования, видоизменяющие базовую конструкцию одежды, делающие её отличной от других.

Присоединяться к базовой конструкции выделенные модули могут разными способами в зависимости от их вида и положения в одежде. Например, такие модули, как рукава, ворот-

ники, могут присоединяться к контурным линиям базовой конструкции в области проймы и горловины соответственно. При необходимости (при получении, например, других видов рукавов или воротников), они могут объединяться с ними известными, описанными в специальной литературе, способами. Другие же модули, как драпировки, оригами-элементы, следует присоединять по-другому.



Рисунок 3 – Современная одежда с конструктивными модулями [4]

Готовые модельные узлы «накладываются», пристраиваются на подобранную базовую конструкцию одежды с подходящими к конкретному случаю характеристиками. В этих случаях необходимо на детали базовой конструкции нанести вспомогательными линиями простую геометрическую фигуру, в которую бы вписалась проекция рассматриваемого модуля, либо объединить часть проекции с внешним контуром базовой детали, чтобы получилась замкнутая фигура. Внутри данной проекции следует нанести проекционные линии складок и сгибов. Далее целесообразно вынести проекцию за пределы основной детали и вести её изменение отдельно согласно правилам конструктивного моделирования, оставляя как минимум две точки её неизменными. После того, как модуль на проекции проработан, следует «наложить» его на базовую деталь, совмещая по оставленным неизменными двум точкам. Если определённый ранее модуль соединяется с основными деталями посредством швов (проектируется членение), то после его отдельного построения возвращения на основной чертеж не требуется. Пример получения такого модуля с драпировками для заданной модели показан на рис.4 и 5.

При таком модульном выделении отдельных конструктивных и модельных элементов становится возможным следующее:

- простое воспроизведение сложных модельных узлов;
- исследование самих модельных узлов на стабильность и прогнозирование их поведения в изготовлении и эксплуатации с учетом использованных материалов;

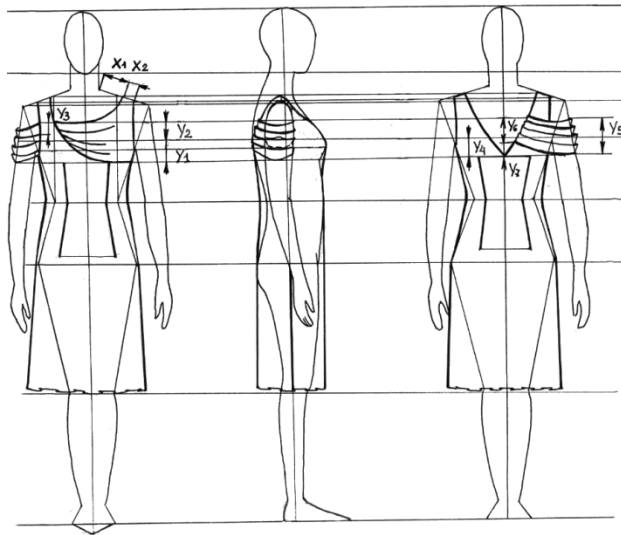


Рисунок 4 – Технический рисунок модели одежды [1]

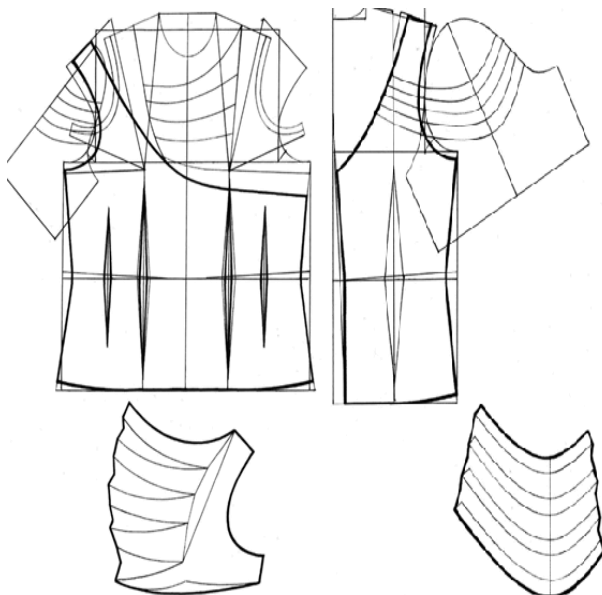


Рисунок 5 – Способ получения и оформления драпировки на чертеже [1]

- выделение геометрических характеристик модельных образований, возможность их отдельного изучения;

- легкой формализации построения в САПР сложных модельных узлов в одежде;
- классификация и унификация модельных модулей.

Учитывая огромное многообразие модельных образований, нет необходимости срочно проводить подробный их анализ и систематизировать. Принимая во внимание выше предложенную схему воспроизведения одежды с модулями, становится возможным постепенно собирать базу данных, выводя закономерности и отбрасывая лишнее. Накопленная постепенно таким образом информация даст предпосылки к дальнейшему развитию моделирования в САПР одежды, приведёт к уточнению или разработке методик проектирования модельных узлов, одежды новых видов, а также сделает возможным комплексное исследование свойств модельных образований в одежде с учетом свойств материалов.

### Литература

1. Брезгина С.А. Конструктивное моделирование одежды. Определение и обработка исходной информации для моделирования. Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. – 139с
2. Теоретические основы дизайна одежды./ Электронный ресурс URL: [www.atlanticrus.ru/](http://www.atlanticrus.ru/) Дата обращения 20.08.2014.
3. Лабораторный практикум по конструированию одежды с элементами САПР: Учеб.пособие для вузов/ Е.Б. Коблякова, А.И. Мартынова, Г.С.Иевлева и др. – 2-е изд., перераб. и доп. Под ред. Е.Б. Кобляковой. – М.: Легпроибытгиздат, 1992.- 320с.: ил.
4. Nakamichi Tomoko Pattern magic. 2005. – 96с../ Электронный ресурс URL:[www.knigka.info/2009/05/05/pattern-magic.html](http://www.knigka.info/2009/05/05/pattern-magic.html) /Дата обращения 20.08.2014.
5. Брезгина С.А. Оценка и прогнозирование драпировок в женских моделях сложных форм. Всероссийская научно-практическая конференция «Формирование университетских комплексов – путь стратегического инновационного развития образовательных учреждений». Том 3. Сборник научных трудов.– СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2008.- с.133-137

## ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРНОГО ПРИЗНАКА ДТП<sub>2</sub> НА БАЛАНС ЖЕНСКОГО ПЛЕЧЕВОГО ИЗДЕЛИЯ

И.А. Радченко<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.*

Рассмотрены вопросы некорректного применения терминов размерных признаков и погрешностей передне-заднего баланса женского плечевого изделия. Проведен анализ и определены правила измерения нового размерного признака – длины от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи, параллельно средней линии переда, с учетом выступания грудных желез, до уровня линии талии, по отвесу.

*Ключевые слова:* проектирование одежды, плечевое изделие, индивидуальный потребитель, размерные признаки.

### INFLUENCE OF THE ERROR OF MEASUREMENT OF THE DIMENSIONAL SIGN OF DTP<sub>2</sub> ON BALANCE OF THE FEMALE HUMERAL PRODUCT

I.A. Radchenko

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21;*

The problems of incorrect application of the terms of dimensional signs and errors front-rear balance of women's garments. The analysis and measurement rules defined for the new dimension of feature - length from the highest point of the projected shoulder seam at the base of the neck, parallel to the median line in front, with the protrusion of the breast, to the level of the waist line, plumb.

*Keywords:* design of clothes, humeral product, individual consumer, dimensional signs.

Проектирование одежды сегодня направлено на непрерывное совершенствование вопросов конструирования швейных изделий на нетиповые фигуры с учетом их индивидуальных особенностей. Но современное промышленное производство рассчитано на изготовление одежды на типового потребителя с усредненными показателями, типового телосложения, то есть на типовую фигуру. Типовая, условно-пропорциональная фигура характеризуется определенными пропорциями тела, нормальной осанкой и значениями ведущих размерных признаков, определяемыми стандартами с усредненной информацией об особенностях телосложения индивидуальных фигур [10].

Как отмечено в исследованиях антропологов – всего 25÷30% населения соответствуют таким показателям [13]. То есть, примерно 70-75% населения, фигуры которых имеют отклонения от типового телосложения, остаются неудовлетворенными продукцией швейной отрасли. Хотелось бы обратить внимание, что промышленное (массовое) производство одежды работает по заказам торговой сети, а потре-

бителем одежды в конечном итоге является конкретный человек. В тоже время покупатели от торговой сети требуют больше внимания к индивидуальным потребностям. Так, растут требования не только к качеству изготовления одежды, но и к разработке индивидуального стиля, к созданию имиджа, с учетом личностных качеств, социальных возможностей потребителя.

Актуальным будет всегда – непрерывное совершенствование вопросов проектирования швейных изделий на нетиповые фигуры с учетом их индивидуальных особенностей. Для конструирования одежды на индивидуального потребителя активно применяется Единый метод конструирования одежды, разработанный ЦОТШЛ (центральной опытно-технической швейной лабораторией) еще в 1966-67 г. Для метода характерно применение размерных признаков, измеряемых непосредственно на фигуре заказчика, а так же учет телосложения фигуры человека. [11].

<sup>1</sup>Радченко Ирина Александровна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры ИМК факультета креативных индустрий СПбГЭУ, моб.: +7 921 872 87 63, тел.: 8 (812) 272-01-22, e-mail: radchirinaleks@yandex.ru; Guse.iddpi.uch@yandex.ru

Метод ЦОТШЛ постоянно совершенствуется, но все же возникают вопросы, требующие решения. Например, вопросы терминологии и определения баланса изделия. Баланс плечевого изделия является главным показателем в системе качества одежды. В различных словарях понятие баланс сводится к одному – это равновесие или уравнивание

Например, в терминологическом словаре одежды [6], это «(франц. *balance*, букв. – вес) – равновесие. В одежде – уравнивание передней и задней частей одежды. Зависит от осанки и особенностей фигуры человека, устанавливается путем правильного расчета конструкции изделия».

В различных учебных пособиях по дисциплинам в области конструирования одежды, баланс изделия рассматривается, как соответствующее фигуре, уравновешенное положение переда и спинки, точное положение плечевых и боковых швов, правильные соразмерность и соотношение основных и дополнительных деталей изделия [2,3,5,8-10]. Внешне сзади и спереди детали одежды должны быть уравновешены, то есть не должна быть вздернутой задняя деталь швейного изделия, и наоборот, – передняя. Считается, что в основе таких нарушений посадки лежит неправильное определение баланса в процессе конструирования изделия. Особого внимания требует правильное определение вертикального передне-заднего (бпз) баланса плечевого изделия с помощью основных балансовых размерных признаков [1, 2-6, 8-13]: ширина груди – Шг; расстояние от линии талии сзади до высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи –  $Дтс_2$ ; расстояние от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи до линии талии спереди –  $Дтп_2$ ; ширина спины – Шс.

Согласно стандарта [1, 2],  $Дтс_2$  приравнивается к измерению 43  $Дтс_1$ , а  $Дтп_2$  приравнивается к измерению 36а  $Дтп$ .

Необходимо обратить внимание на не корректное определение размерных признаков  $Дтс_1$  и  $Дтп$ , «как расстояние», в ГОСТ Р 52771 – 2007 «Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды» [1,8]. Понятие расстояние – геометрическое понятие. Расстояние между двумя точками – длина соединяющего их отрезка прямой, расстояние от точки до прямой (или плоскости) – длина отрезка перпендикуляра, опущенного на данную прямую (плоскость) [14].

Поэтому следует изменить определение этим размерным признакам – как длина от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи до линии талии спереди –  $Дтп$ , и длина от линии талии сзади до высшей точки проектируемого плечевого шва у основания

шеи –  $Дтс_1$ . В науках связанных с построением чертежей, понятие длина рассматривается в зависимости от применения. Так, длина отрезка прямой – расстояние между его концами, длина ломаной – сумма длин ее звеньев, длина дуги кривой – предел длины вписанной в нее ломаной, когда число ее звеньев неограниченно возрастает, причем длина каждого звена стремится к нулю [14].

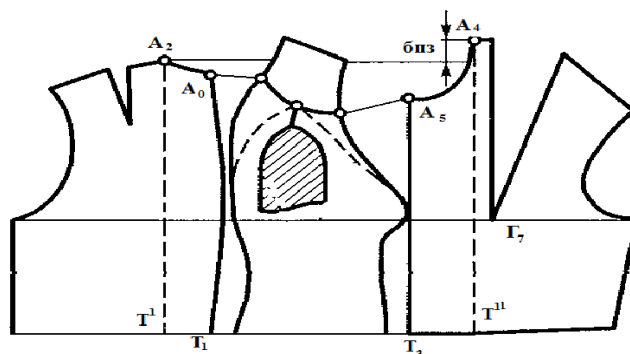


Рисунок 1 – Определение передне-заднего (бпз) баланса

Важной характеристикой конструкции является величина переднезаднего баланса (бпз), определяемая разницей уровней высшей точки горловины переда (точки  $A_3$ ) и горловины спинки ( $A_2$ ). Величина передне-заднего баланса определяется с учетом понижения линии талии спереди и зависит от размера фигуры, осанки, от степени кривизны торса со стороны переда и спины и степени выступания грудных желез. При более выпуклой передней части торса – баланс положительный, при одинаковой кривизне – нулевой, при выпуклой (сутуловатой) спине – отрицательный. Проверяют правильность найденных балансовых точек  $A_2$  и  $A_3$  сопоставлением отрезков  $T^1A_0$  и  $T^{11}A_4$  соответственно с измерениями  $Дтс_2$  и  $Дтп_2$ , (рис. 1 и 2). В малых размерах (84...88) типовых фигур значение баланса не превышает 2...3 см, и может быть равно 0 см, если фигура относится к кифотическому (сутулому) типу. У лордотических типов фигур (перегибистых) значение баланса равна в этой группе размеров 3...4 см [10].

В определении баланса изделия решающим фактором является осанка человека. Тип осанки по методу ЦОТШЛ определяют по соотношению размерных признаков  $Дтп_2$ ,  $Дтс_2$ , Шс, Шг индивидуальной и типовой фигур. Для этого определяют значения  $\Delta^1$  и  $\Delta^2$ :

$$\Delta^1 = (Дтп_2 - Дтс_2)_{инд.} - (Дтп_2 - Дтс_2)_{тип.}$$

$$\Delta^2 = (Шс - Шг)_{инд.} - (Шс - Шг)_{тип.}$$

Если  $\Delta^1 = -1 \dots 1$  см,  $\Delta^2 = -0,5 \dots 0,5$  см – осанка нормальная;  $\Delta^1 \leq -0,9$  см,  $\Delta^2 \geq 0,6$  см – осанка сутулая;  $\Delta^1 \geq 1,1$  см,  $\Delta^2 \leq -0,6$  см – осанка перегибистая.

Если в результате расчетов получаются значения  $\Delta^1$  и  $\Delta^2$ , противоречащие друг другу, то за основной показатель принимают  $\Delta^1$ , предварительно проверив правильность измерений признаков, характеризующих осанку.

При использовании обуви на высоком каблуке осанка фигуры становится более выпрямленной, а баланс конструкции увеличивается [4]. Таким образом, если изделие проектируется на типовую фигуру и предполагается носить с обувью на каблуках, отрезок  $T_3A_3$  увеличивают на величину, равную  $\Delta\delta$ . Величины изменения баланса конструкции  $\Delta\delta$  в зависимости от высоты каблука обуви приведены в табл. 1. Так определяется значение баланса плечевого женского изделия.

Таблица 1 – Величина изменения переднезаднего баланса конструкции в зависимости от высоты каблука

Высота каблука, см	0	3...4	7...8	9...10
$\Delta\delta$ , см	0	0,2	0,5	1,0

Анализ техники измерения размерного признака  $D_{тп2}$  или аналогичного из стандарта [1] –  $D_{тп}$  показал, что положение сантиметровой ленты относительно тела измеряемой и откладывание значений этого размерного признака на соответствующих участках чертежа конструкции приводит к некоторой погрешности. То есть, размерный признак  $D_{тп2}$  измеряют от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи до выступающей точки грудной железы и далее до линии талии спереди, при этом лента прилегает к линии талии. Но основа конструкции плечевого изделия имеет ниже линии груди прямую объемную форму, не прилегающую к телу измеряемой, на уровне линии талии. Этот фактор дал основание проверить, как влияет такая погрешность на баланс плечевого изделия (рис. 2).

На рисунке 2 показана схема прокладывания сантиметровой ленты:

1). Вид сбоку – при измерении  $D_{тп2}$  сантиметровая лента прилегает к линии талии на фигуре в точке  $T_3$ . Но при построении чертежа конструкции плечевого изделия от точки  $T_3$  вверх, вертикально по средней линии переда откладывают значение измерения  $D_{тп2}$ , то есть  $T_8A_3 = D_{тп2} + Pd_{тс} + U$ , где  $U$  – припуск на уработку, наложение и толщину тканей.  $U = 0,5...2,5$  см (  $0,5...2,5$  см в зависимости от вида изделия: 0,5 см – для платья с застежкой спереди; 1,0... 1,5 см – для жакетов; 1,5... 2,0 см – демисезонных пальто; 2,0... 2,5 см – для зимних пальто).

Точка  $A_3$  — высшая точка горловины переда. Если перед имеет разрез посередине, то

для лучшего прилегания изделия среднюю линию переда в верхней части на участке  $\Gamma_3A_3$  отводят влево от точки  $A_3$  на величину  $A_3A_{31} = 0,5... 1,0$  см (эта величина изменяется в зависимости от вида изделия: 0,5 см – для платья; 1,0 см – для пальто). Линия  $A_{31}\Gamma_3T_8$  – средняя линия полочки с разрезом посередине. Средней линией неразрезной посередине полочки является вертикаль  $A_3T_8$ .

На примере типовой фигуры с размерными признаками  $P = 176$  см,  $O_{г3} = 128$  см,  $O_{т} = 113,0$  см,  $C_{г} = 25,4$  см;  $D_{тп} = 52,8$  см,  $B_{г} = 36,4$  см, 2-я полнотная группа, проверим как влияет погрешность  $\Delta_1$  на значение баланса изделия.

$\Delta_1 = d_1 - d_2$ , где  $d_1$  – это диаметр обхват груди третьего, а  $d_2$  – диаметр обхвата талии.

Если рассматривать обхвата груди и талии, как окружности, то  $O_{г3} = d_1\pi$  и  $O_{т} = d_2\pi$ , тогда  $d_1 = O_{г3}/\pi$  и  $d_2 = O_{т}/\pi$ .

$$\Delta_1 = O_{г3}/\pi - O_{т}/\pi = (O_{г3} - O_{т})/\pi.$$

Подставив в формулу значения измерений, получаем:

$$\Delta_1 = (O_{г3} - O_{т})/2\pi = (128 - 113)/3,14 = 4,8 \text{ см.}$$

Тогда отрезок  $\Gamma_7 T_3$  будет равен  $\sqrt{(\Gamma_7 T_3)^2 - \Delta_1^2}$ ,

$$\text{где } \Gamma_7 T_3 = D_{тп} - B_{г} = 52,8 - 36,4 = 16,4 \text{ см.}$$

$$3 \Gamma_7 = \sqrt{(\Gamma_7 T_3)^2 - \Delta_1^2} = \sqrt{(16,4^2 - 4,8^2)} = 15,6 \text{ см.}$$

Значит, измерение  $D_{тп}$  удлиняет перед от линии груди до линии талии на значение  $\Gamma_7 T_3 - 3 \Gamma_7 = 16,4 - 15,6 = 0,8$  см, а баланс изделия будет увеличен на это значение.

2). Вид спереди. При измерении  $D_{тп2}$  ( $D_{тп}$ ) сантиметровую ленту сначала прокладывают от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи до выступающей точки грудной железы, то есть ленту прокладывают по наклонной от точки  $A_4$  до выступающей точки груди  $\Gamma_7$  (рисунок фигуры – вид спереди). Но при построении чертежа конструкции плечевого изделия от точки  $T_3$  вверх вертикально по средней линии переда откладывают значение измерения  $D_{тп2}$ . На примере этой же типовой фигуры с размерными признаками  $P = 176$  см,  $O_{ш} = 42,8$  см,  $O_{г3} = 128$  см,  $O_{т} = 113,0$  см,  $C_{г} = 25,4$  см;  $D_{тп} = 52,8$  см,  $B_{г} = 36,4$  см, 2-я полнотная группа, проверим как влияет погрешность  $\Delta_2$  на значение баланса изделия (рис. 2).

$$\Delta_2 = 0,5 C_{г} - A_3A_4$$

Ширина горловины спинки равна  $A_0A_2 = C_{ш}/3 + 0,5 + P_{шгс}$ , где свободный член 0,5 см компенсирует неточность упрощенного расчета.

Для типовых фигур больших размеров ( $O_{г3} = 108...136$  см) ширину горловины спинки увеличивают дополнительно с учётом жировых



отложений, характерных для таких фигур, на 0,5...0,7 см:

$$A_0A_2 = Cш/3 + (1,0 \div 1,2) + Пшгс.$$

Тогда ширина горловины переда  $A_3A_4$  (A<sub>3</sub>), например, для изделий с целым передом будет равна  $A_3A_4 = A_0A_2 - (0,5 \div 0,8)$  см.

$$A_3A_4 = A_0A_2 - (0,5 \dots 0,8) = 21,4/3 - (0,5 \dots 0,8) = 6,3 \dots 6,6 \text{ см.}$$

$$\Delta_2 = 0,5 Цг - A_3A_4 = 12,7 - 6,3 \dots 6,6 = 6,1 \dots 6,4 \text{ см.}$$

Отрезок  $A_4I$  будет равен

$$\sqrt{(Bг^2 - \Delta_2^2)} = \sqrt{(36,4^2 - 6,4^2)} = 35,8 \text{ см.}$$

Значит, измерение  $Дтп$  удлиняет перёд от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи сбоку до выступающей точки груди на значение  $Bг - A_4I = 36,4 - 35,8 = 0,6$  см, а баланс изделия будет увеличен на это значение.

В общей сложности баланс изделия будет увеличен на значение:

$$Дтп - (A_4I + Г_7/3) = 52,8 - (35,8 + 15,6) = 1,4 \text{ см.}$$

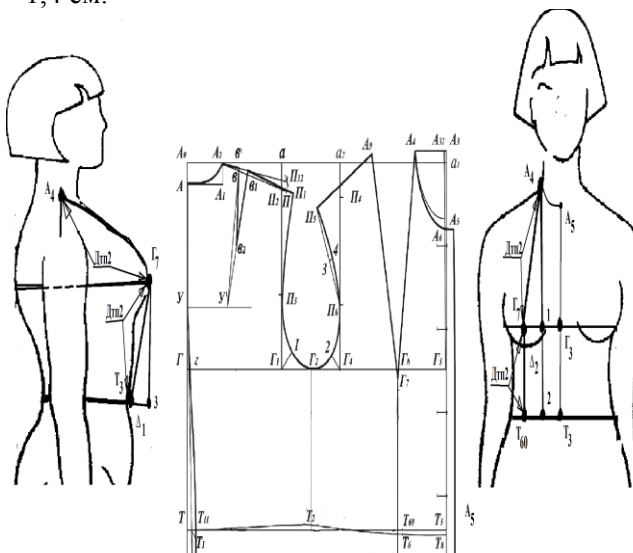


Рисунок 2 – Влияние погрешности размерного признака  $Дтп_2$  на баланс плечевого изделия

Следует учесть, что с увеличением полнотной группы значение этой разницы будет увеличиваться.

Вывод. Для построения более точных чертежей конструкций женских плечевых изделий, необходимо или выполнять перерасчет и корректировку нового значения  $Дтп$  или  $Дтп_2$  или ввести новый размерный признак  $Дтп^1$  ( $Дтп_2^1$ ). Размерный признак  $Дтп^1$  ( $Дтп_2^1$ ) следует измерять от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи, параллельно средней линии переда, с учетом выступания грудных желез, до уровня линии талии, по отвесу. Выступание грудных желез следует учитывать, прокладывая линейку на уровне высту-

пания грудных желез. В этом случае, измерение будет выполнено в соответствие с внешней формой основы конструкции женского плечевого изделия.

Это фактор рекомендуется учитывать для фигур больших размеров, с  $Ог_3$  более 108 см, а также для фигур больших полнотных групп – третьей и более.

### Литература

- ГОСТ Р 52771 - 2007 «Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды».
- ЦОТШЛ. Единый метод конструирования женской плечевой одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения. ЦБНТИ, Часть 1. Основы конструирования плечевых изделий. – М.: ЦБНТИ, 1989.
- ЦОТШЛ. Методические рекомендации по конструированию одежды на полные фигуры. – М.: ЦБНТИ, 1977.- 79с.
- Бескаравайная Г.П. Конструирование одежды для индивидуального потребителя: учеб. пособие. М., 2001.
- Козлова Е.В. Конструирование одежды. Часть 1. Конструирование женской плечевой одежды с втачными рукавами: учебное пособие / Козлова Е.В., Коваленко Е.В., Анисимова Н.В. - СПб: Изд-во СПбГУЭС, 2006.- 142.
- Куренова С.В. Конструирование одежды: учебное пособие / Куренова С.В., Савельева Н.Ю. - Ростов н/Д: Феникс, 2003.- 480с.
- Терминологический словарь одежды : Ок. 2000 слов / Л. В. Орленко, 344 с. 21 см., М. Легпромбыт-издат 1996.
- Типовые фигуры женщин. Размерные признаки, адаптированные к Единому методу конструирования. - М.: ИИМ, 2006.
- Тихонова Т. П., Шершнева Л. П. Уточнение чертежей деталей одежды примерками: практическое пособие. М., 2001.
- Шершнева Л.П., Ларькина Л.В. Конструирование одежды: Теория и практика: Учебное пособие. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. - 288 с. - (Высшее образование).
- Шершнева Л. П., Пирязева Т.В., Ларькина Л.В. Основы морфологии и биомеханики человека. М., 2002.
- Фалько Л.Ю. Индивидуальный стиль в одежде [Текст]: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2010. – 136 с.
- [http://abc.vvsu.ru/Books/l\\_netipov/](http://abc.vvsu.ru/Books/l_netipov/) Болдовкина О.С. Проектирование одежды на нетиповые фигуры.
- <http://enc-dic.com> Современная энциклопедия.

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШВОВ НА РАСТЯЖИМОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНИЧЕСКИХ ЮБОК

Е.А.Сокура<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.*

В статье рассмотрена проблема влияния вертикальных швов на растяжимость деталей конических юбок при изготовлении. Доказана нестабильность длины швов в зависимости от направления их выполнения. Предложены способы изучения растяжимости швов в деталях в направлениях, отличных от основного, а также показана необходимость корректировки деталей конических юбок со швами уже стадии их построения.

*Ключевые слова:* направление шва, конические юбки, деформация растяжения, масса.

## ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SEAMS ON STRETCH SKIRTS IN THE MANUFACTURE OF CONICAL PARTS

E.A. Sokura

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21*

The article deals with the problem of influence of vertical seams on stretch tapered skirts in the manufacture of parts. Proven instability of the length of the stitches, depending on the direction of their execution. Suggested ways to explore the stretch stitches in details in directions other than the primary, and also shows the need to adjust the details of conical skirts with seaming is already under construction.

*Keywords:* direction of the weld, conical skirts, deformation of the stretching and weight.

В процессе изготовления детали одежды испытывают влияние комплекса сторонних факторов, сопутствующих необходимым технологическим этапам, как раскрой, временное и/или постоянное соединение деталей, влажно-тепловая обработка и др. В данной статье рассматривается влияние швов на деформацию растяжения деталей женских конических юбок.

Внешний вид этих юбок напоминает усечённый конус, конструкция которого состоит из дуг, соответствующих линиям талии, бёдер и низа (рисунок 1). В качестве материала для исследования выбраны синтетические ткани (100% ПЭФ) полотняного переплетения с приблизительно одинаковой линейной плотностью по обеим системам нитей. Данные условия позволяют подробно изучить влияние характеристик шва на внешний вид данной драпировки.

Ранее, [1] были даны подробные характеристики коническим юбкам разных видов, материалам, которые используются для них, доказано неравномерное изменение длины конических юбок в процессах изготовления и эксплуатации, построенных по стандартным методикам, объяснены причины и предложены

рекомендации по корректировке деталей конических юбок на ещё на стадии их построения.

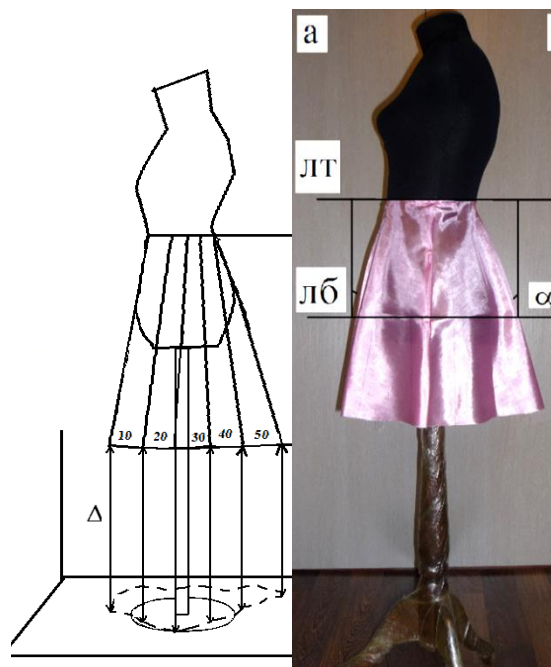


Рисунок 1 – Схема измерения деформации растяжения деталей конических юбок во времени ( $\Delta$  – расстояние от линии низа юбки до пола)

<sup>1</sup>Сокура Елена Александровна – аспирант направления подготовки 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн, СПбГЭУ, моб.: +7 952 224 01 33, e-mail: sokuraelena@yandex.ru

Поскольку конические юбки относятся к свободно висящим драпировкам, выделим следующие параметры оценки драпировок:

- конструктивные - место закрепления – начало, конец; контур линии низа; количество складок; ширина драпируемой поверхности (по модели);
- обусловленные свойствами материала - толщина; переплетение; масса и др.;
- описательные параметры -направление (угол) края и др.;
- подвижность складок – их провисание под действием собственной силы тяжести;
- характер складок – жёсткие или мягкие;
- степень симметричности относительно центральной оси детали.

Наиболее важными из них являются место закрепления, толщина и характеристика массы, характер складок. Возникающие швы прямо или косвенно влияют на все параметры, что также должно приниматься во внимание при получении конических юбок. Юбка типа «солнце» не имеет швов, «полусолнце» – один шов (средний), «большой колокол», «средний колокол», «малый колокол», «клёш», «большой клёш» – два шва (боковые). Рассмотрим влияние швов на примере конических юбок, имеющих один или два вертикальных шва, типов «полусолнце», «колокол», «клёш».

При изготовлении конических юбок следует учитывать, что вертикальные швы в деталях располагаются «под углом», причем в вариантах «колокол» и «клёш» эти углы являются острыми, возникает так называемый «кошой край» деталей. При соединении подобных деталей растяжимость усугубляется. Рассмотрим возможные виды швов, используемые для соединения деталей конических юбок.

Существует два вида ниточного соединения материалов – ручные и машинные стежки и строчки, в каждом из которых есть множество подвидов. В проектируемых конических юбках используются стачные швы, а именно с разутюживанием и заутюживанием припусков, с обметыванием или без обметывания срезов (рисунок 2).

Процесс изучения швов проводился в два этапа. Сначала было решено исследовать небольшие образцы материалов размерами 10 см х 10 см в соответствии с условиями выполнения: образцы выкраивались в продольном, поперечном и диагональном направлени-

ях. Затем одинаковые образцы соединялись парно машинным и ручным способами для образования швов. Далее замерялась масса образцов и ниток на электронных весах, оценивалась возможная деформация образцов в направлениях шва. Полученные данные представлены в виде сводной таблицы 2.

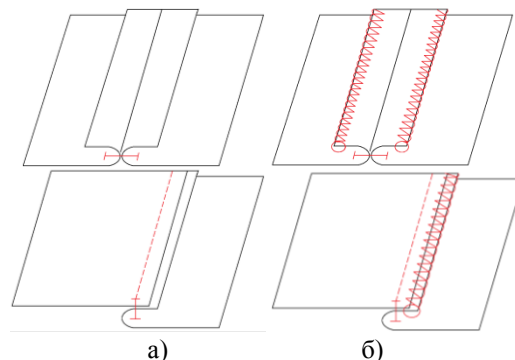


Рисунок 2 – Стачные соединительные швы: а) с разутюживанием срезов; б) с заутюживанием срезов

Назначение этих швов – соединение деталей верха изделия, геометрические параметры (технические условия выполнения) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические характеристики стачных швов

Параметры/Виды швов	Машинные	Ручные
Ширина шва, мм	10	10
Длина стежка, мм	3	7
Частота строчки на 10 мм	3	1-1,5

Из данных таблицы 2 видно, что длина строчки, выполненной в диагональном направлении, больше, чем в продольном, совпадающим с нитями основы, и в поперечном. Данные таблицы подтверждают растяжение тканей в направлениях, отличных от ортогональных.

Длина ниток для ручных строчек короче, чем для машинных. Причем длина ниток машинной строчки для образца размером (10×10) см приблизительно на 1,5 см больше ручной строчки, как для продольного, так и для поперечного и диагонального направлений.

Длина шва изменяется по сравнению с исходными размерами образцов: по основе укорачивается, а по другим направлениям увеличивается. В ходе работы диагональные швы

выполнялись двумя способами: одни получали, исключая возможное растяжение при стачивании, а другие наоборот, при соединении образцов принудительно растягивали. В первом случае длина шва увеличилась на 2мм, а во втором на 5 мм. Нетрудно таким образом подсчитать

возможное удлинение швов настоящих конических юбок при изготовлении, принимая во внимание большую по сравнению с образцом протяженность, площадь, а соответственно массу деталей.

Таблица 2 – Характеристика образцов со швами

Виды швов	Ручные			Машинные		
	Вдоль нити основы	Вдоль нити утка	Под углом 45° к нити основы	Вдоль нити основы	Вдоль нити утка	Под углом 45° к нити основы
Направление кроя/Параметры						
Масса образца материала, г	0,43	0,42	0,39	0,42	0,42	0,39
Масса ниток строчки, г	0,04 / 5 = 0,008	0,04 / 5 = 0,008	0,05 / 5 = 0,01	0,04 / 5 = 0,008	0,04 / 5 = 0,008	0,05 / 5 = 0,01
Длина стачного шва, см	10,0	10,0	10,1	9,8	10,05	10,2
Длина нитки строчки верхняя, см	9,90	10,10	10,37	11,36	11,42	11,68
Длина нитки строчки нижняя, см	-	-	-	10,44	10,48	10,56
Масса образца материала со строчкой, г	0,43	0,43	0,40	0,43	0,43	0,40
Масса образца со стачным швом с разутюживанием срезов, г	0,83	0,83	0,79	0,83	0,83	0,79
Масса образца со стачным швом с заутюживанием срезов, г	0,84	0,83	0,79	0,84	0,84	0,8

Более удовлетворительные данные дал образец с комбинированным стачным швом для диагонального направления, где сначала прокладывалась ручная строчка фиксированной длины (без растяжения образца), а затем выполнялась машинная строчка. После нитки ручной строчки удаляли и измеряли длину машинной строчки. В этом случае удлинение составило лишь 0,1 см на образце (10×10) см для направления под углом 45°.

Кроме вышеописанных испытаний было проведено выявление максимально возможной растяжимости шва машинной строчкой, для чего параметры строчки изменили: увеличили частоту стежка до 5 на 10 мм строчки. В результате получены результаты, которые позволяют судить о возможных деформациях деталей конических юбок в изделиях при изготовлении при неправильно подобранных условиях выполнения швов: деформация растяжения в диагональном направлении выросла до 10мм на 10см образце, в направлении нитей утка не изменилась, а в направлении основы

наблюдается укорочение строчки до 9,6см. Уменьшение длины шва в направлении нити основы было отмечено и в предыдущем испытании. Таким образом, при выполнении разнонаправленных швов в изделиях следует учитывать возможно разную, отличную друг от друга деформацию, и подбирать подходящие условия их выполнения в разных направлениях.

По результатам проведенной работы предложена зависимость для расчета длины ниток в шве  $L_{нш}$ , см в различных направлениях выполнения:

$$L_{нш} = L_{но} \cdot L / 10, \quad (1)$$

где:  $L_{но}$  – длина ниток в образце, см;  $L$  – длина шва, см; 10 см – длина образца.

Например, для шва длиной 50 см с учетом полученных данных длины ниток ручного стачного шва:

$$L_{нш} = 9,9 \cdot 50 / 10 \approx 49,5 \text{ см.} \quad (2)$$

Помимо изучения растяжения вертикальных швов в конических юбках, было решено выявить возможное влияние массы ниток шва на растяжимость швов, для чего масса ни-

ток в шве и без измерялась отдельно. Результаты показали ничтожно малые величины, которые не оказывают большого влияния на увеличение массы детали в районе шва. При правильном подборе ниток (в соответствии с характеристиками тканей) влияние массы ниток можно не учитывать.

При необходимости можно рассчитать массу ниток в шве  $M_n$ , г, по формуле:

$$M_n = m \cdot L / 10, \quad (3)$$

где:  $m$  – масса ниток образца со строчкой размерами 10 см x 10 см, г;  $L$  – длина шва, см.

Пример расчета массы ниток стачного шва:

$$M_n = 0,01 \cdot 50 / 10 \approx 0,05 \text{ г.} \quad (4)$$

Формулу (3) можно использовать, например, при изучении драпировки юбки при расчете увеличения массы всего изделия при обработке низа машинными строчками.

Можно таким образом сделать вывод, что на величины деформации деталей юбки при изготовлении значительное влияние оказывает скорее не масса ниток, а жесткость швов, которая возникает при уплотнении ткани в строчке. Особенно это актуально при обработке низа изделия.

На последнем этапе был подготовлен образец конической юбки «клёш» длиной 40 см (в натуральную величину) из такой же ткани. Боковые швы под углом в  $20^\circ$  выполнялись машинным способом с частотой стежка 3 на 10мм строчки. По аналогии с предыдущими испытаниями оценивалось изменение длины бокового шва и измерялась длина ниток шва. Длина бокового шва увеличилась на 2 см по сравнению с исходным размером, что позволяет предположить в направлении шва под углом  $45^\circ$  ещё большую деформацию.

Таким образом, основными результатами работы следует отметить следующее:

- при выполнении вертикальных швов в конических юбках возникает деформация растяжения, причем самая большая в диагональных направлениях. Снизить растяжимость можно, зафиксировав ручной строчкой прорабатываемый шов. При этом сначала следует измерить длину шва необходимую, по лекалам, затем подготовить нитку для ручной строчки нужной длины, выполнить ручную строчку, «посаживая» деталь по шву. Видимую посадку можно устранить утюжкой. Далее, близко к ручной прокладывают машинную строчку.

Ручную строчку удаляют. Шов подвергают влажно-тепловой обработке;

- обнаружено гораздо большее удлинение боковых швов в конической юбке в натуральную величину, чем в образцах в пересчете на длину юбки. Скорее всего, значительное влияние здесь оказала другая геометрия детали – усеченный конус, где количество перерезанных, более свободных, нитей больше, чем закрепленных;

- показана необходимость определения длин швов в конических юбках разных видов и поиска путей предварительного их расчета с учетом поправочных коэффициентов, исходя из исследования малых по размерам образцов материалов;

- в статье также изучались стачные швы с обработанными от осыпания срезами с разутюживаем и заутюживанием припусков. Второй вариант предпочтительнее, поскольку обработка срезов выполняется после стачного шва и не может повлиять на его растяжение;

- выявлена необходимость корректировки методик построения конических юбок разных видов по линии талии, низу и по линиям вертикальных швов.

- при выполнении швов в конических юбках следует внимательно подходить к выбору ниток, а также параметров ниточных соединений. Шов должен остаться достаточно эластичным и прочным.

### Литература

1. Брезгина С.А Сокура Е.А Оценка драпировки - свободно висящие падающие складки - на примере конических юбок. Техничко-технологические проблемы сервиса. Научно-технический журнал, №2 2013г., с. 70-74
2. Смирнова Н.А., Перепелкин К.Е., Койтова Ж.Ю., Борисова Е.Н., Смирнов А.В. Способ определения драпируемости текстильных материалов // Патент России № 2119667. 1998.
3. Морилова Е.В., Смирнова Н.А., Колмогорова Т.А., Хохлова Е.Е. Способ определения анизотропии изменений линейных размеров тканей при раскрое (разрезании) // Патент России № 231163. 2006.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОГИДАВЛИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ АДАПТИВНОЙ БУРИЛЬНОЙ МАШИНЫ

М.А. Лемешко<sup>1</sup>, Р.Ю. Волков<sup>2</sup>

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета (ИСОиП (филиал) ДГТУ),  
346500, Шахты, ул. Шевченко, 147*

В статье рассмотрены вопросы оптимизации адаптивного процесса бурения методом моделирования работы бурильной машины. Изложен новый метод моделирования работы гидропривода бурильной машины на основе электрогидравлической аналогии. Приведены сведения о некоторых результатах исследований адаптивного процесса бурения.

*Ключевые слова:* вращательное бурение, моделирование процесса бурения, электрогидравлическая аналогия, оптимизация процесса бурения.

## THE USE OF THE METHOD ELECTROHYDRAULICALLY ANALOGY FOR SIMULATION OF ADAPTIVE DRILLING MACHINES

M.A. Lemeshko, R.Ju. Volkov

*Institut service sector and enterprise (branch) of the Don State Technical University  
(ISOiP (branch) DGTU), 346500, Schachty, str. Shevchenko, 147*

In the article the questions of optimization of adaptive drilling process method for simulating drilling machines. Set forth a new method of simulating the operation of the hydraulic drilling machine is based on an electrohydraulic analogy. Provides information about some of the results of studies of adaptive drilling process.

*Keywords:* rotary drilling, modeling of storm deposits, electro-hydraulic analogy, optimization of drilling process.

Для различных задач при строительстве, в геологии, горном деле, при проходке туннелей и путепроводов, при бурении скважин используются бурильные машины. Одними из наиболее распространенных типов таких машин - являются машины вращательного действия. Эффективность эксплуатации этих бурильных машин зависит от соответствия режимов их работы условиям эксплуатации. К таким условиям относятся: однородность буримого материала, его прочность и вязкость, наличие включений, глубина бурения, износ режущего инструмента (коронки) и др. В процессе бурения эти условия непредсказуемым образом меняются и для поддержания наиболее рациональных режимов бурения необходимо адекватно регулировать привод бурильной машины. Бурение обеспечивается двумя связанными через процесс технологическими движениями, вращением буровой штанги и её подачей в направлении бурения. Соотношение и величина этих параметров должны быть регулируемы.

При этом основным принципом управления процессом бурения является обеспечение рациональных режимов работы бурильной машины, адекватно изменениям условий бурения в пределах силовых, мощностных и динамических ограничений.

Сложность решения задачи по оптимальному управлению режимами работы бурильной машины связана с необходимостью изменять режимы бурения в соответствии с изменением физико-механических свойства буримого материала и с учетом износа режущей части. Одним из направлений автоматического управления процессом бурения является использование машин имеющих, так называемую адаптивную структуру [1]. Особенностью таких машин является то, что регулирование в них осуществляется через силомоментные обратные связи, без применения специальных средств автоматического управления [2].

<sup>1</sup>Лемешко Михаил Александрович – кандидат технических наук, профессор кафедры "Технические системы жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг", моб.: +7 988 252 85 53. E-mail: lem-mikhail@ya.ru;

<sup>2</sup>Волков Родион Юрьевич – аспирант кафедры "Технические системы жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг", моб.: +7 908 189 41 86. E-mail: volk908@mail.ru

Идея создания самонастраивающихся (адаптивных) бурильных машин к изменяющимся условиям функционирования была разработана учеными ЮРГТУ (НПИ) профессорами Дровниковым А.Н. и Водяником М.Г. [3].

Структурно такие машины организованы в виде связанных двух дифференциалов [4]. Теоретические и экспериментальные исследования показали эффективность применения бурильных машин с электро-механическими и гидромеханическими дифференциалами.

Управление режимами бурения включает изменение частоты вращения штанги  $n$ , изменение усилия подачи  $F_t$ , которые должны быть приближены к теоретически оптимальным  $n_p$  и  $F_p$  [5] и находиться в пределах прочностных и технологических ограничений [6].

Ряд новых исследований дополнили и углубили принципы адаптации для процесса бурения.

Разработан и изготовлен стенд для экспериментальных исследований адаптивной бурильной машины [7]. Проведена серия испытаний новой бурильной машины, имеющей адаптивную структуру, при которых установлена возможность настройки системы привода на рациональные режимы работы [8].

Разработана математическая модель процесса формирования нагрузки на гидродвигатель вращения и гидроцилиндр подачи для обеспечения режимов работы, близких к оптимальным [9].

Исследованы вопросы динамики при увеличенных нагрузках на бурильную машину [10].

Однако не все вопросы по оптимизации процесса бурения адаптивными бурильными машинами решены.

Для анализа адаптивного процесс взаимодействия привода и буримого материала рационально использовать моделирование процесса бурения, в котором будут промоделированы взаимосвязь параметров, режимы бурения в соответствии с различными настройками системы адаптивного управления. В гидравлике известен метод электрогидравлических аналогий, используемый для анализа разветвленных гидролиний. Для гидросхемы, включающей два связанных дифференциала, этот метод применен впервые. В качестве базовой бурильной машины для моделирования используется адаптивная бурильная машина «УБГ-1А» [11], структура которой включает два гидравлических дифференциала.

Гидравлическая схема такой машины приведена на рисунке 1а.

Первый дифференциал образуют - магистраль гидронасоса (ГН), дроссель (ДР<sub>1</sub>) и магистраль гидродвигателя (ГД).

Очевидно, что расходы этих устройств связаны выражением:

$$Q_{ГН} = Q_{ДР1} + Q_{ГД}.$$

Второй дифференциал образует гидроцилиндр подачи ГЦ.

Уравнение этого дифференциала:

$$F_t = F_{мп} - F_{шп},$$

где:  $F_t$  – усилие подачи штанги в скважину (усилие подачи);  $F_{мп}$  – усилие, развиваемое давлением в поршневой полости гидроцилиндра;  $F_{шп}$  – усилие, определяемое давлением в штоковой полости гидроцилиндра;

Схемы на рис.1а и на рис.1б - идентичны. На рис. 1б схема гидропривода адаптивной машины представлена в виде моста, в диагонали которого размещен реверсируемый гидроцилиндр подачи. Такое представление гидросхемы бурильной машины позволяет визуализировать два дифференциала и «мостовой» характер включения гидроэлементов. Как видно, гидроцилиндр размещен в диагонали моста.

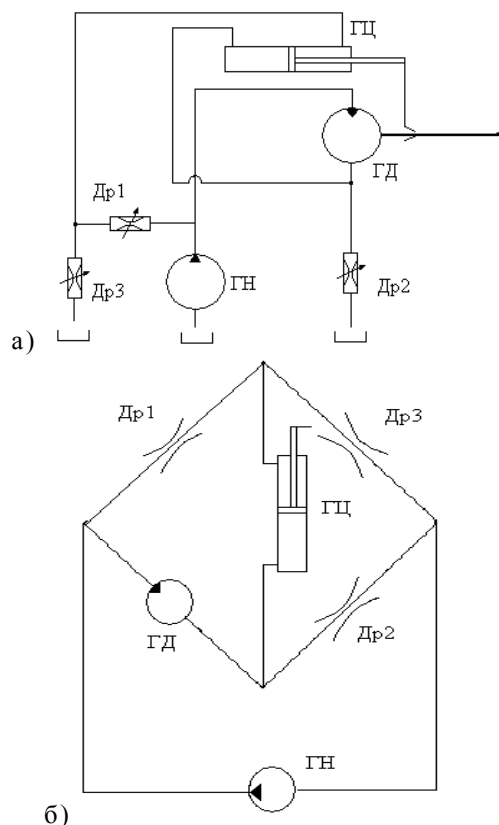


Рисунок 1 – Схемы гидравлической адаптивной бурильной машины :а) типовая форма гидросхемы бурильной машины; б) представление гидросхемы бурильной машины в виде «моста»; ГН – гидронасос, ГД – гидродвигатель, ГЦ – гидроцилиндр, ДР1, ДР2, ДР3 – дроссели настройки на рабочие режимы.

Величина усилия подачи и направление движение штока гидроцилиндра определяются разницей давлений в его поршневой и штоковой полости, которые в свою очередь зависят от сопротивления (момента вращения) гидродвигателя и гидросопротивления настроечного дросселя ДР1.

Целью моделирования является определение связи между настройками дросселей, нагрузками гидродвигателя вращения и силового цилиндра.

Для анализа мостовых схем в электротехнике применяются уравнения Кирхгофа, которые позволяют найти связи между токами в цепях и напряжениями на сопротивлениях, при различных значениях сопротивлений.

Преобразуем схему на рис.1б в схему удобную для анализа связей, заменим сопротивление гидродросселей, гидроцилиндра, гидродвигателя сопротивлениями на электросхеме. Напряжение между двумя точками на электросхеме – это аналог разности давления между точками в гидросистеме.

Обозначим токи в ветвях, составим расчетные уравнения контурных токов и далее уравнения для расчета токов в ветвях цепи.

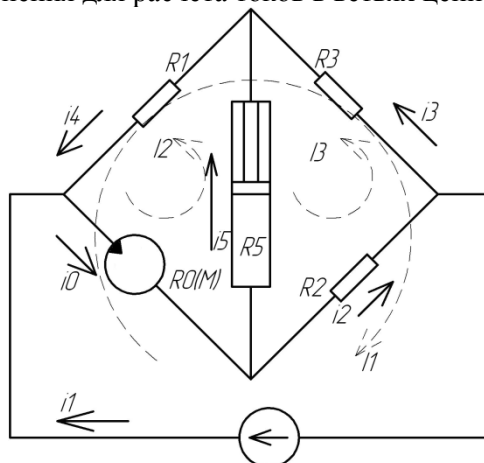


Рисунок 2 – Расчетная схема бурильной машины, преобразованная в электросхему

При этом приняты следующие обозначения: гидросопротивление дросселя / сопротивление электрической цепи: Др<sub>1</sub> / R<sub>1</sub>, Др<sub>2</sub> / R<sub>2</sub>, Др<sub>3</sub> / R<sub>3</sub>, гидросопротивление гидродвигателя (связанное с моментом сопротивления вращению) обозначено R<sub>0</sub>; сопротивление гидроцилиндра (усилие развиваемое гидроцилиндром) обозначено R<sub>5</sub>, давление гидронасоса обозначено E (э.д.с. цепей).

При выборе метода электрогидравлических аналогий, и принимая решение об использовании расчета гидрелиний с использованием законов Кирхгофа, изучался вопрос не полно-

го соответствия гидросопротивления в гидравлических линиях и омического сопротивления в электроцепи. Безусловно, это несоответствие несколько искажает качественную картину связей потока и гидросопротивления, однако как показали эксперименты в некотором диапазоне исследований это различие малозначимо.

Составляем уравнения для контурных токов:

$$\begin{cases} I_1(R_1 + R_3) - I_2R_1 - I_3R_3 = E; \\ -I_1R_1 + I_2(R_1 + R_5 + R_0) - I_3R_5 = 0; \\ -I_1R_3 - I_2R_5 + I_3(R_2 + R_3 + R_5) = 0. \end{cases}$$

Используем матрицы для вычисления значения контурных токов:

$$F_0(R_0) = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 & -R_1 & -R_3 \\ -R_1 & R_1 + R_3 + R_0 & -R_5 \\ -R_3 & -R_5 & R_2 + R_3 + R_5 \end{pmatrix};$$

$$F_1(R_0) = \begin{pmatrix} E & -R_1 & -R_3 \\ 0 & R_1 + R_3 + R_0 & -R_5 \\ 0 & -R_5 & R_2 + R_3 + R_5 \end{pmatrix};$$

$$F_2(R_0) = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 & E & -R_3 \\ -R_1 & 0 & -R_5 \\ -R_3 & 0 & R_2 + R_3 + R_5 \end{pmatrix};$$

$$F_3(R_0) = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 & -R_1 & E \\ -R_1 & R_1 + R_3 + R_0 & 0 \\ -R_3 & -R_5 & 0 \end{pmatrix}.$$

Зная контурные токи, рассчитываются токи в каждой ветви мостовой схемы, а также напряжения на каждом сопротивлении:

По аналогии: ток в электроцепи (i) аналогичен потоку в гидроцепи (Q), напряжение на сопротивлении - эквивалентно разности давлений, между входом и выходом на гидроэлементе. Связь между моментом сопротивления вращению, усилием подачи со значениями давления и расхода в гидроцепях бурильной машины моделировались на основе вышеприведенных уравнений в среде Mathcad.

Используя полученные связи, выполнен анализ работы адаптивной бурильной машины в различных режимах.

На рисунке 3 приведен пример анализа влияния на характеристики управления одного из наиболее важного в схеме дросселя «Др1» – являющегося «плечом» первого гидравлическо-



го дифференциала. Величина проходного сечения этого дросселя определяет степень чувствительности схемы адаптации. Приведены зависимости потоков, от момента сопротивления вращению во всех ветвях гидросхемы.

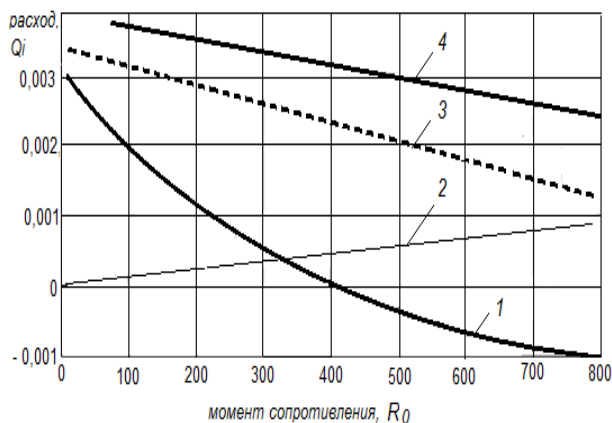


Рисунок 3 – Зависимость расходов в ветвях от момента сопротивления вращению. Расходы через гидроэлементы: 1 –  $R_5$ , 2 –  $R_2$ , 3 –  $R_1$ , 4 –  $R_0$

Обратим внимание на изменение потока (расхода гидрожидкости) через гидроцилиндр (на схеме рис.3 - Др5, что соответствует в аналогии - $R_5$ ).

Как видно, с увеличением момента сопротивления вращению расход через гидроцилиндр уменьшается. При значении момента сопротивления вращению в 400 единиц подача буровой штанги на забой прекращается, а в случае дальнейшего увеличения момента сопротивления вращению, осуществляется реверс движения (расход отрицателен).

#### Выводы

1. Модель составленная с использованием электрогидравлической аналогии позволяет качественно исследовать особенности включения элементов гидросхемы адаптивной буровой машины.

2. При моделировании нагрузки на гидродвигатель вращения, модельно подтверждается автоматическое изменение усилия подачи. Это обеспечивает приближение режимов работы буровой машины к оптимальным.

#### Литература

1. Дровников А.Н. Теория и практика применения адаптивных механизмов. Ч.1,ч.2. / Новоч. политех.

ин-т – Новочеркасск. 1983., деп. в ВИНТИ 5.12.83., 3 6570 -83Д и № 6571 -83Д, 445 с.

2. Водяник Г.М. и др. Сверление горных пород самонастраивающейся буровой машиной – В кн.: Горный породоразрушающий инструмент. Киев., -1970, -С. 116 -129.

3. Водяник Г.М., Рылеев Э.В., Дровников А.Н. Исследование и разработка буровой машины с автоматическим регулированием скорости подачи для сверления вертикальных шпуров до 2,5 м. Отчет по хоз. Дог. Работе №1340, ч.11, 111, 1968. - Новочеркасск, -НПИ., - 266 с.

4. Дровников А.Н., Лемешко М.А. Структурная схема динамической модели «адаптивной буровой станок-забой»/ Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).-2003. -№ 8. -С.147-149.

5. Лемешко М.А. Оптимизация параметров резания углей горной машиной //Новые технологии управления движением технологических объектов. Материалы 3 международ. Науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 11 апреля 2000 г.: Т1./ ЮРГТУ (НПИ), - 2000, -С.59-62

6. Математическая модель ограничений адаптивного управления машинами вращательного бурения. Лемешко М.А., Трифонов А.В.

Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).- 2012. -№ 2. -С. 207-210.

7. Стенд для исследования адаптивного процесса бурения с не сило-моментными обратными связями. Лемешко М.А. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).- 2005. -№ 4. -С. 314-315.

8. Исследование привода адаптивной машины «УБГ-1А» Лемешко М.А., Трифонов А.В. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). -2013. -№ 6. -С. 202-207

9. Mikhail A. Lemeshko, Mikhail A. Vasin, Dmitriy E. Saj. Mathematical Model of Optimal Control Rotary Drilling machines/ Eastern European Scientific Journal. - 2014. - № 6.- Pp. 193-197

10. Лемешко М.А., Васин М.А. Динамические характеристики адаптивного привода буровой машины с гидродвигателем вращения и гидроцилиндром подачи. /Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований: сб. материалов X Междунар. науч.-практ.конф. (Новосибирск, 28 апреля 2014 г.) Новосибирск: Изд-во ЦРНС, -2014.- С. 69-73

11. Адаптивная машина вращательного бурения. Лемешко М.А., Трифонов А.В. Патент на изобретение 2473767, 29.07.2011

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ПРИ АВТОСКРЕПЛЕНИИ ТРУБ

Г.В.Лепеш<sup>1</sup>, Е.Н.Моисеев<sup>2</sup>, М.С.Черкасов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21;

<sup>2,3</sup>ОАО "Центральный научно-исследовательский институт материалов"  
(ОАО "ЦНИИМ"), 191014, Санкт-Петербург, Парадная ул, д.8

Исследовано напряженно-деформированное состояние элементов оснастки, предназначенной для автоскрепления труб, работающих в условиях высоких давлений. Выявлены основные проблемы обеспечения прочности оснастки. На примере показаны возможные способы обеспечения прочности деталей оснастки и узла прикрепления ее к трубе. Работы выполнены численным методом анализа упруго-пластических задач.

*Ключевые слова:* автоскрепление, оснастка, обойма, болтовое соединение, прочность, высокое давление, предел текучести материала, остаточные деформации.

### ENSURING DURABILITY OF INDUSTRIAL EQUIPMENT AT AN AUTOFASTENING OF PIPES

G.V.Lepesh, E.N.Moiseev, M. S. Cherkasov  
St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21;  
JSC "The central research institute of materials" (JSC CNIIM),  
191014, St. Petersburg, Paradnay street, 8

The intense deformed condition of elements of the equipment intended for an autofastening of the pipes working in the conditions of high pressures is investigated. The main problems of ensuring durability of equipment are revealed. On an example possible ways of ensuring durability of details of equipment and knot of its attachment to a pipe are shown. Works are performed by a numerical method of the analysis of elasto-plastic tasks.

*Keywords:* autofastening, equipment, holder, bolted connection, durability, high pressure, material fluidity limit, residual deformations.

#### Введение

Одной из проблем создания высокопрочных конструкций являются ограничения, определяемые конечной прочностью материалов. Так сохранение прочности трубопроводов и сосудов, нагружаемых внутренним давлением высокого уровня [1,2], часто не возможно путем утолщения их стенок и обеспечивается либо путем механического скрепления двух и более цилиндров посадкой с натягом либо с помощью автоскрепления (автофретирования). Процессу автоскрепления подвергают конструкции, изготавливаемые из упруго-пластичного материала, в основном из конструкционной стали. Сущность автоскрепления заключается в предварительной нагрузке трубы

или сосуда внутренним давлением, больше рабочего, с таким расчетом, чтобы во внутренних слоях стенок возникали пластические деформации. После снятия давления во внешних слоях стенок сохраняются упругие напряжения растяжения, а во внутренних слоях появляются остаточные сжимающие напряжения, как это показано на примере трубы на рис.1. В дальнейшем при нагрузке сосуда давлением остаточные напряжения суммируются с рабочим так, что во внутренних слоях имеет место чистая разгрузка. Материал сосуда не получает пластических деформаций, если только рабочее давление не превышает давление предварительного обжатия.

<sup>1</sup>Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения", СПбГЭУ, моб.: +7 921 751 28 29, e-mail: GregoryL@yandex.ru;

<sup>2</sup>Моисеев Евгений Николаевич – младший научный сотрудник ОАО "ЦНИИМ", моб.: +7 9046407592, e-mail: moiseev\_evgen@inbox.ru;

<sup>3</sup>Черкасов Михаил Сергеевич – инженер I категории ОАО "ЦНИИМ", моб.: +7 9218751245, email: Mihail372@gmail.ru.

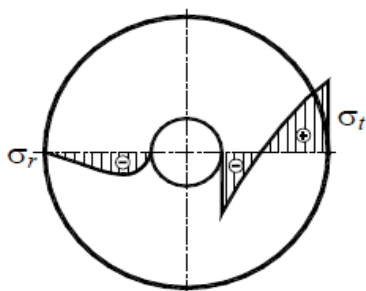


Рисунок 1 – Картина напряжений в трубе после автоскрепления

Автоскрепление применяют как альтернативу использования составных труб и цилиндров, собранных с предварительным натягом, а в некоторых случаях как дополнительное мероприятие для внутренней трубы (цилиндра). Эффект автоскрепления усиливается в результате упрочнения металла при пластической деформации. Чем выше склонность металла к наклепу (упрочнению), тем больше предел текучести металла на внутренней поверхности стенки после нагружения и больше упругое сопротивление ее. Позволяя резко увеличить упругое сопротивление стенки, автоскрепление дает возможность выявить возможные дефекты материала и конструкции, уменьшающие ее сопротивление. В производственном отношении автоскрепление отличается простотой, в сравнении с другими способами увеличения сопротивления стенок сосудов и труб, и высокой производительностью.

Фундаментальными работами в области исследования автоскрепления являются работы Ильюшина [3], Огибалова [3], Смирнова Аляева [4].

Автоскрепление как специальный процесс производится обычно способом нагружения гидравлическим давлением. Этот способ позволяет наращивать давление по заданному закону, наиболее точно измерять давление и деформации, а также выдерживать конструкцию под давлением в течение необходимого промежутка времени.

Одной из проблем, возникающих при автоскреплении труб, является проблема обеспечения прочности технологической оснастки, которая должна выдерживать те же давления, что и нагружаемая труба (рис.2). При этом процесс нагружения должен обеспечивать появление пластических деформаций во внутренних слоях стенки трубы, а пластические деформации в деталях оснастки не допускаются. Когда

речь идет об автоскреплении, то, как правило, для изготовления трубы выбирают материалы (сталь) высокой категории прочности. При этом для выбора более прочного материала оснастки альтернатив не остается. Основные детали оснастки изготавливают из того же материала, что и трубу. Обеспечение прочности оснастки достигается тщательной отработкой ее конструкции.

При проектировании технологической оснастки рассматриваются два варианта крепления оснастки (рис. 2). Первый (рис. 2а) непосредственно к трубе и второй (рис. 2б) – со свободной трубой, т.е. оснастка скрепляется специальными удерживающими от осевого смещения кронштейнами. К первому варианту прибегают в том случае если противоположные срезы трубы имеют различные диаметры, так, что труба оказывается нагруженной значительной осевой силой, которая может вызвать потерю продольной устойчивости самой трубы. Данный вариант наиболее сложный в реализации по той причине, что размеры узлов крепления становятся зависимыми от заготовки автоскрепляемой трубы.

### 1. Построение расчетной схемы

Проведем исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) одной из возможных конструкций оснастки, состоящей из разрезной обоймы, скрепленной болтами (рис. 3). В расчетную схему включены: верхняя и нижняя части обоймы, затяжные болты, гайки, шайбы, опорная втулка. Цель исследования – разработка мероприятий по обеспечению прочности элементов оснастки.

Механические свойства материалов деталей обоймы соответствовали свойствам материала трубы и учитывались функциональной зависимостью между интенсивностями напряжений  $\sigma_i$  и деформаций  $\varepsilon_i$  изотропно-упрочняемого твердого тела в виде  $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$ , характеризующейся пределом упругости  $\sigma_{0,2} = 1275 \text{ МПа}$ , пределом прочности  $\sigma_s = 1452 \text{ МПа}$  и относительным удлинением  $\delta_s = 9\%$ .

Исследование проводилось методом конечных элементов в объемной постановке с использованием декартовой системы координат. В качестве расчетной схемы конструкции использована трехмерная модель, построенная в среде SolidWorks по чертежным размерам де-

талей обоймы. В качестве решателя использовался ANSYS.

В качестве дополнительных условий, ограничивающих число степеней свободы расчетной схемы введены граничные условия, определяющие прикрепление системы координат – путем ограничения перемещений поверхности шляпок трех болтов в направлении нор-

мали к данной поверхности (ось Y глобальной системы координат, см. рис. 4). (Дальнейшие расчеты подтвердили правильность выбранной схемы, по критериям сходимости вычислительного процесса и малому влиянию на "симметричность" компонентов НДС относительно геометрической плоскости симметрии конструкции).

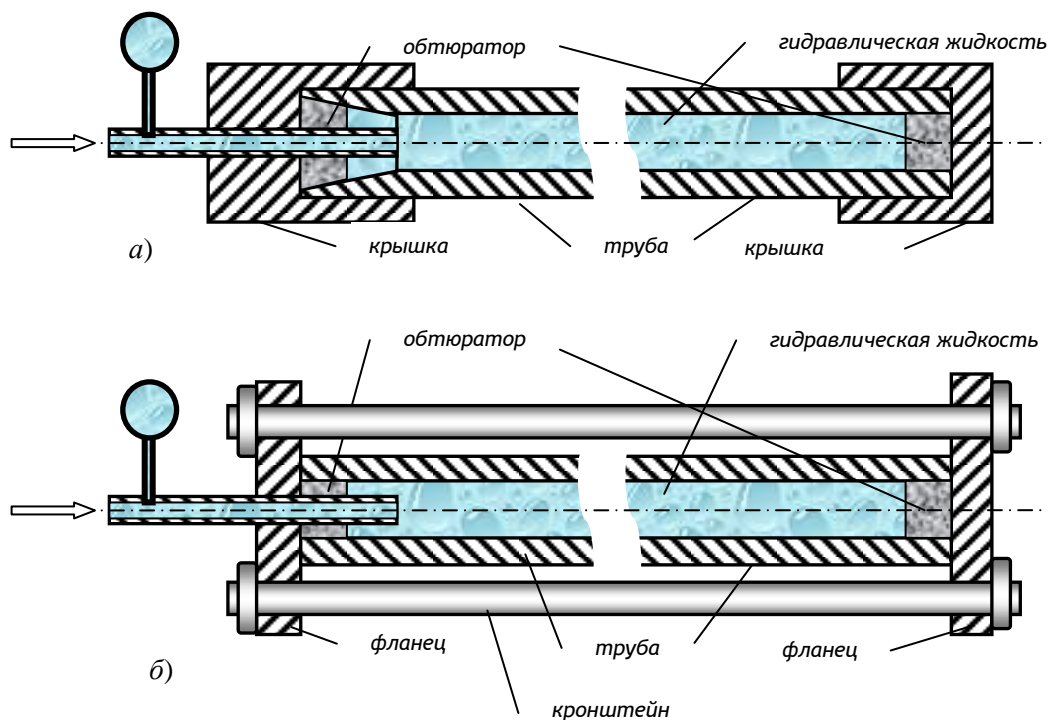


Рисунок 2 – Схема автоскрепления трубы: а) – с креплением оснастки к трубе; б) – со свободной трубой

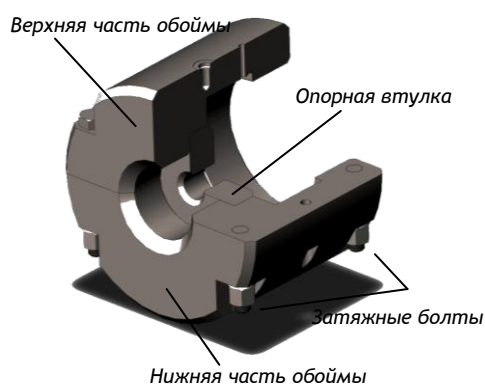


Рисунок 3 – Геометрическая модель обоймы (разрез)

Контактное взаимодействие трубы с обоймой, при исключении из расчета самой трубы, учтено реакцией их взаимодействия, которая будет автоматически определена из расчета при введении граничных условий, запрещающих перемещения в осевом направле-

нии  $u_x$  (рис. 4) на контактной поверхности бурта трубы и обоймы (ось X глобальной системы координат), так, что  $u_x = 0$ .

Контактное взаимодействие опорной втулки с обтюратором учитывалось введением давления на соответствующую контактную поверхность, величина которого определялась расчетным путем в соответствии со схемами, представленными на рис. 5. по следующему алгоритму:

1. Определение давления на обтюратор. Здесь (рис.5. б) на участке трубы с внутренним диаметром 155 мм действует рабочее давление  $P_a = 1200 \text{ МПа}$ . Следовательно, давление ( $P_2$ ), действующее по нормали к поверхности обтюратора и распределяемое по контактной площади  $S_2$ , определяется из следующего соотношения:

$$P_2 = \frac{P_a \cdot 155^2 \cdot \frac{\pi}{4}}{S_2} = \frac{2,264 \cdot 10^7}{S_2} [\text{МПа}], \quad (1)$$

где  $S_2$  – площадь контактной поверхности обтюратора с опорной втулкой, к которой прикладывается нагрузка  $[мм^2]$ .

2. При исключении из расчета опорной втулки реакция от нее на обойму (рис. 5а), распределенная в виде давления  $P_1$  по площади  $S_1$ , определяется по аналогичной формуле

$$P_1 = \frac{P_a \cdot 155^2 \cdot \frac{\pi}{4}}{S_1} = \frac{2,264 \cdot 10^7}{S_1} [\text{МПа}]. \quad (2)$$

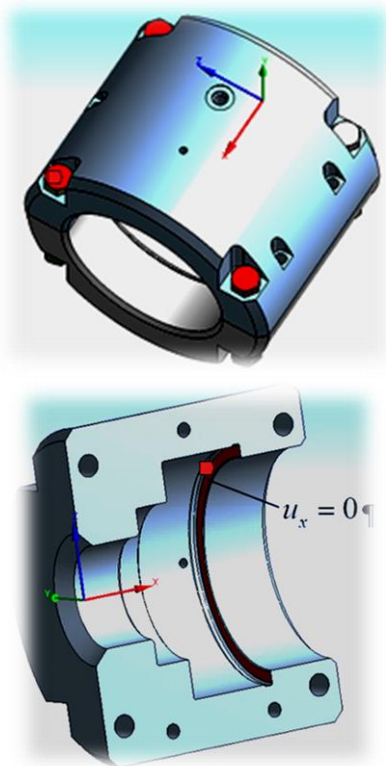


Рисунок 4 – Граничные условия

При учете взаимодействия между контактными поверхностями деталей, включенных в расчетную схему, в сопряжениях между элементами обоймы использовались следующие модели контакта:

1. bonded – модель контакта, в котором целевая и контактная часть пары связаны между собой, и контактная область не изменяется под действием приложенной нагрузки, скольжение между контактными поверхностями и их разделение не допускается (болт – верхняя часть обоймы, гайка – болт, гайка – шайба, шайба – нижняя часть обоймы).

2. frictionless – модель контакта, в которой при разделении контактирующих поверхностей нормальное давление принимает нулевое значение (между верхней и нижней частями обоймы).

3. frictional – модель контакта, подобная предыдущей, но в которой учитываются контактные напряжения трения скольжения  $\tau_k$  (между остальными контактными поверхностями). Величина контактных напряжений  $\tau_k$  определяется величиной нормального контактного давления  $P_i$  и величиной заданного коэффициента кулоновского трения  $f_{тр}$  по зависимости  $\tau_k = f_{тр} P_i$ , где  $f_{тр}$  задавался значением  $f_{тр} = 0,15$ .

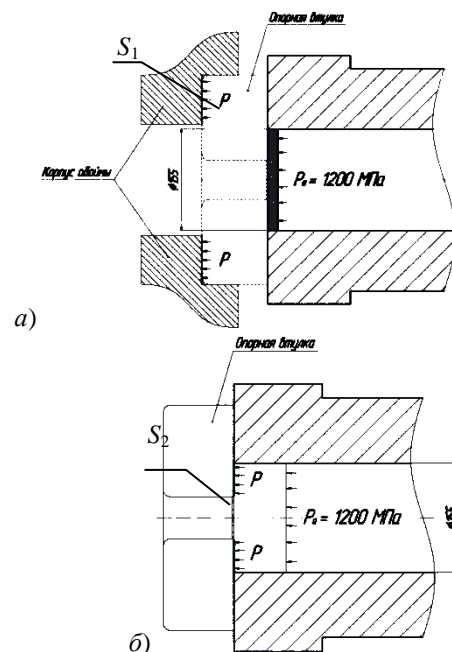


Рисунок 5 – Расчетная схема определения нагрузки: а) – на корпус обоймы, б) – на опорную втулку

Оценка НДС обоймы в зонах расчетной области, не испытывающих пластических деформаций, проводилась по значениям интенсивностей напряжений  $\sigma_i$ , величина которых не должна превышать допустимых значений  $[\sigma]$  по условию

$$\sigma_i \leq [\sigma], \quad (3)$$

определяемых с запасом по отношению к пределу текучести материала  $\sigma_T$ , так, что

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (4)$$

где  $n$  – коэффициент запаса, принимаемый для статически нагруженных конструкций в пределах 1,2 – 1,3.

Интенсивности напряжений в принятой декартовой системе координат вычисляются через компоненты напряжений по формуле:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{2} \left[ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + \dots + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]}, \quad (5)$$

где  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$  – компоненты нормальных и касательных напряжений в декартовых координатах.

Нарушение условия (3) в какой либо зоне расчетной области свидетельствует о появлении здесь упругопластических деформаций, величина которых может быть оценена значением их интенсивности  $\varepsilon_i$  по функциональной зависимости  $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$ .

## 2. Анализ НДС элементов технологической оснастки

На первом этапе исследований произведен расчет, где внешняя сила ( $P_2 = 1447$  МПа) прикладывалась к опорной втулке исходной конструкции (рис. 3). Другие граничные условия соответствовали принятым при построении расчетной схемы (рис. 4).

На рисунке 6 приведены картины интенсивностей напряжений на поверхностях деталей обоймы. Анализ полученных значений показывает, что практически вся расчетная область обоймы нагружена напряжениями, допускаемыми по условию (4), за исключением зон, выделенных на рис. 6 (желтым и красным цветом), где условие (4) не выполняется. В выделенных зонах достигаются упругопластические деформации. Эти зоны расположены в местах резкого изменения геометрии как верхней, так и нижней частей обоймы вблизи поверхности разъема (точка А на рис. 7).

Максимальный уровень интенсивностей напряжений в точке А  $\sigma_i = 1350$  МПа и превышает условный предел текучести материала ( $\sigma_{0,2} = 1275$  МПа), но не превышает предел прочности ( $\sigma_b = 1452$  МПа). Наибольшее расчетное значение интенсивностей упругопластических деформаций  $\varepsilon_i$  в точке А в соответствии с зависимостью  $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$  достигает

$\varepsilon_i = 0,007$ , что не превышает относительного удлинения  $\delta_s = 0,09$  (9%). Однако факт появления упруго-пластических деформаций в расчетной зоне свидетельствует о появлении здесь пластического шарнира и связанного с ним изотропного упрочнения материала. Причем наличие концентратора (резкого изменения геометрии) способствует концентрации здесь пластических деформаций и, как следствие, к возможному зарождению и развитию трещины, приводящей к разрушению конструкции. Вероятность зарождения трещины возрастает со снижением пластических свойств материала.

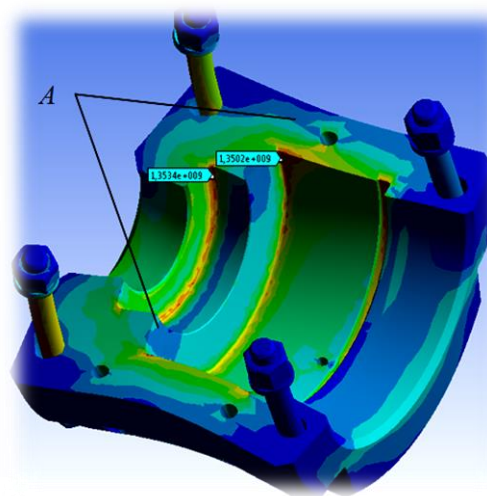


Рисунок 6 – Интенсивности напряжений

Из результатов расчета следует, что все же наиболее нагруженной частью конструкции обоймы является опорная втулка обтюлятора. На рис. 7 представлена картина НДС опорной втулки (разрез в диаметральной плоскости). Здесь интенсивности напряжений достигают максимального значения  $\sigma_i = 1435$  МПа. Максимальный уровень касательных напряжений составляет  $\tau_{xy} = \tau_{zx} = 670$  МПа, в то время, как допустимые касательные напряжения среза принято определять зависимостью  $[\sigma_{среза}] = 0,3 \cdot \sigma_T$ , т.е.,  $[\sigma_{среза}] = 0,3 \cdot \sigma_T = 0,3 \cdot 1275 = 383$  МПа. Следовательно, условие по отсутствию среза втулки не выполняется.

Результаты проведенных расчетов позволяют сделать следующие выводы:

1. Существует большая вероятность разрушения обоймы в плоскости, проходящей через точку А (рис.6).

2. Возможен срез опорной втулки (рис. 7).

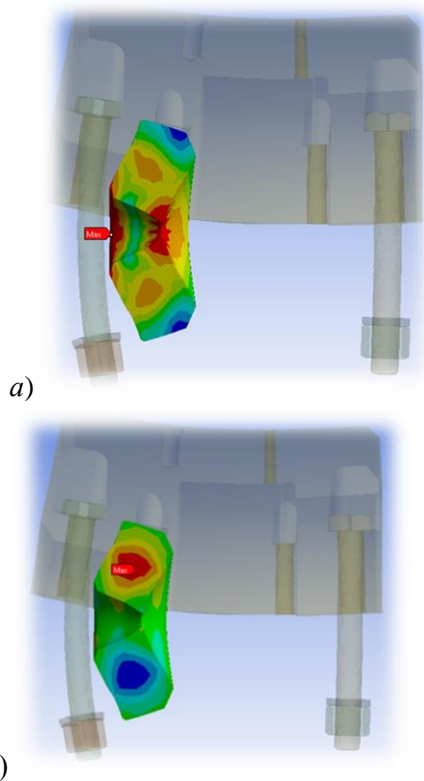


Рисунок 7 – НДС опорной втулки исходной конструкции: а) – интенсивности напряжений, б) – касательные напряжения

### 3. Анализ влияния условий испытаний и технологических факторов на НДС

При анализе НДС элементов технологической оснастки рассмотрим следующие дополнительные факторы, которые могут присутствовать при реализации технологического процесса автоскрепления:

1. Увеличение или уменьшение усилий затяжки болтового соединения частей обоймы.

2. Изменение радиуса закругления обоймы в области вероятного разрушения R4 на R0,5 (влияние концентратора напряжений).

Для оценки влияния превышения силы затяжки болтового соединения между частями обоймы был реализован контакт типа frictional с заданием начального взаимного проникновения между верхней и нижней частями обоймы на величину 1 мм, что позволяет оценить характер изменения НДС обоймы в области разрушения (рисунок 8, а).

Перетяжка болтового соединения позволяет незначительно снизить уровень напряжений

( $\sigma_i$  до 1320 МПа) в области концентрации напряжений в обойме, однако, при этом значительно вырастают нагрузки непосредственно в болтах (практически до предела упругости  $\sigma_T = 1200$  МПа), что может привести к их разрушению.

Для оценки влияния на НДС элементов оснастки снижения силы затяжки болтового соединения между частями обоймы был реализован контакт типа frictional с заданием начального зазора равного 1 мм. В данном случае уровень напряжений и характер их распределения (рис. 8, б) в значительной мере соответствует НДС исходной конструкции (рис. 6). Следовательно, уменьшение усилия предварительной затяжки болтового соединения не является фактором, способным стать причиной резкого увеличения уровня напряжений и разрушения конструкции обоймы.

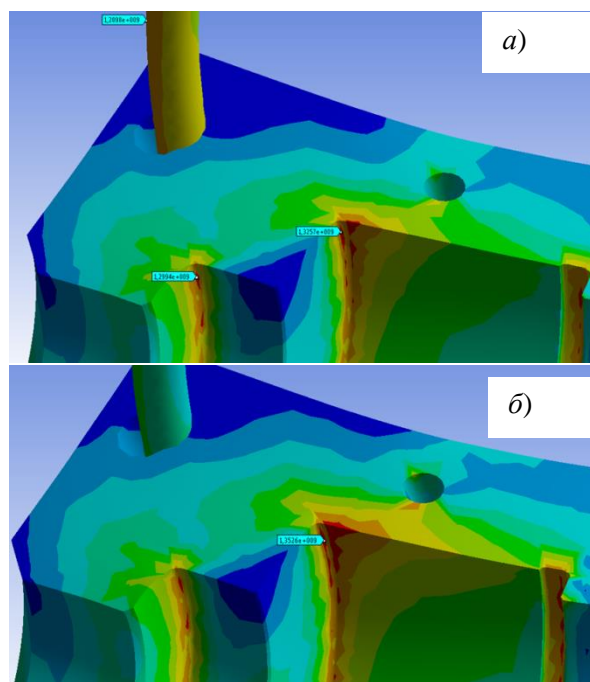


Рисунок 8 – Картины НДС обоймы: а) – с перетяжкой болтового соединения, б) – уменьшенное усилие затяжки

При изменении в месте разрушения обоймы радиуса закругления на  $R = 0,5$  мм, получаем наибольшие напряжения ( $\sigma_i = 1446$  МПа) близкие к пределу прочности ( $\sigma_b = 1452$  МПа) материала. При этом достигаются значительные пластические деформации  $\varepsilon_i = 0,05$ , а зона высоких напряжений дислоцируется не

только в области стыка частей обоймы, но и по всему периметру концентратора (рис. 9). Вероятность разрушения при этом возрастает.

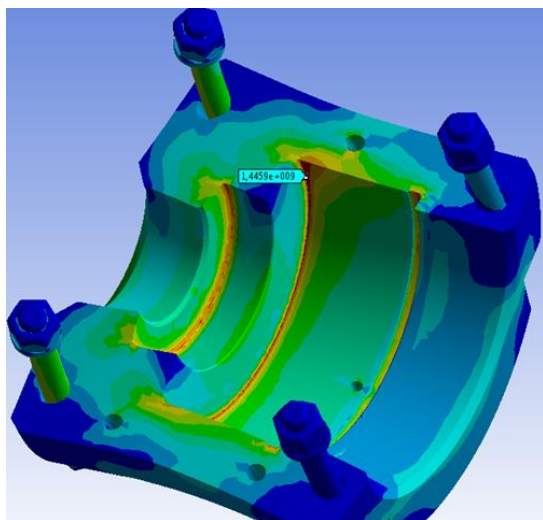


Рисунок 9 – НДС обоймы при радиусе концентратора  $R = 0,5$  мм

#### 4. Анализ возможности доработки конструкции технологической оснастки с целью обеспечения ее прочности

Рассмотрим возможность доработки конструкции технологической оснастки путем изменения геометрии деталей с целью обеспечение прочности.

Введем дополнительные (экономические) ограничения, связанные с невозможностью изготовления новой, отличной от предыдущей детали обоймы. При этом снижение интенсивности НДС в местах концентрации напряжений возможно при реализации следующих мероприятий:

1. Уменьшения плеча между силой в области взаимодействия обоймы и бурта трубы и силой, возникающей при взаимодействии опорной втулки с обоймой, с целью уменьшения изгибающего момента (причина появления наибольших напряжений в зоне разрушения детали, т.е в точке А, рис.6). При этом возможна ступенчатая подрезка торцевой внутренней поверхности обоймы. Одновременно с увеличением радиуса опорной втулки.

2. Увеличение радиусов закруглений для достижения более равномерного распределения напряжений в области концентраторов и снижения уровня напряжений;

При подрезке торцевых поверхностей верхней и нижней обойм появилась возмож-

ность увеличения жесткости втулки путем увеличения ее толщины.

На рисунках 10 и 11 приведены картины НДС модернизированных втулки и обоймы. Из результатов следует, что наибольшие напряжения в области концентраторов снижены до уровня  $\sigma_i = 1250$  МПа, а относительные деформации не превышают значений  $\epsilon_i = 0,008$ .

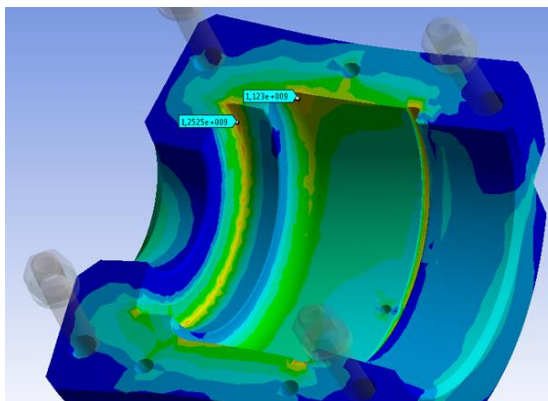


Рисунок 10 – Картина НДС модернизированного варианта конструкции обоймы

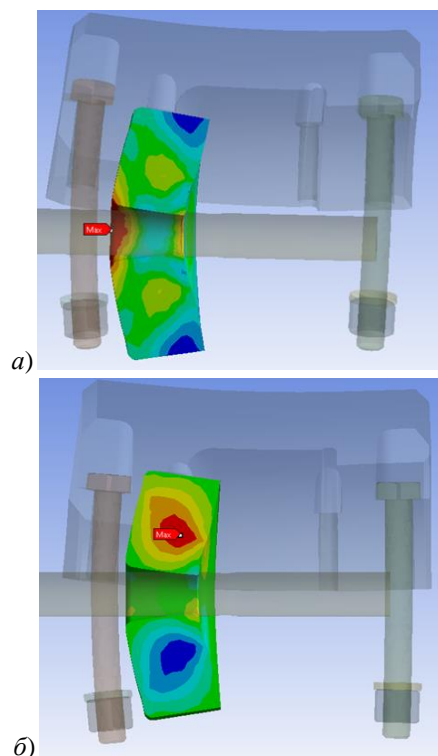


Рисунок 11 – НДС опорной втулки модернизированной конструкции: а) – интенсивности напряжений, б) – касательные напряжения

Полученные значения деформаций не могут быть опасными в случае применения относительно пластичной стали с уровнем относительного удлинения  $\delta_s = 9\%$ , приведут к об-



разованию пластического шарнира с последующим упрочнением материала в зоне пластических деформаций.

Наибольшие интенсивности напряжений в опорной втулке (рис. 11,  $\sigma_i = 1408$  МПа) также снизились относительно предыдущих ( $\sigma_i = 1435$  МПа). А значения касательных напряжений среза снизилось до 580 МПа. При этом зона наибольших касательных напряжений распространяется лишь на часть толщины втулки, так, что средние по толщине касательные напряжения  $\tau_{xy} = \tau_{yx} = 320$  МПа  $<$   $[\sigma_{\text{среза}}] = 383$  МПа, т.е. не превышают допустимых по условию отсутствия среза (6).

Таким образом, разработанные предложения по модернизации конструкции технологической оснастки обеспечивают ее прочность при значениях уровня напряжений в зонах концентрации близких к пределу текучести материала.

##### 5. Совершенствование конструкции технологической оснастки с целью снижения контактного воздействия на трубу

Несмотря на предложенные мероприятия, в контакте обоймы оснастки с трубой наблюдаются значительные контактные напряжения, которые могут привести к смятию поверхности трубы. Снижение контактных напряжений может быть получено только при условии увеличения площади контактной поверхности. В существующей конструкции трубы, имеющей специальный бурт, это невозможно без существенного изменения технологии ее изготовления. Все же имеется возможность доработки конструкции путем выполнения соединения обоймы с трубой посредством нескольких кольцевых канавок и буртов, обеспечивающих увеличение площади контакта.

На рисунке 12 приведен расчет такой конструкции оснастки. Из результатов видно, что при значительном пластическом деформировании трубы в процессе автоскрепления, все элементы оснастки испытывают намного меньшие напряжения, за исключением промежуточной втулки, испытывающей продольное сжатие. Обеспечение прочности втулки при высоких давлениях автоскрепления можно до-

стигать путем применения специального твердого сплава для ее изготовления.

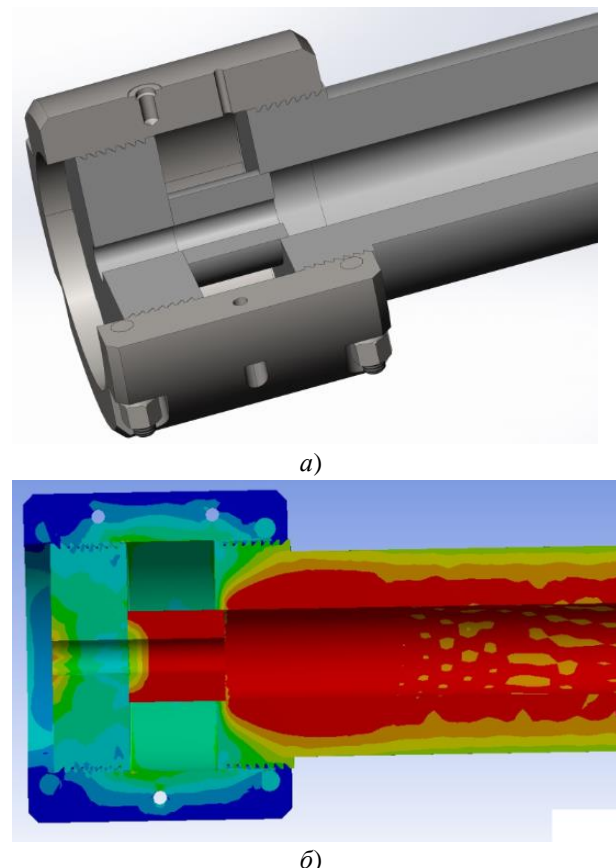


Рисунок 12 – Модернизированная конструкция – а) и ее НДС – б)

Таким образом, на основе анализа НДС элементов технологической оснастки, применяемой при автоскреплении труб путем нагружения их высоким давлением, разработаны конструктивные мероприятия, обеспечивающие значительное повышение прочности оснастки.

##### Литература

1. Егоров В.В., Зайцев А.С., Лепеш Г.В. О реализации системного подхода при проектировании командных деталей и узлов сложных технических систем. // Техничко-технологические проблемы сервиса. -2014. № 1 (27) – с. 36 – 42.
2. Лепеш Г.В. Динамика и прочность труб и вращающихся изделий: Монография/ Лепеш Г.В. - СПб. : изд-во. СПбГУСЭ., -2010.-143 с.
3. Ильюшин А.А., Огибалов П.М. Упруго пластические деформации полых цилиндров. - М.: Изд-во МГУ, -1960. - 227 с.
4. Смирнов Аляев Г.А. Теория автоскрепления цилиндров. М.: Оборонгиз, -1940.-286 с.



УДК662.99

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

С.К. Лунева<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье анализируются основные законодательные инициативы в области энергоэффективности и энергосбережения. Исследуется возможность применения тепловых насосов для повышения энергоэффективности систем теплоснабжения в различных регионах РФ.

*Ключевые слова:* энергоэффективность; энергосбережение; возобновляемые источники энергии; теплоснабжение; тепловые насосы.

### USE OF THERMAL PUMPS IN POWER EFFECTIVE SYSTEMS OF HEAT SUPPLY

S. K. Luneva

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21;*

In article the main legislative initiatives in the field of energy efficiency and energy saving are analyzed. Possibility of use of thermal pumps for increase of energy efficiency of systems of heat supply in various regions of the Russian Federation is investigated.

*Keywords:* energy efficiency; energy saving; renewables; heat supply; thermal pumps.

Развитие всех жизненно-важных услуг, таких, как ЖКХ, здравоохранение, транспорт, питание и другие отрасли народного хозяйства связано с энергией, поэтому развитие ее будет ключевым фактором развития глобальной экономики. Потребность в энергии растет, и будет расти. Поэтому поиску будущих долгосрочных источников энергии уделяется огромное значение. Инвестиции в разработку новых источников энергии могут привлечь миллиарды долларов [1, с.3]. Развитие инновационных технологий может оказать значительный благоприятный эффект как на энергетику, так и на охрану окружающей среды. В сфере энергетики ожидаются следующие тенденции [1, с.4]:

- развитие возобновляемых, альтернативных и доступных видов топлива и использование биотоплива;

- биоэнергетика, но развитие и реализация биоэнергетических технологий по производству электричества останется достаточно дорогостоящей;

- биотопливо; прогресс в области производства биотоплива может способствовать снижению его стоимости и увеличению рыночной доли, однако данные технологии развиваются медленно;

- повсеместное распространение технологий энергосбережения, создание «умных сетей» и энергоинформационных систем, «энергоэффективный дом-город».

- прогресс в области энергоэффективности, системы эффективного энергопотребления, децентрализация энергоснабжения;

- появление новых систем аккумулирования энергии;

- термоядерный синтез; предполагается, что удастся приступить к решению ключевых технических проблем, стоящих на пути практического использования термоядерного синтеза;

- топливные элементы нового поколения;

- геотермальная энергия; снижение стоимости разведки, бурения и систем геотермальной конверсии будут способствовать росту конкурентоспособности данного сектора; и т.д.

<sup>1</sup>Лунева Светлана Курусовна – аспирант кафедры "Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения" СПбГЭУ, моб.: +7 911 915 16 70, e-mail: isvetlana1508@mail.ru

Очевидно, что развитию новых технологий будет уделяться огромное значение.

Степень развития топливно-энергетического комплекса в большой степени определяет и будущее экономики Российской Федерации. Рост экономики предполагает увеличение объема производимых товаров и услуг, которое потребует опережающего развития всех сфер топливно-энергетического комплекса. Объективная ограниченность запасов невозобновляемых ископаемых топливных ресурсов, как основного сырья для топливно-энергетического комплекса, вызвало необходимость использования мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности. Поэтому в условиях нарастающих ресурсных ограничений актуальными становятся задачи оптимизации производства и использования всех видов энергетических ресурсов. Тем более, что масштабы количественного наращивания добычи углеводородных топлив приближаются к своему пределу. По оценкам [1, с.17], максимально возможные объемы добычи газа в России в долгосрочной перспективе (после 2025 г.) не превышают 850-875 млрд. куб.м. Такая же оценка по добыче нефти составляет порядка 550-580 млн.т при успешной реализации программы геологоразведочных работ. Одновременно для осуществления этих объемов добычи потребуются огромное количество дополнительных инвестиций.

Очевидно, что проблемы энергосбережения и энергоэффективности являются не просто составной частью, а является ключевым элементом реформы, проводимой в экономике современной России. В соответствии с Федеральным законом от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" под повышением энергетической эффективности понимают не только создание технических, технологических, правовых, экономических и организационных основ и мер стимулирования энергосбережения и повышения эффективности народного хозяйства, но и их взаимное согласование, направленное на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов [2, с.3]. Поэтому заметную роль будут играть новые безуглеродные источники энергии - прежде всего, возобновляемые источники (ветровая, солнечная, геотермальная и др. виды энергии). По прогнозам к 2020 году потребуются увеличить выработку электроэнергии на 15-20%. При этом вклад возобновляемых источников энер-

гии в суммарную выработку должен будет возрасти с 2,5% в до 12,5% [1, с.18].

Тепловые насосы (ТН) или теплонасосные установки (ТНУ) как технология, позволяющая частично вытеснить органическое топливо и обеспечить теплоснабжение с минимальными затратами первичной энергии, находится в центре внимания зарубежных и отечественных исследователей и промышленных фирм. Страны Европы и Америки более 30 лет применяют ТНУ для теплоснабжения жилых и офисных зданий и помещений. Массовое использование ТНУ началось после энергетического кризиса 70-х годов прошлого столетия.

В таблице 1 приведен мировой уровень использования низкопотенциальной тепловой энергии земли при использовании тепловых насосов [3, с.16].

Таблица 1 – Мировой опыт использования низкопотенциальной тепловой энергии земли посредством тепловых насосов

№ п/п	Страна	Установленная мощность оборудования, МВт	Произведенная энергия, ТДж/год
1	Австралия	24,0	57,6
2	Австрия	228,0	1094,0
3	Болгария	13,3	162,0
4	Великобритания	0,6	2,7
5	Венгрия	3,8	20,2
6	Германия	344,0	1149,0
7	Греция	0,4	3,1
8	Дания	3,0	20,8
9	Исландия	4,0	20,0
10	Италия	1,2	6,4
11	Канада	360,0	891,0
12	Литва	21,0	598,8
13	Нидерланды	10,8	57,4
14	Норвегия	6,0	31,9
15	Польша	26,2	108,3
16	Россия	1,2	11,5
17	Сербия	6,0	40,0
18	Словакия	1,4	12,1
19	Словения	2,6	46,8
20	США	4 800,0	12 000,0
21	Турция	0,5	4,0
22	Финляндия	80,5	484,0
23	Франция	48,0	255,0
34	Чехия	8,0	38,2
25	Швейцария	300,0	1 962,0
26	Швеция	377,0	4 128,0
27	Япония	3,9	64,0
	<b>Всего:</b>	<b>6 675,4</b>	<b>23 268,9</b>

Лидерами по применению ТНУ являются США и Швеция, также большое количество

ТНУ установлено в Германии, Швейцарии, Австрии, Канаде, Швейцарии (рис. 1).

В настоящее время, общее количество используемых в Западной Европе и США ТНУ по состоянию на 2012 г. [4,с.24 ] превысило 35 млн., а их ежегодный выпуск составляет более 1,5 млн. В последнее время технологии ТНУ активно применяются в Китае. Тепловая мощность действующего в мире парка ТН оценивается в 250 ГВт с годовой выработкой 1,0 млрд. Гкал тепла, что соответствует замещению ископаемых видов топлива в объеме до 80 млн. т у. т./год.

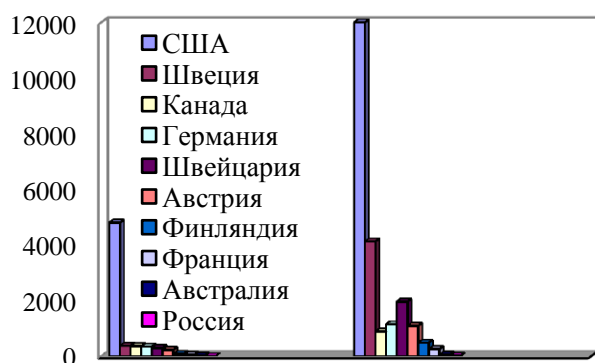


Рисунок 1 – Установленная мощность оборудования, МВт. Сравнительная диаграмма стран, занимающих лидирующее положение, и России, использующих тепловую энергию земли посредством ТН

По прогнозам Мирового энергетического комитета к 2020 году в 75 % всех систем теплоснабжения в развитых странах будут использоваться ТН [4,с.25]. В России мощность установленных ТН всех типов не превышает 65 МВт [4,с.26], что делает в условиях экономического курса страны на энергосбережение и энергоэффективность актуальными исследования в этой сфере.

Решение задачи теплоснабжения ТНУ зависит от целого ряда проблем: основное значение имеет географическое положение объекта теплоснабжения, гидрогеологические и климатические условия, в т. ч. продолжительность отопительного периода. Рассматривая количественную сторону проблемы социально-экономических затрат на теплоснабжение всех сфер жизнедеятельности, необходимо отметить особенность климатических условий г. Санкт-Петербурга. Так, например, согласно официальному источнику информации [ 5,с. 37] средняя температурная норма января в городе Санкт-Петербурге составляет  $-7,4 \div 7,8^{\circ}\text{C}$  (табл.2). Продолжительность отопительного периода составляет 220 суток, при средней температуре воздуха отопительного периода  $-1,8^{\circ}\text{C}$ . При этом можно отметить, что достаточно длительный отопительный период характеризуется относительно не низкой средней температурой воздуха.

Таблица 2 – Расчет средневзвешенной месячной температуры воздуха в г. Санкт-Петербурге

Средняя и взвешенная Средняя $x$ за расчетный пе- риод	Средняя месячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Средняя $x_{1..x_{12}}$ за период $p_1=100$ лет	-7,8	-7,8	-3,9	3,1	9,8	15,0	17,8	16,0	10,9	4,9	-0,3	-5,0	4,4
Средняя $x_{1..x_{12}}$ за период $p_2=18$ лет	-5,4	-6,0	-1,1	4,5	11,0	15,5	17,5	16,4	11,0	6,0	-0,6	-3,7	5,4
Взвешенная средняя $x$ за пе- риод $p = 118$ лет	-7,4	-7,5	-3,5	3,3	10,0	15,1	17,8	16,1	10,9	5,1	-0,3	-4,8	4,6

Теплоснабжение в условиях достаточно продолжительных отопительных сезонов, что характерно для многих городов РФ, требует весьма больших топливно-энергетических ресурсов. Применение технологии ТНУ актуально в г. Санкт-Петербурга в связи с практически неограниченными ресурсами природного и техногенного низкопотенциального тепла водных источников. В частности, применение ТН возможно в промышленности и в жилищно-коммунальном хозяйстве, используя в качестве вторичных ресурсов следующее низкопотенциальное тепло:

- теплота охлаждающей воды паровых турбин ТЭЦ и АЭС, которая обычно поступает в градирни и аппараты воздушного охлаждения;
- теплота охлаждающей воды промышленных печей, многоступенчатых компрессорных установок, теплообменных аппаратов химической, пищевой, фармацевтической отрасли и т.д.
- теплота сточных и канализационных вод различных промышленных предприятий и предприятий жилищно - коммунального хозяйства (бани, прачечные, бассейны);
- теплота продуктов сгорания в ГТУ и дизельных двигателях;
- теплота продуктов сгорания в КУ и промышленных печах;
- теплота продуктов сгорания в печах по сжиганию твердых и жидких бытовых отходов;
- теплота смеси газов и водяного пара после деаэрационных установок;
- теплота отработанного сушильного агента в сушильных установках
- теплота горячих растворов в выпарных и ректификационных установках;
- теплота масла, используемого в турбинах электростанций и в электрических трансформаторах;
- теплота воздуха, уходящего из систем вентиляции и кондиционирования воздуха жилых, общественных и промышленных зданий;
- теплота вытяжного воздуха станций метрополитена и воздуха каналов метро.

Также для работы ТН могут быть использованы низкопотенциальное тепло природных источников:

- тепло воды естественных и искусственных водоемов (реки, озера, пруды, Балтийское море, Финский залив и т.д.
- теплота грунта;
- теплота наружного воздуха (при положительных температурах);
- теплота подземных вод;

Целесообразно применять технологии ТН в следующих случаях:

- если имеется стабильный во времени источник теплоты с температурой  $10 \div 50^\circ\text{C}$ ;
- если имеется потребитель теплоты с температурой  $60 \div 100^\circ\text{C}$
- если имеется источник недорогой электрической энергии при дефиците тепловой энергии;
- если источником теплоты является горячая вода или конденсирующийся пар или парогазовая смесь; эти теплоносители имеют высокий коэффициент теплоотдачи, что обеспечивает малые габариты теплообменного аппарата (испарителя) теплового насоса;
- эффективность теплового насоса увеличивается, если необходима одновременная выработка теплоты и холода;
- эффективность теплового насоса увеличивается, если в летнее время тепловой насос можно использовать в системе кондиционирования, а в зимнее – в системе отопления.

Работа ТН осуществляется посредством, подведенной в компрессор работы, привод компрессора может осуществляться от электрического или теплового двигателя. В компрессоре при сжатии хладагента повышается давление и температура рабочего вещества, находящегося в парообразном состоянии от давления  $p_1$  до давления  $p_2$ . Затем в конденсаторе горячий газообразный хладагент конденсируется при постоянном давлении. Полученное при конденсации тепло передается потребителю при температуре  $T_2$ , например, для нагрева воды, направляемой в систему отопления. В редукционном клапане (дресселе) происходит расширение рабочего вещества до давления  $p_1$  с его частичным испарением. Далее, хладагент полностью превращается в пар при температуре  $T_1$  в испарителе, где отбирается теплота от источника низкопотенциального тепла, например от сточных или канализационных вод, нагретого вентиляционного воздуха или продуктов сгорания и т.д. И так цикл продолжается (рис.2).

Основным показателем эффективности теплового насоса (ТН) является коэффициент преобразования или отопительный коэффициент COP (coefficient of performance), который определяется как отношение теплопроизводительности теплового насоса к мощности, потребляемой компрессором.

В режиме охлаждения для оценки эффективности применяется холодильный коэффициент EER (energy efficiency ratio), который определяется как отношение холодопроизводительности теплового насоса к мощности, который потребляет компрессор.

$$COP = \frac{Q_R}{N} = \frac{Q_C + N}{N} = EER + 1 = \frac{T_0}{T_k - T_0} + 1;$$

$$EER = \frac{Q_C}{N},$$
 где:  $Q_R$  [кВт] – энергия, отдаваемая потребителю (теплопроизводительность);  $Q_C$  [кВт] – тепловая энергия, отбираемая у ИНТ (холодопроизводительность);  $N$  [кВт] – затраченная электроэнергия, мощность насоса;  $T_k - T_0$  – температуры конденсации и кипения в тепловом насосе.

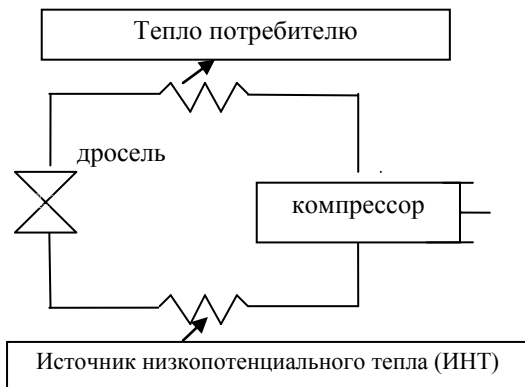


Рисунок 2 – Схема парокомпрессионного теплового насоса

Температура  $T_k$  определяется давлением конденсации хладагента в ТН, а  $T_0$  – температурой ИНТ. Так, если принять  $T_0 = 279,05$  К (5,9 °С – средняя температура грунта в г. Санкт-Петербурге (таблица 2) и  $T_k = 323,15$  К (50 °С), то
 
$$COP = \frac{T_0}{T_k - T_0} + 1 = \frac{279,05}{323,15 - 279,05} + 1 = 6,3 + 1 = 7,3.$$

Если принять  $T_0 = 273,85$  К (0,7 °С – средняя температура грунта в г. Санкт-Петербурге зимой во время отопительного сезона (таблица 2) и  $T_k = 323,15$  К (50 °С), то
 
$$COP = \frac{T_0}{T_k - T_0} + 1 = \frac{273,85}{323,15 - 273,85} + 1 = 5,6 + 1 = 6,6.$$

Для увеличения COP необходимо применение хладагентов, имеющих более низкие  $T_k$ .

При температуре  $T_k = 293,15$  К (20 °С)
 
$$COP = \frac{T_0}{T_k - T_0} + 1 = \frac{279,05}{293,15 - 279,05} + 1 = 19,7 + 1 = 20,7.$$

Проблемы экологии (разрушение некоторыми фреонами озоновый слой атмосферы, который защищает нас от чрезвычайного ультрафиолетового излучения) привели к разработке новых хладагентов нового поколения, таких как хладон R-134a.

Хладон R-134a является хладагентом третьего поколения, который не влияет на озоновый слой, но воздействует на парниковый эффект с потенциалом глобального потепления (грин-фактором) GWP (Global Warming Potential – интегральная оценка влияния на парниковый эффект) = 1340 по сравнению с CO<sub>2</sub>. R134a не токсичен и не воспламеняется во всем диапазоне температур эксплуатации, характеризуется небольшой температурой нагнетания, давление насыщенного пара R134a 1,16 при 45 °С. Но при попадании воздуха в систему при его сжатии возможно спонтанное образование горючих смесей. В настоящее время идут разработки хладагентов 4-го поколения с GWP < 150. Представляет интерес хладагент R-1234yf (CF<sub>3</sub>-CF=CH<sub>2</sub>), являющийся изомером фтористых пропиленов (3,3,3,2 – тетрафторпропилен) с GWP = 4, невзрывоопасный и нетоксичный, однако, использование его как наполнителя внутреннего контура ТН для трансформации тепла ограничено, поскольку его критическая температура составляет 96 °С, т.е. на 5 градусов ниже, чем у R-134a, следовательно применение его в качестве высокотемпературного ТН не даст максимального эффекта.

Таблица 2. – Значения средней температуры грунта в городах РФ

Город	Средняя температура грунта, °С					
	зимняя		летняя		годовая	
	Глубина грунта, м					
	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6
Вологда	1	2	13,2	10,9	5,9	5,9
Волгоград	-1,9	0,7	23,7	19,5	10,1	10,2
Санкт-Петербург	-2,5	0,7	16,3	13,7	5,4	5,9
Москва	1	1,6	14,4	13,4	6,5	6,5
Орел	0	1,8	17,2	14,8	7,5	7,6
Оренбург	-1,1	1,9	15,6	12,5	6,8	7,1
Ростов - на - Дону	0,8	4,8	20,2	16,6	10,4	10,7
Екатеринбург	0,75	2,7	12	9,1	6	5,5

Очевидно, что использование грунта поверхностных слоев Земли (на глубине 1,6 м), как источника низкопотенциальной тепловой энергии для геотермальных теплонасосных си-

стем теплоснабжения (ГТСТ) возможно практически повсеместно. В настоящее время в мире это одно из наиболее динамично развивающихся направлений использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Грунт поверхностных слоев Земли является тепловым аккумулятором неограниченной мощности. Тепловой режим грунта формируется под действием трех основных факторов:

- падающей на поверхность солнечной радиации;
- температуры воздуха;
- потока тепла из земных недр, который как правило, составляет не более 0,05 – 0,12 Вт/м<sup>2</sup>[7,с.4].

Сезонные и суточные изменения интенсивности солнечной радиации и температуры наружного воздуха вызывают изменения температуры поверхностных слоев грунта. Глубина проникновения суточных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации в зависимости от конкретных почвенно-климатических усло-

вий колеблется в пределах от нескольких десятков сантиметров до полутора метров. Глубина проникновения сезонных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации не превышает, как правило, 15–20 м.

Тепловой режим слоев грунта, расположенных ниже этой глубины в основном формируется под воздействием тепловой энергии, поступающей из недр Земли, и практически не зависит от сезонных, а тем более суточных изменений показателей наружного климата. С увеличением глубины температура грунта также увеличивается в соответствии с геотермическим градиентом (примерно 3°С на каждые 100 м) [7,с.4]. В табл. 3 приведены данные о средних температурах грунта на глубине 1,6м для некоторых городов России. Эта глубина представляется наиболее рациональной, с точки зрения температурного потенциала грунта и возможностей производства работ по заложению горизонтальных грунтовых теплообменников[7,с.5].

Таблица 3 – Средние температуры грунта на глубине 1,6 м по месяцам для некоторых городов России

Город	месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Архангельск	4,0	3,5	3,1	2,7	2,5	3,0	4,5	6,0	7,1	7,0	6,1	4,9
Астрахань	7,5	6,1	5,9	7,3	11	14,6	17,4	19,1	19,1	16,7	13,6	10,2
Барнаул	2,6	1,7	1,2	1,4	4,3	8,2	11,0	12,4	11,6	9,2	6,2	3,9
Братск	0,4	-0,2	-0,6	-0,5	-0,2	0	3,0	6,8	7,2	5,4	2,9	1,4
Владивосток	3,7	2,0	1,2	1,0	1,5	5,3	9,1	12,4	13,8	12,7	9,7	6,4
Иркутск	-0,8	-2,8	-2,7	-1,1	-0,5	-0,2	1,7	5,0	6,7	5,6	3,2	1,2
Магадан	-6,5	-8,0	-8,8	-8,7	-3,9	-2,6	-0,8	0,1	0,4	0,1	-0,2	-2,0
Москва	3,8	3,2	2,7	3,0	6,2	9,6	12,1	13,4	12,5	10,1	7,3	5,0
Мурманск	0,7	0,3	0	-0,3	-0,3	0,2	4,0	6,7	6,6	4,2	2,7	1,0
Новосибирск	2,1	1,2	0,6	0,5	1,3	5,0	9,1	11,3	10,9	8,8	5,8	3,6
Оренбург	4,1	2,6	1,9	2,2	4,9	8,0	10,7	12,4	12,6	11,2	8,6	6,0
Пермь	2,9	2,3	1,9	1,6	3,4	7,2	10,5	12,1	11,5	9,0	6,0	4,0
Петропавловск-Камчатский	2,6	1,9	1,5	1,1	1,2	3,4	6,7	9,1	9,6	8,3	5,6	3,8
Ростов-на-Дону	8,0	6,6	5,9	6,8	9,9	12,9	15,5	17,3	17,5	15,8	13,0	10,0
Салехард	1,6	1,0	0,7	0,5	0,4	0,9	3,9	6,8	7,1	5,6	3,5	2,3
Санкт-Петербург	3,2	2,4	1,9	2,2	5,6	9,2	11,9	13,2	12,0	9,7	6,9	4,6
Сочи	11,2	9,8	9,6	11,0	13,4	16,2	18,9	20,8	21,0	19,2	16,8	13,5
Хабаровск	0,3	-1,8	-2,3	-1,1	-0,4	2,5	9,5	13,3	13,5	10,9	6,7	3,0
Якутск	-5,6	-7,4	-7,9	-7,0	-4,1	-1,8	0,3	1,5	1,1	0,1	-0,1	-2,4
Ярославль	2,8	2,2	1,9	1,7	3,9	7,8	10,7	12,4	11,5	9,5	6,3	3,9

Из данных таблицы 3 видно, что характерной особенностью естественного температурного режима грунта является запаздывание минимальных температур грунта относительно времени наступления низких температур наружного воздуха. Для Санкт-Петербурга самые низкие температуры грунта зафиксированы для марта: - 1,9 °С и для апреля -2,2°С (к моменту наступления этих температур в грунте нагрузка на системы теплоснабжения снижается).

Исследования, проведенные в ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ», показали, что потребление тепловой энергии из массива грунта к концу отопительного сезона вызывает вблизи регистра труб системы теплосбора понижение температуры грунта. Таким образом, температура грунта в климатических условиях большей части территории РФ не успевает восстановиться в летний период года, и к началу следующего отопительного сезона грунт выходит с пониженными температурными показателями температуры.

Потребление тепловой энергии из грунта в течение следующей зимы вызывает дальнейшее снижение его температуры, и к началу третьего отопительного сезона температурный потенциал грунта ещё больше отличается от естественного, и т.д.[7,с. 6]. Только к пятому году эксплуатации колебания температуры грунта выходят на новый режим, близкий к периодическому. Начиная с пятого года эксплуатации, многолетнее потребление теплоты из грунтового массива систем теплосбора сопровождается периодическими изменениями его температуры.

Учитывая это обстоятельство, ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» в качестве критерия эффективности предлагает выбирать средний за 5-й год эксплуатации коэффициент трансформации теплоты.

Применение ТН в России расширяется, и будет расширяться, для этого существует огромный потенциал. Все научные исследования в этой области перспективны (разработка новых схем утилизации теплоты, разработка более эффективного теплообменного оборудования и т.д.).

С активным развитием вокруг г. Санкт-Петербурга малоэтажного и коттеджного стро-

ительства становятся еще более актуальными задачи по разработке, проектированию, созданию эффективных импортозамещающих парокompрессионных ТНУ небольшой производительности. А также разработки конкурентоспособных схем ТНУ на их базе и основе. Решения, найденные при проведенных исследованиях, могут быть внедрены в других регионах Российской Федерации со сходными климатическими условиями или же адаптированы под климатические условия региона.

Повышение эффективности ТН за счет совершенствования их рабочих циклов и схем составляет основу современных исследований. В целом термодинамическое совершенство обратных циклов ТН в значительной степени определяет технико-экономическую и экологическую эффективность теплонасосных технологий. Это особенно актуально для разработки децентрализованных систем теплоснабжения в рекреационных зонах, где имеются экологические ограничения на применение традиционных технологий получения тепловой энергии.

### Литература

1. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, ГАРАНТ.РУ: 8.02. 2013: URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70209010/#ixzz3EpEgpiID> (дата обращения 17.09.2014).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Васильев Г.П., Шилкин Н.В.Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах.// АВОК.- 2003.-№2.с.15-21
4. Елистратов С.Л Комплексное исследование эффективности тепловых насосов. Автореф. дис. док. тех. / Елистратов С.Л. - Новосибирск. 2010. - 36 с.
5. Пособие к СниП 23-01-99 Справочная климатология. Справочное пособие к СниП 23-01-99. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosthelp.ru/text/PosobieSNIp230199Stroite.html> (дата обращения 17.09.2014).
6. Тепловые насосы, их назначение и основные типы. [Электронный ресурс]. – URL: (дата обращения 17.09.2014).
7. Г. П. Васильев Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения и эффективность их применения в климатических условиях России. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3685](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3685)(дата обращения 17.09.2014).



## К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ф.Ф. Хизбуллин<sup>1</sup>, А.Р. Саттаров<sup>2</sup>, Р.Т. Хакимов<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Уфимский государственный университет экономики и сервиса (УГУЭС),  
450078, г. Уфа, ул. Чернышевского, 145;

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.

В статье приведен обзор международного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами и рассмотрена проблематика отрасли на территории Российской Федерации.

*Ключевые слова:* твердые бытовые отходы, ТБО, экология.

### THE PROBLEM OF RECYCLING OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE RUSSIAN FEDERATION

F.F. Hizbullin, A.R. Sattarov, R.T. Hakimov

Ufa State University of Economics and Service (UGUES), 450078, Ufa, ul. Chernyshevsky, 145;

St. -Petersburg state university of economics (SPbSEU),

191023, St. Petersburg, street Sadovaya, 21

The article provides an overview of the international experience of waste management and considers the industry problems in Russian Federation.

*Keywords:* municipal, solid, waste, ecology.

За последние десятилетия картина с вывозом и утилизацией мусора практически не изменилась. Как и пятьдесят лет назад мы складывали мусор в ведро, так и сейчас складываем его в специальные мешки, выносим в уличный контейнер или просто опускаем в мусоропровод, у кого он имеется.

Далее мусор, или как правильно его следует называть – твердые бытовые отходы (ТБО), при помощи спецтехники попадает на полигон для утилизации. То есть отходы просто укладывают слоями, изредка культивируя полигон земель. Со временем начинается непрекращающийся процесс гниения, брожения с выделением тепла, сопровождающийся зловонными испарениями в виде метана и других душистых составляющих. Это все похоже на то, если бы вы у себя дома сметали весь мусор себе под ковер, и были уверены, что решили проблему чистоты.

В данной статье рассматривается международный опыт обращения с отходами, исследуется проблематика развития мусороперерабатывающей отрасли в России, а также пред-

лагаются возможные варианты решения проблемы утилизации ТБО.

Сегодня в России на санкционированных и несанкционированных свалках, хранилищах, полигонах скопилось около 80 млрд. тонн твердых отходов производства и потребления [1]. Коммунальные отходы от этого числа составляют примерно третью часть. Из этой массы примерно 5% поступает на мусоросжигательные заводы, остальное идет на полигоны и свалки. Кроме того, на территории России накоплено 1,1 млрд тонн опасных отходов. Чтобы более четко представить масштабы, произведем нехитрые вычисления.

Учитывая коэффициент уплотнения ТБО на полигоне 80 млрд. тонн примерно равно 363 млрд. кубометров мусора. Представим большой кран, из которого с периодичностью в 1 секунду будет вываливаться один кубометр ТБО. Такой кран будет «капать» 363 млрд. секунд, или 100,8 млн. часов, или 11510 лет, если хотите. 80 млрд. тонн ТБО звучит не так устрашающе, если только не начать представлять это на временной шкале.

<sup>1</sup> Фаиз Фарвазович Хизбуллин – доктор химических наук, зав. кафедрой "Сервис транспортных систем" УГУЭС, моб.: +7 917 342 50 83, e-mail: khizbullin@mail.ru;

<sup>2</sup> Артур Рифхатович Саттаров – аспирант кафедры "Сервис транспортных систем" УГУЭС, моб.: +7 917 482 0979, e-mail: arthur.sattarov@gmail.com;

<sup>3</sup> Рамиль Тагирович Хакимов – кандидат технических наук, доцент кафедры "Автосервис" СПбГЭУ, моб.: +7 904 335 63 27, e-mail: haki7@mail.ru.

Ежегодно накопление различных видов твердых отходов в России составляет 10÷15 тонн на человека, в том числе токсичных 0,8 тонны и разжиженного навоза 1 тонна. Степень утилизации отходов не велика. Для инертных веществ (вскрышные породы, зола, строительный мусор) она не превышает 20÷30% (для опасных 10÷25%). Сельскохозяйственные отходы утилизируются примерно на 70%, а радиоактивные в основном хранятся или подвергаются захоронению. Особую угрозу для экологии представляют «дикие», «стихийные» или несанкционированные свалки, откуда ядовитые вещества и микроорганизмы, попадая в подземные воды, распространяются на многие километры. Как говорил Г.Г. Малинецкий – доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом моделирования нелинейных процессов Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН: «Норма для развитой страны такая: захоронение – 5% отходов, переработка – 95%; российская же ситуация обратная: мы 5% перерабатываем, 95% – хороним» [2].

Однако бытового мусора содержит много ценных веществ: органические соединения, годные для удобрения, бумага и картон, стекло, пластмасса, кожа, древесина, металлы. Практически во всем мире это уже поняли, и возникает тенденция увеличения количества перерабатываемых отходов.

Анализ динамики рынка переработки ТБО в экономически развитых странах позволяет выявить следующие тренды:

- подавляющее большинство ТБО все же продолжают вывозить на свалки. Однако, очевиден факт роста доли переработки отходов. Так, например, при росте объемов образования ТБО за последние шесть лет в размере 5%, уровень их переработки вырос на 17%, в то время, как ежегодные объемы захоронения увеличиваются лишь на 2%;

- среднемировой показатель сжигания мусора колеблется в пределах 15÷20%, правда в некоторых регионах такой способ утилизации может превалировать (в Японии 65% ТБО сжигается);

- компостирование развивается в мировой практике как альтернатива сжиганию, но большого распространения до сих пор не получило;

- принципиальных изменений в составе

ТБО с течением времени не происходит. По-прежнему, основную долю отходов составляет макулатура. Несколько растет потребление пластмасс – как следствие развития рынка упаковочных материалов. Именно по этим видам бытового мусора наблюдается наиболее динамичный прирост процента рециклинга;

- основой развития мировой индустрии рециклинга является механизм частного-государственного партнерства. Обороты крупнейших игроков рынка переработки ТБО могут варьироваться от 100 до 6000 млн. евро в год. Доля частных компаний на рынке сбора ТБО в среднем превышает 30% и варьируется от 7% (Финляндия) до 93% (Испания) в зависимости от региона (практика европейских стран);

- активное внедрение государственных механизмов регулирования отрасли;

- значительное внимание уделяется вопросу сортировки бытового мусора, осуществление которого возможно по двум схемам:

- система раздельного сбора мусора, как, например, в Германии,

- сбор мусора в едином потоке с применением инновационных решений в процессе сортировки мусора (наиболее подходящий для России вариант).

- масштабирование рециклинга за счет расширения спектра подлежащих переработке отходов, повышение качества конечной продукции из вторсырья;

- расширение международной торговли твердыми бытовыми отходами[3].

Итак, в целом в мировой практике наблюдается тенденция переработки ТБО, и я бы выделил три основных этапа:

1. Сортировка отходов по видам и фракциям с получением вторичного сырья.

2. Компостирование или низкотемпературный пиролиз органических отходов и хвостов сортировки с получением биомассы, из которой можно будет получать топливо в кавитационных установках.

3. Укладка не переработанных отходов на полигоне в специальной таре для перспективного использования. То есть рассматривать полигон, как ресурсохранилище.

Также получили развитие следующие основные направления в переработке: органическая масса используется для получения удобрений, текстильная и бумажная макулатура ис-

пользуется для получения новой бумаги, металллом направляется в переплавку.



Рисунок 1 – Полигон ТБО

Основной проблемой в переработке является сортировка мусора и разработка технологических процессов переработки. Экономическая целесообразность способа переработки отходов зависит от стоимости альтернативных методов их утилизации, положения на рынке вторсырья и затрат на их переработку. Также существует определенная трудность в том, чтобы вписать мусороперерабатывающих завод в промышленную инфраструктуру отдельного региона, отследить все логистические связи и потребности региона во вторичных ресурсах. На мой взгляд гораздо предпочтительнее рассматривать процесс мусоропереработки как завершённый цикл производства ликвидной продукции, например, выделение макулатуры из ТБО – производство экологичной упаковки, выделение пластика – производство пластмассовых изделий. То есть просто необходимо, чтобы вокруг отдельно взятого мусороперерабатывающего комплекса был бы ряд малых производств по переработке вторичных ресурсов. Это позволит рассматривать мусоропереработку, как отдельную отрасль региональной экономики.

Важно также ясно представлять все проблемы, связанные с переработкой

ТБО. Российская наука и промышленность уже располагают технологиями и материально-технической базой, обеспечивающими утилизацию практически всех видов отходов, но эта возможность в полной мере не реализуется. В Российской Федерации в настоящее время преобладает сквозной техногенный ресурсный цикл, при котором из окружающей среды извлекают природные ресурсы, готовят продукцию, потребляют, а после ее использования, возвращают в природную среду отходы. Точно также образуются производственные отходы, которые поступают в природную среду. Российская промышленность не заинтересована в производстве экологически безопасной и рециклируемой после использования продукции, т.к. государственное стимулирование в этой области полностью отсутствует.

Если обратиться к опыту СССР, стремившемуся перейти к радиальному ресурсному циклу, мы обнаружим те успехи, к показателям которых европейские страны с помощью специальных директив и развитой рыночной экономики только подходят. Так, в 1978 г. уровень сбора вторичного сырья составлял: макулатура – 59%; текстильные отходы – 51%; кость – 43%; изношенные шины – 31% (данные приведены по городскому населению на конец 1978 г.).

Проводимая сегодня в России государственная, региональная и муниципальная политика в области ресурсосбережения не может обеспечить ресурсную региональную безопасность, разумные коммунальные тарифы, а значит возможность избавиться от «сырьевой иглы». Так в 1991 г. ликвидирована государственная система сбора вторичных ресурсов, с 1996 года отменена статистическая отчетность по формам 14-ВР (вторичные ресурсы), 14-лес (древесные отходы), 9-СН (лом черных металлов), 17-СН (лом цветных металлов). Уровень сбора вторичного сырья и переработки бытовых и производственных отходов снизился, зато количество отходов для захоронения резко возросло. В то же время усиливаются сетования на необходимость все это «добро» или сжигать, или передать в собственность на десятилетия иностранным инвесторам с региональными гарантиями и обязательством оплачивать их работу за счет бюджета или сборов с населения.

Как известно, только мусоропереработчики находятся в первых рядах борцов с гло-

бальной проблемой. Но в одиночку им вряд ли справиться с такой задачей. Необходимо по примеру закона об энергосбережении оперативно принимать законодательство по ресурсосбережению, вводу залоговых цен на возврат производителям использованных товаров, обязанностей по сбору и переработке использованной продукции (особенно тары и упаковки), разрабатывать соответствующие технологические системы заготовки вторсырья по его использованию отечественной промышленностью.

В сфере законодательного и нормативно-правового обеспечения в области обращения с отходами можно выделить ряд основных проблем:

1. Российское законодательство не отвечает новым экономическим условиям, современным научным представлениям о рациональном использовании сырьевых и материальных ресурсов. Отсутствует дифференцированный подход к отходам, требующим специального регулирования (биологическим, упаковочным, крупнотоннажным и др.).

2. В федеральных законах не закреплены такие международные нормы, как обеспечение приоритета утилизации отходов над их размещением; принцип ответственности производителей за утилизацию их продукции в конце жизненного цикла; применение наилучших существующих технологий в области обращения с отходами и др. Значительно сужен круг отношений, регулируемых Законом ряд содержащихся в Законе организационно-правовых норм не распространяется на отношения в сфере обращения с биологическими отходами и отходами лечебно-профилактических учреждений, что ухудшает санитарно-эпидемиологическую обстановку в стране.

3. Существующая законодательная база не позволяет стимулировать хозяйствующие субъекты, осуществляющие внедрение малоотходных технологий, и хозяйствующие субъекты, занятые в сфере обращения с отходами, а также принимать адекватные меры к лицам, наносящим ущерб окружающей среде несанкционированным размещением отходов. В структуре ценообразования в электроэнергетике не учтена специфика оборудования, применяемого на большинстве отходов перерабатывающих предприятий, относящихся к категории малого и среднего бизнеса. Закон содержит неопределенные требования к хозяйствующим субъек-

там малого и среднего бизнеса, а также положения, устанавливающие для правоприменителя возможность необоснованного применения исключений из общих правил.

4. Классификация отходов, осуществляемая в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО) неэффективна. Действующий ФККО построен по иерархическому принципу и представляет собой весьма грубую форму классификации всего многообразия отходов, значительно уступающую классификации и кодированию отходов, приведенную в Межгосударственном стандарте ГОСТ 30775-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения».

5. Сильно усложнена действующим законодательством процедура получения паспортов опасных отходов, что затрудняет предприятиям сдачу отходов на полигоны. Кроме того, согласование паспортов на отходы, класс опасности которых не определен в ФККО, практически невозможно провести без оплаты услуг фирм-посредников (50÷60 тыс. руб./паспорт).

6. Действующая система лицензирования в области обращения с отходами предусматривает, что при внедрении новой технологии по использованию и обезвреживанию отходов организация должна получать новую лицензию.

7. На государственном уровне законодательно не разработана стратегия управления отходами, нет механизмов решения таких задач, отсутствует научно обоснованная концепция решения проблем обращения с отходами, не используются методы программно-целевого планирования.

8. Ответственность за решение проблемы обращения с отходами передана на уровень местного самоуправления, что резко обострило экологическую ситуацию.

9. Недостаточно эффективно проработано право граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций на осуществление общественного экологического контроля.

Сегодня природоохранные отношения, экологическая деятельность в целом регулируются целым рядом несвязанных, зачастую противоречащих друг другу законов, на основании ряда кодексов, и, конечно, подзаконных актов. Механизмы экономического регулирования далеко не всегда положены на бумагу и подкреплены законодательно. И подчас принятые

законы не работают годами из-за отсутствия одного или нескольких подзаконных актов [4].

Как видно, несовершенство законодательной базы очень усложняет развитие отрасли переработки отходов.

Также существуют проблемы с несоответствием в некоторых регионах тарифов на вывоз и захоронение мусора реальным расценкам. При этом в каждом субъекте Федерации своя законодательная база, посвященная вывозу и переработке твердых бытовых отходов. Отсутствует унифицированная нормативная база, что усложняет работу. Так, например, правительство Москвы разработало семь основных программ по переработке мусора. Программы по переработке крупногабаритного мусора, автомобильных отходов, отходов строительства и сноса, медицинских отходов, электроники и электронного лома, пищевых отходов, а также будут решаться проблемы обращения с опасными отходами всех классов.

Больше всего мешают административные барьеры и высокие налоги. С каждым годом все труднее становится получить лицензию – необходимо собирать все больше разрешающих документов. Предприниматели вынуждены работать как предприятия с высокой нормой рентабельности – никаких налоговых послаблений. В целом все эксперты выделяют несколько причин равнодушия местных властей к проблеме ТБО. Во-первых, сложившиеся традиции обращения с ТБО и отсутствие стимулов их менять. Во-вторых, недостаточно высокий уровень квалификации и информированности сотрудников территориальных администраций, принимающих соответствующие решения. В-третьих, сложившиеся теневые финансовые потоки, предполагающие определенную заинтересованность ответственных лиц в выборе дорогих и не самых эффективных схем обращения с ТБО. И наконец, сознание самих коммерсантов: переработка мусора – вид бизнеса для России нетрадиционный и потому требующий нестандартных подходов.

Тем не менее, многим удастся наладить эффективную систему управления отходами, как это сделано в Санкт-Петербурге силами ОАО «Автопарк №1 «Спецтранс». По мнению Н.А. Колычева (заместителя генерального директора ОАО «Автопарк №1 «Спецтранс» город Санкт-Петербург) проблемы мусоропереработчиков можно свести к следующему:

- отсутствие мусороперерабатывающей

отрасли как таковой;

- отсутствие качественной самоорганизации. Нет инновационной среды между предпринимателями в данной отрасли; нужно не конкурировать между двумя различными технологиями, а обмениваться опытом;

- нехватка инвестиционных проектов в сфере комплексных систем рециклинга;

- назревшая необходимость изменения общественного сознания по качеству экологии, а также низкий уровень пропаганды и агитации в области ресурсосбережения;

- отсутствие когнитивных (мозговых) центров в Правительстве по проблемам мусоропереработки;

- отсутствие координации на рынке, проблема вывоза мусора на конкретный завод по переработке;

- отсутствие системы частно-государственного партнерства в данной сфере, когда все заинтересованные лица (государство, граждане, предприниматели) решали эту проблему. Как вариант – схема генеральной очистки города, установка контейнеров «глубокой очистки» и пр.;

- непроработанность Федерального закона в части экономической привлекательности тарифов для переработчиков, прав собственности на перерабатываемое сырье и многого другого в области обращения с упаковочными отходами;

- ограниченность рынков сбыта для переработчиков;

- заинтересованность заказчиков исключительно в вывозе мусора, а не в его переработке и рециклинге;

- «замусоренность» пунктов сбора отходов, увеличение несанкционированных свалок, низкопроизводительность сбора отходов;

- неэффективность контроля и надзора в сфере экологии, отсутствие программ ресурсосбережения;

- не определены политические приоритеты в области обращения с ресурсными фракциями отходов;

- не предпринимаются попытки определить общий объем отходов и ресурсных фракций;

- не организовано текущее и перспективное планирование ресурсосбережения;

- крайне медленно сооружается инфраструктура для ресурсосбережения;

- не ставится цель сбережения ресурсов по фракциям на конкурсах технологий по переработке отходов;
- отсутствует эффективная система сбора накапливаемых населением отходов повышенной опасности;
- не уделяется должного внимания развитию отечественной производственной базы;
- не организовано стимулирование ресурсосбережения населением и бизнесом[2].

Как видно, вопросы переработки мусора имеют высокую актуальность и острую необходимость.

Также в вопросах чистоты необходимо поменять коллективное мышление в сторону заботы об окружающей среде [7]. Ведь если мы, как население России, начнем заботиться о месте, где живем, где будем расти детей, то, уверен, что ситуация с утилизацией и переработкой отходов должна поменяться. Например, уже сегодня внедряется проект «Общественный контроль», который позволит рядовым гражданам после самостоятельной фиксации несанкционированной свалки оперативно размещать информацию в центральной информационной системе. После чего включаются уже органы, ответственные за направления, связанные с уборкой этой территории, как на местном уровне, так и на федеральном уровне и ликвидируют эту свалку. И сам гражданин впоследствии сам может проконтролировать и зафиксировать решение проблемы [5].

Вопрос в общественном самосознании, насколько мы сами готовы заботиться о мире, что нас окружает. Этого же самосознания порой недостает нашим политическим деятелям в вопросах переработки отходов, потому что главной проблемой я бы выделил административный барьер. А в остальном переработка отходов – это такой же бизнес, как и любое другое производство.

К счастью, в нашей стране это уже начали понимать. В высших эшелонах власти уже обсуждали вопросы о создании современной системы утилизации и переработки промышленных и бытовых отходов: «При всей кажущейся прозаичности эта проблема имеет огромное экономическое и социальное значение. И в современном мире подходы к её решению демонстрируют зрелость государства и бизнеса, их способность формировать ком-

фортную среду для жизни граждан. Наша задача – создать все условия для того, чтобы промышленные предприятия рационально, грамотно обходились с отходами, переходили на замкнутые и безотходные технологии. Утилизация отходов, их вторичное использование – сложный, но очень перспективный вид предпринимательской деятельности. Мы должны создать условия для того, чтобы в эту сферу пришли инвесторы, компании, представляющие малый и средний бизнес»[6].

Итак, в перспективных задачах развития мусороперерабатывающей отрасли необходимо выявить наиболее оптимальный способ организации системы управления отходами у себя в регионе, начиная с усовершенствования законодательной базы, строительством мусороперерабатывающих производств, заканчивая конечной продукцией, как результата мусоропереработки. И, по возможности, внедрить данный проект в жизнь.

### Литература

1. Рябов, Р. Г. Утилизация, переработка и захоронение отходов: Учеб. пособие / Р. Г. Рябов, М. С. Комиссаров, Е. П. Верховская, Г. Г. Рябов. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2012. – 149 с. ISBN 978-5-87954-682-8.
2. Итоги XI международной научно-практической конференции «Рециклинготходов» // Рециклинг отходов. 2012. № 2(38). (Журнал).
3. Маркетинговое исследование российского рынка переработки твердых бытовых отходов Департамента маркетинговых исследований Research.Techart.
4. Стенографический отчет о заседании президиума Государственного совета по вопросам совершенствования государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды от 27 мая 2010 года. Медведев Д.А. // URL: <http://www.kremlin.ru/transcripts/7872> (дата обращения 02.11.2013).
5. Рабочая встреча президента РФ с Министром природных ресурсов и экологии Сергеем Донским от 22 января 2013 г. // URL: <http://www.kremlin.ru/news/17353> (дата обращения 18.05.2014).
6. Совещание по вопросу стимулирования переработки отходов 10.04.2013, Московская область, Ново-Огарево // URL: <http://www.kremlin.ru/news/17869> (дата обращения 18.05.2014).
7. Хакимов Р.Т. Экологическое состояние транспорта в России. Транспорт России: проблемы и перспективы 2010. Труды конференции. Всеросс. науч.-прак. конф. – СПб.: ИПТ РАН, 2010. – С. 221 – 222..

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

Е.И. Саканская-Грицай<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

Проведен анализ правовых документов по теме водоподготовки питьевой воды. Рассмотрены имеющиеся действующие бытовые установки очистки воды. Акцентировано внимание на опасности употребления искусственно созданной воды. Уточнены некоторые вопросы по традиционным способам очистки воды. Проведен обзор электрохимических установок, методов обработки водных растворов. Предложен способ совмещения реагентной и электрохимической очистки воды на этапе службы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

*Ключевые слова:* Обеспечение населения питьевой водой как национальная безопасность; анализ бытовых установок по очистке воды; опасность деминерализованной и восстановленной воды; традиционные способы водоподготовки; электрохимические способы очистки воды; эффективность совмещения реагентных и электрохимических способов.

### PROBLEMY AND PROSPECTS FOR IMPROVEMENT OF WATER TREATMENT

E.I. Sakanskaja-Gritsay

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21.*

The analysis of legal documents on water treatment of drinking water. Reviewed existing domestic water purification. The attention on the dangers of drinking artificially created water. Clarified some questions on traditional methods of water purification. The review of electrochemical devices, methods of processing aqueous solutions. A method of combining reagent and electrochemical water treatment at the stage of service of housing and communal services (HCS).

*Keywords:* Provision of potable water as a national security; analysis of household water treatment plants; the danger of demineralized and recovered water; traditional water treatment methods; electrochemical methods of water treatment; the effectiveness of the combination of the reagent and electrochemical methods.

#### **I. Правовое обоснование актуальности темы разработки способа очистки питьевой воды**

«Обеспечение населения России питьевой водой является для многих регионов страны одной из приоритетных проблем, решение которой необходимо для сохранения здоровья, улучшения условий деятельности и повышения уровня жизни населения». [1]

Реализация Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года призвана стать мобилизующим фактором улучшения качества жизни населения. [2]

В пункте 87 Указа Президента РФ говорится, что «состояние национальной безопасности в сфере экологии усугубляется сохранением значительного количества опасных производств, деятельность которых ведет к нару-

шению экологического баланса, включая нарушение санитарно-эпидемиологических и (или) санитарно-гигиенических стандартов потребляемой населением страны питьевой воды...» Соответственно среди факторов, гарантирующих национальную безопасность страны в области здоровья, наиболее существенным социально значимым вопросом является обеспечение населения России питьевой водой. Это неоднократно отмечено в резолюциях и решениях Совета Безопасности РФ (1995 и 2001 гг.) и Президиума Госсовета РФ.

Министерством экономического развития Российской Федерации разработана и реализуется программа «Чистая вода», которая направлена на реформирование и модернизацию сектора водоснабжения и водоотведения.

<sup>1</sup>Саканская-Грицай Елена Ивановна – аспирант кафедры "Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения" СПбГЭУ, тел.: (812)3684289, моб.: +7 965 09 962 09, e-mail: elena-gritsay@yandex.ru

Государственная программа "Чистая вода" представляет собой комплекс взаимно увязанных мероприятий, осуществляемых органами государственной власти и органами местного самоуправления, организациями промышленности, финансового сектора, научными организациями, реализация которых обеспечит поэтапное достижение цели: обеспечение граждан страны чистой водой. Среди задач программы – стимулирование производства инновационного отечественного оборудования, технологий и материалов, необходимых для создания и обеспечения функционирования систем водоснабжения и водоотведения в соответствии с современными стандартами.

Рассчитано, что до 2020 года доля населения страны, имеющего доступ к централизованному водоснабжению, увеличится на 40 процентов. Важно чтобы до потребителя доходила вода соответствующая стандарту Санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

В свете этих документов актуальна разработка инновационных рентабельных и экономичных многоуровневых способов очистки питьевой воды на этапе службы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

## II. Анализ потребительского рынка

На сегодняшний день ответственность за качество потребляемой воды фактически переложена на самого потребителя, поскольку изношенные водопроводные сети, устаревшее оборудование станций очистки не гарантируют подачу качественной воды населению. Кроме того, множество производителей предлагают на выбор опять же потребителя и в зависимости от его возможностей, свои установки с различными технологиями доочистки воды от дешёвых до достаточно существенных цен, при этом гарантия безопасности употребления доочищенной воды остаётся под вопросом. Чаще всего в этих установках используют фильтры различной степени очистки на основе полипропилена, активированного угля, активированного углеродного волокна, ионообменных смол, КДФ (высокоочищенные *Zn* и *Сu*) и т.д.

Фильтры с КДФ (рис.1), например, используют в установке доочистки питьевой воды, состоящей из 5 фильтров, предназначенных для глубокой очистки водопроводной воды от вредных примесей.

Фильтр №1 – механический полипропиленовый очищает воду от грязи, взвешенных частиц и нерастворимых примесей.

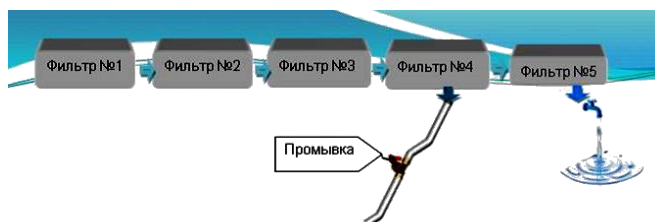


Рисунок 1 – Пятиступенчатый фильтр доочистки водопроводной воды

Фильтр №2 – прессованный активированный уголь (по технологии карбон-блок СТО) пористость 5 мкм, на данном уровне происходит адсорбция воды, удаляется неприятный запах и цвет, очищают воду от свободного хлора, тяжелых металлов и др. органических соединений.

Фильтр №3 – (ультрафильтрационная мембрана (УФ мембрана) на основе полимера) пористость 0,1-0,001мкм, удаляет органические загрязнители, железо, марганец, тяжелые металлы и другие растворенные примеси

Фильтр №4 – сорбционный фильтр с гранулами активированного угля и *KDF*, очищает от активного хлора, растворенного железа, тяжёлых металлов, происходит глубокая антибактериальная очистка, уничтожаются опасные бактерии и вирусы.

Фильтр №5 – сорбционный фильтр с гранулами активированного кокосового угля. Очищает воду от хлорорганических соединений, нефтепродуктов, тяжёлых металлов, улучшает вкусовые качества воды.

Используется также (рис.1) ручная промывка фильтров.

Некоторые производители предлагают широкий спектр фильтров от кувшинов до установок для очистки воды с использованием различных фильтров, а также метода обратного осмоса.

Так, например, одна из отечественных установок имеет систему фильтров и обратно-осмотическую мембрану рулонного типа, пористость которой 0,0001 мкм. Размер ее поры сравним с размером молекулы воды, поэтому мембрана обратного осмоса пропускает только молекулы воды и меньше, например хлор. Также в установку входит минерализатор на основе природных и экологически чистых материалов.

Известна установка, разработанная сотрудниками кафедры биомедфизики УдГУ, которая сочетает в себе обратный осмос, электроактивацию и дозированную минерализацию. Здесь для очистки воды используется улучшенная 5-ти ступенчатая схема обратного осмоса. Активация (ионизация) воды проводится путем электрообработки в активационном реакторе. Режим активации можно выставлять на пульте



– (100%, 50%, 25%, 0% активации). Далее в обессоленную обратным осмосом и активированную воду в автоматическом капельном режиме добавляется жидкий минеральный комплекс (кальций, калий, магний, йод). Уровень насыщения воды солями выставляется потребителем нажатием кнопки на пульте управления.

Известны также фильтры для воды, разработанные в Северо-западном научном центре российской академии сельскохозяйственных наук, принцип действия которых основан на использовании электрохимических методов обработки питьевой воды. Эти фильтры очищают воду посредством окислительно-восстановительных реакций, реализуемых последовательно в электрохимическом и каталитическом реакторах. Оба реактора выполнены в виде унифицированных, миниатюрных, проточных, высокопроизводительных устройств.

Конструктивно фильтры состоят из:

- высокопроизводительного проточного миниатюрного диафрагменного электрохимического реактора с оксидно-рутениевыми электродами и ультрафильтрационной диафрагмой из оксида циркония;
- вспомогательных реакторов (каталитического, флотационного, микропузырькового, электрокинетического);
- блока питания и индикации.

Требуется техническое обслуживание установки после получения каждых 400–500 литров очищенной воды, для этого необходимо промыть электрохимический реактор установки кислотным раствором с целью удаления катодных отложений.

Специалисты отмечают, что «несмотря на эффективность очистки воды этими установками остаются актуальными вопросы экологии, т.к. в процессе электрохимической обработки воды синтезируются соединения озон, пероксидные соединения, атомарный кислород, диоксид хлора, свободные радикалы и др., которые могут быть даже более вредными по воздействию на организм, чем первоначально имеющиеся в воде с непредсказуемым эффектом» [7].

Что касается фильтров вообще. Доктор химических наук, профессор, директор Института коллоидной химии и химии воды, академик АН Украины В.В. Гончарук считает, что в фильтрах протекают естественные биологические процессы, накапливаются микроорганизмы, которые живут и выделяют токсины. В результате такие фильтры еще больше загрязняют воду. Дорогой хороший многоступенчатый фильтр быстро изнашивается за счёт большого содержания хлора в российской воде, и выдаёт некачественную воду [8].

### III. Свойства деминерализованной и восстановленной воды

Обратный осмос и последующая минерализация воды всё шире применяется для приготовления питьевой воды и даже считается некоторыми специалистами безальтернативной. Однако в литературе все чаще поднимается полемика по поводу свойств искусственно минерализованной питьевой воды.

Так, в ноябре 2003 года в Риме (Европейский Центр Окружающей среды и Здоровья) собралась группа экспертов в области питания и медицины для работы над вопросами, касающимися состава питьевой воды и ее возможного вклада в общее поступление питательных веществ.

Изначальной целью данной встречи было внесение вклада в развитие Руководства по здоровому и экологически безопасному опреснению вод, введенного Восточным Средиземноморским Региональным Офисом ВОЗ и предназначенного для подготовки 4-го издания Руководства по качеству питьевой воды ВОЗ (РКПВ).

Всего было приглашено 18 экспертов из Канады, Чили, Республики Чехия, Германии, Ирландии, Италии, Молдовы, Сингапура, Швеции, Объединенного Королевства и США. Дополнительно были представлены доклады экспертов, которые не смогли приехать лично...

В частности, встал вопрос о последствиях длительного употребления воды, прошедшей деминерализацию: о пресной воде, прошедшей обработку в мембранной системе, а также о воссоздании их минерального состава [3].

Получение питьевой воды из сильносоленых вод типа морских и солоноватых посредством обессоливания широко практикуется в регионах, испытывающих ее острую нехватку. И если реминерализация морской воды обязательна: она агрессивна по отношению к распределительным системам, и выбора тут пока нет, то насколько оправдан обратный осмос для пресных вод?

Учёные считают, что искусственно обработанная деминерализованная вода, которую изначально получали методом дистилляции, а затем методом обратного осмоса, должна использоваться для промышленных, технических и лабораторных целей. На сегодняшний день доказано, что потребление воды, бедной минеральными веществами, оказывает негативное влияние на механизмы гомеостаза, обмен минеральных веществ и воды в организме.

Риск водной «интоксикации» (гипонатриемического шока) возрастает с уменьшением минерализации воды. Серьезные проблемы со здоровьем возникали у альпинистов,

употреблявших пищу, приготовленную на талом льду. Такая вода не содержит анионов и катионов, необходимых человеку. У детей, которые употребляют напитки, приготовленные на дистиллированной или слабоминерализованной воде, возникали такие заболевания, как отек мозга, конвульсии и ацидоз [3].

Малое поступление или отсутствие поступления кальция и магния приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям, усталости, слабости, мышечным судорогам

В процессе приготовления пищи на мягкой воде из продуктов (овощи, мясо, злаки) теряются важные элементы. Потери кальция и магния могут достигать 60 %, других микроэлементов – даже больше (медь-66 %, марганец-70 %, кобальт-86 %). Напротив, во время приготовления пищи на жесткой воде, потери минералов заметно ниже, а содержание кальция в готовом блюде может даже повыситься [3].

Вода с малой минерализацией нестабильна и как следствие проявляет высокую агрессивность по отношению к материалам, с которыми вступает в контакт. Эта вода легче растворяет металлы и некоторые органические компоненты труб, накопительных танков и емкостей, шлангов и фитингов, не будучи при этом способной образовывать комплексы соединения с токсичными металлами, снижая этим их негативное влияние. Обычно воду обогащают минеральными веществами, пропуская через известняк или другие карбонатсодержащие минералы. Вода при этом насыщается в основном кальцием, а дефицит магния и других микроэлементов, например, фтора и калия ничем не восполняется. А ведь питьевая вода является основным источником поступления в организм фтора, недостаточное содержание которого в воде (ниже 0,6 мг/л) может быть причиной кариеса зубов, а избыточное (более 1,5 мг/л) служит причиной эндемического флюороза (см.). [3].

Кроме того, количество вносимого кальция регулируется скорее техническими (снижение агрессивности воды), нежели гигиеническими соображениями. Возможно, ни один из способов искусственного обогащения воды минеральными веществами не является оптимальным, поскольку насыщения всеми важными минеральными веществами не происходит. Как правило, методики стабилизации минерального состава воды разрабатываются с целью снижения коррозионной активности деминерализованной воды [3].

Природные воды существенно различаются по своему составу вследствие геологического и географического происхождения, климатическими, гидрологическими условиями

и региональными различиями в степени и характере хозяйственного освоения территории, а также обработки, которой они подверглись. В настоящее время с целью улучшения санитарно-бытовых свойств воды ее умягчают (при централизованном водоснабжении), добываясь того, чтобы общая жесткость не превышала 7 мг-экв/л, т. е. 20°. Для местных водоисточников (колодцы) допускается жесткость воды не выше 14 мг-экв, т. е. 40°[5].

Минеральные воды используют в лечебных целях. Бальнеотерапия – метод лечения минеральными водами (при наружном и внутреннем их применении) – рассматривается как патогенетическое лечение различных заболеваний, направленное на различные звенья патологического процесса. Химический (растворы солей), газовый состав и ионизирующие излучение каждого вида минеральной определяют дифференцированные показания и противопоказания к ее применению [4].

Кроме того, существует большое различие между неорганическими и органическими минералами.

#### **IV. Традиционные способы водоподготовки. Водоканал СПб.**

На водоканале СПб внедряются новые способы очистки воды, но в некоторых случаях до потребителя по-прежнему доходит некачественная вода, в основном это связано с изношенными водопроводными сетями, и с устаревшим оборудованием и технологиями, которые заменяются постепенно.

Например, в 2010 году была усовершенствована система биомониторинга качества воды в реке Нева, водозабор невской воды контролируется речными раками, к панцирям которых прикреплены специальные датчики, которые фиксируют кардиоритм животных. Если в воде появятся токсичные вещества – сердцебиение раков резко изменится, и соответствующий сигнал поступит диспетчерам [9].

С 2007 года на водоканале Санкт-Петербурга действует двухступенчатая технология комплексного обеззараживания питьевой воды на водопроводных станциях, которая включает в себя использование гипохлорита натрия и ультрафиолетовую обработку воды».

Использование таких эффективных методов обеззараживания, как озонирование и ультрафиолет не исключает необходимости хлорирования воды на одном из этапов ее очистки. Дезинфицирующая активность ультрафиолета зависит от мутности воды, ее жесткости (образования отложений на поверхности лампы), осаждения органических загрязнений на поверхности лампы, а также колебаний в

электрической сети, влияющих на изменение длины волны [10].

Технологический процесс водоподготовки на водоканале СПб включает, как правило, следующие основные этапы:

- аммонирование воды (используется сульфат аммония);
- обеззараживание воды (используется гипохлорит натрия);
- коагуляция загрязняющих веществ (используется сульфат алюминия);
- флокуляция (используется катионный флокулянт);
- фильтрация через песчаную загрузку на контактных осветлителях (одноступенчатая схема очистки);
- отстаивание и фильтрация через песчаную загрузку на скорых фильтрах (двухступенчатая схема очистки);
- обеззараживание УФ-излучением [9].

Аммонирование воды (используется дешевый реагент – сульфат аммония  $(NH_4)_2SO_4$  – его вводят в обрабатываемую воду за несколько секунд до хлора. С хлором он образует хлорамины, связывая свободный хлор, благодаря чему значительно сокращается образование хлорорганики, вредной для организма человека, сокращается расход хлора, уменьшается коррозия труб водопровода. В частности, содержание хлороформа снизилось с  $90 \div 120$  до  $1 \div 5$  мкг/дм<sup>3</sup>. Использование сульфата аммония, водные растворы которого имеют слабокислую реакцию, увеличивает содержание дихлораминов, усиливая эффективность обеззараживания обрабатываемой воды. Некоторое снижение значения pH обрабатываемой воды вследствие замены аммиачной воды сульфатом аммония улучшает процесс коагуляции воды сульфатом алюминия, создавая оптимальные по кислотности среды условия [12].

Гипохлорит натрия –  $NaOCl$ , неорганическое соединение, натриевая соль хлорноватистой кислоты. Применяется в жидком виде (товарная концентрация растворов –  $10 \div 12\%$ ), возможно получение на месте применения электрохимическим способом.

• Эффективен против большинства болезнетворных микроорганизмов; грибки, вызывающие кандидоз, *Candida albicans*, погибают *in vitro* в течение 30 секунд при действии  $5,0 \pm 0,5\%$ -го раствора  $NaOCl$  (при концентрации действующего вещества ниже  $0,05\%$  они проявляют устойчивость только спустя 24 часа после воздействия на них ГПХН); более резистентные к действию гипохлорита натрия энтерококки. Так, например, патогенный *Enterococcus faecalis* погибает через 30 секунд после обработки  $5,25\%$  -ым раствором или че-

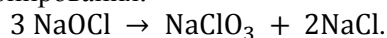
рез 30 минут после обработки  $0,5\%$ -ым раствором; грамотрицательные анаэробные бактерии, такие как *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* и *Prevotella intermedia*, погибают в течение 15 секунд после обработки  $5,0 \pm 0,5\%$ -м раствором  $NaOCl$

- Относительно безопасен при хранении и использовании
- При получении на месте не требует транспортировки и хранения опасных химикатов.
- Неэффективен против цист (*Giardia*, *Cryptosporidium*)
- Теряет активность при длительном хранении,
- Потенциальная опасность выделения газообразного хлора при хранении
- Образует побочные продукты дезинфекции, включая тригалометаны, в том числе бромформ и броматы в присутствии бромидов
- При получении на месте требует либо немедленного использования, либо, для обеспечения возможности хранения, специальных мер по очистке исходной воды и соли от ионов тяжелых металлов.

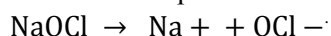
При хранении растворов  $NaClO$  с концентрацией активного хлора более  $450$  мг/л и pH более  $9$  происходит накопление хлоратов  $3NaClO = NaClO_3 + 2NaCl$

Гипохлорит натрия (ГПХН) – неустойчивое соединение, легко разлагающееся с выделением кислорода. Самопроизвольное разложение медленно происходит даже при комнатной температуре: например, за 40 суток наиболее устойчивая форма – пентагидрат ГПХН ( $NaOCl \cdot 5H_2O$ ) теряет около  $30\%$  активного хлора:  $2 NaOCl \rightarrow 2 NaCl + O_2$ .

При нагревании ГПХН параллельно с его разложением происходит реакция диспропорционирования:

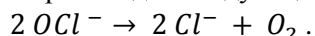


Гипохлорит натрия образует в воде хлорноватистую кислоту и гипохлорит ион в соотношениях, определяемых pH раствора, а именно соотношение между ионом гипохлорита и хлорноватистой кислотой определяется протеканием реакций гидролиза гипохлорита натрия и диссоциации хлорноватистой катионы натрия и анионы хлорноватистой кислоты:

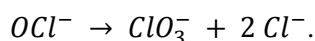


Так как хлорноватистая кислота ( $HOCl$ ) является очень слабой, гипохлорит-ион в водной среде подвергается гидролизу:  $OCl - + H_2O \leftrightarrow HOCl + OH -$  водные растворы ГПХН неустойчивы и со временем разлагаются даже при обычной температуре, и что наиболее устойчивы растворы с сильнощелочной средой (pH > 11). В сильнощелочной среде (pH > 10),

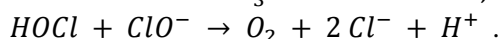
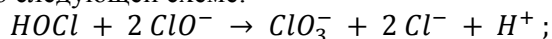
когда гидролиз гипохлорит-иона подавлен, разложение происходит следующим образом:



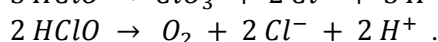
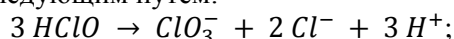
При температурах выше 35°C распад сопровождается реакцией диспропорционирования:



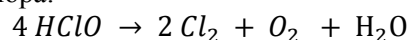
В среде со значением pH от 5 до 10, когда концентрация хлорноватистой кислоты в растворе заметно выше, разложение протекает по следующей схеме:



При дальнейшем уменьшении pH, когда в растворе уже нет  $\text{ClO}^-$  ионов, разложение идет следующим путем:



Когда pH раствора ниже 3, разложение будет сопровождаться выделением молекулярного хлора:



При pH выше 10 происходит кислородное разложение, при pH 5÷10 – кислородное и хлоратное, при pH 3÷5 – хлорное и хлоратное, при pH меньше 3 – хлорное разложение растворов гипохлорита натрия.

Таким образом, подкисляя раствор гипохлорита натрия соляной кислотой, можно получить хлор:  $\text{NaOCl} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

В отличие от хлора растворы ГПХН имеют щелочной характер и могут применяться для повышения уровня pH обрабатываемой воды. С изменением значения pH обрабатываемой воды меняются соотношения между хлорноватистой кислотой и ионами гипохлорита. Проведенные в Японии исследования показали, что при использовании гипохлорита натрия для дезинфекции воды необходимо учитывать концентрацию щелочи в гипохлорите и поддерживать ее ниже определенного уровня. С возрастанием pH хлорноватистая кислота распадается на ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{ClO}^-$ . Так, например, при pH = 6 доля  $\text{HClO}$  составляет 97%, а доля ионов гипохлорита 3%. При pH = 7 доля  $\text{HClO}$  составляет 78%, а гипохлорита – 22%, при pH = 8 доля  $\text{HClO}$  – 24%, гипохлорита – 76%. Таким образом, при высоких значениях pH в воде  $\text{HClO}$  превращается в гипохлорит-ион.

Значит, повышение значения pH раствора товарного гипохлорита натрия следует проводить для того, чтобы повысить устойчивость щелочного раствора гипохлорита натрия.

На границе взаимодействия обрабатываемой воды и рабочего раствора ГПХН образуется осадок гидроксида магния и диоксида

кремния, забивающий водные каналы. Поэтому концентрация щелочи в гипохлорите натрия должна быть такой, чтобы не вызывать образования этого осадка. Экспериментально установлено, что оптимальный диапазон pH воды при ее обработке гипохлоритом натрия находится в пределах от 7,2 до 7,4.

Помимо значения pH на дезинфицирующие свойства ГПХН оказывают влияние температура и содержание свободного активного хлора в рабочем растворе [13]. Наивысшая бактерицидная активность гипохлорита натрия проявляется в нейтральной среде, когда концентрации  $\text{HClO}$  и гипохлорит-анионов  $\text{ClO}^-$  в процессе гидролиза и диссоциации ГПХН приблизительно равны.

Процесс обеззараживания воды ультрафиолетом, заключающийся в облучении воды имеет следующие особенности:

- Не требует хранения и транспортировки химикатов
- Эффективен против цист (*Giardia*, *Cryptosporidium*)
- Требуется больших затрат на оборудование и техническое обслуживание
- Требуется высоких операционных (энергетических) затрат
- Дезинфицирующая активность зависит от мутности воды, ее жесткости (образования отложений на поверхности лампы), осаждения органических загрязнений на поверхности лампы, а также колебаний в электрической сети, влияющих на изменение длины волны
- Отсутствует возможность оперативного контроля эффективности обеззараживания воды

Общим недостатком известных решений в области очистки питьевой воды является возможность образования побочных продуктов.

## V. Электрохимические методы обработки питьевой воды

Электрохимические методы очистки питьевой воды на сегодня признаются ведущими специалистами мира как наиболее перспективные. Эти методы, в первую очередь, позволяют упростить процесс приготовления химических растворов, сократить число и объем реагентов [10]. Здесь под действием электрического поля уничтожаются микроорганизмы, окисляются органические вещества, разрушаются различные токсичные соединения, удаляются в дренаж ионы тяжелых металлов, нитраты, нитриты. Но есть мнение, что фильтр неэффективен в отношении солей тяжелых металлов, жесткой воды, радиоактивных элементов. Недостатком является также то, что необходимо

наличие источника электроэнергии и, вместе с тем, высокая стоимость фильтра, а также повышение кислотности воды, в результате чего вода в течение нескольких часов пить нельзя.

Однако использование электрического тока в процессе очистки воды многими специалистами считается наиболее перспективным. К настоящему времени имеются многочисленные патенты на электрохимические установки (технологии), среди которых заслуживают внимание следующие.

Устройство для электрохимической обработки воды (патент РФ RU2110483). Дата начала действия патента: 1997.03.24. Изобретение относится к устройству для электрохимической обработки воды, содержащему, по крайней мере, один проточный диафрагменный электролизер.

Устройство для электрохимической обработки воды или водных растворов (патент РФ № 2367616), начало действия патента: 30.11.2007. Изобретение относится к области электрохимической обработки воды и/или водных растворов солей с целью изменения их окислительных и восстановительных свойств.

Способ электрохимической очистки питьевой воды (патент Российской Федерации RU2043308). Дата начала действия патента: 28.11.1991. Способ получения электрохимически активированного дезинфицирующего раствора и установка для его осуществления (патент РФ № 2329197) начало действия патента: 29.09.2006. Способ получения электрохимически активированного дезинфицирующего раствора осуществляют электролизом исходного раствора в реакторе.

Устройство для обработки воды электрическими разрядами (патент РФ № 2372296), начало действия патента: 24.03.2008. Устройство включает реактор для обрабатываемой воды, содержащий искровой разрядник, по крайней мере, с одной парой электродов, контактирующих непосредственно с обрабатываемой водой.

## VI. Объединение реагентной и химической очистки

Дальнейшее совершенствование технологии очистки питьевой воды возможно в сочетании традиционной реагентной очистки с электрохимической [6,15,16], что позволит устранить отрицательные качества обеих технологий и использовать их несомненные преимущества.

Электрореагентным методом можно корректировать физико-химические свойства обрабатываемой воды, они обладают высоким

бактерицидным эффектом, значительно упрощают технологические схемы очистки. Во многих случаях электрохимический реагентный метод исключает «вторичное» загрязнение воды анионными и катионными остатками, характерными для реагентных и электрохимических методов.

Полная схема очистки воды электрореагентным методом может быть обеспечена установкой, состоящей из двух последовательных технологических контуров [16], включающих электрохимический реактор, дозатор реагентов, отстойник-дозреватель, фильтр и стерилизатор. Оба контура одинаковы по структуре операций и аппаратному оформлению и отличаются только используемыми реагентами и параметрами ведения процесса. Каждая стадия очистки состоит из следующих операций: 1 – смешение воды с реагентной смесью; 2 – электрокаталитическая обработка; 3 – отстаивание и фильтрование; 4 – стерилизация.

Первой операцией обработки воды является смешение воды с реагентной смесью. Введение дозированного количества реагентов в обрабатываемую воду производится с помощью струйного насоса-дозатора. В результате операции в воду поступают структурообразующие вещества, устанавливается необходимое значение водородного показателя (рН) воды и производится ингибирование микроорганизмов.

Электрообработка проводится в двухсекционном электрохимическом реакторе, где вода рециркулирует под действием осевого насоса. На стадии электрообработки вода подвергается действию постоянного и импульсного электрического тока. Обработка обеспечивает структурирование и выделение в осадок взвешенных веществ и примесей тяжелых металлов, окислительную деструкцию токсичных веществ, органических загрязнений, хлорпроизводных, СПАВ, и микроорганизмов. Процесс электрообработки основан на реакциях электрокаталитического окисления, гидрокселирования и поликонденсации с сопутствующим синтезом нерастворимых комплексных солей, структурированных в крупнодисперсные коллоидные ассоциаты, пригодные для отделения отстаиванием и фильтрованием.

Осадки, выделяемые из воды при очистке и кондиции, соответствуют классу токсичности лучше Класс5 (пригодны для отсыпки в грунт), а также пригодны для сброса в бытовую канализацию или для вывоза на свалки бытовых отходов.

Для доочистки водопроводной воды, которая уже прошла обработку (включая обез-

зараживание) на водоканале может быть использована одноконтурная установка, разработанная в СПбГЭУ (рис.2), реализующая все перечисленные стадии электрореагентного процесса: последовательную дозированную подачу кислого РС-1 и щелочного РС-2 реагента, отстаивание и фильтрование воды.



Рисунок 2 – Опытная установка электрореагентной очистки воды

Низкие параметры напряжения ( $U = 9В$ ) и импульса (300Гц) установки дают возможность создать довольно экономичный вариант получения питьевой воды с определёнными преимуществами. В качестве реагентов используются относительно безопасные для здоровья человека: РС1 ортофосфорная кислота ( $H_3PO_4$ ) и термосульфат кальция ( $CaSO_4$ ); РС2 гидроксид натрия ( $NaOH$ ) и калия ( $KOH$ ).

Так пищевую ортофосфорную кислоту применяют в производстве газированной воды и для получения солей, изготовления печенья, сухарей. Применение в качестве регулятора кислотности.

Возможность использования недорогих и относительно дешевых металлов вместо металлов платиновой группы в качестве материалов для изготовления малоизнашивающихся анодов исследуется.

Коррозионная стойкость металлических анодов при анодной поляризации объясняется образованием адсорбционных или фазовых окисных слоев на поверхности анода, приводящих к его пассивации. Такого рода аноды следует рассматривать как составные аноды, у которых основанием электрода является не титан, а благородный металл с активным покрытием из его окислов, образующихся в процессе анодной поляризации электрода[14].

## Литература

1. Постановление Правительства РФ от 06.03.98 N 292 "О концепции федеральной целевой программы "Обеспечение населения России питьевой водой" и осуществлении мероприятий по улучшению водоснабжения населения"
2. Указ Президента РФ от 12 мая 2009 г. N 537 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года" (с изменениями и дополнениями С изменениями и дополнениями от: 1 июля 2014 г. )
3. Европейская Директива 80/778/ЕЕС от 15 июля 1980 г. по качеству питьевой воды, предназначенной для употребления человеком. Из Журнала Европейского Сообщества 1980 г.; L229: 11-29.
4. Вода. Медицинская энциклопедия. <http://www.medical-enc.ru/3/voda.shtml>
5. Специальный технический регламент "О питьевой воде и питьевом водоснабжении"
6. Лепеш Г.В. Грицай Е.И., Хотулев В.А. Исследование сущности электрохимического процесса, как технологической составляющей очистки воды. //Технико-технологические проблемы сервиса. №2(24). 2013. – с. 42 – 49.
7. Мосин О.В. Фильтр Изумруд Сайт o8ode.ru <http://www.o8ode.ru/article/dwater/purewater1/izumrud.htm>
8. Гончарук В.В. До и после Чернобыля Вода. //Видеолекция 1-ая, 2-ая. Канал Культура. ACADEMIA. – URL: <http://www.youtube.com/watch?v=cy8S97n5dL4> (Дата обращения 16.10.2013)
9. Сайт ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologi\\_ochistki/](http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologi_ochistki/)
10. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения // Вода и экология: проблемы и решения. ... – 2003. – № 4. – с. 3–7.
11. Лепеш Г.В. Саканская-Грицай Е.И. Анализ факторов, обуславливающих технологический процесс очистки воды из природных источников в Ленинградской области. №1 (27)/2014, с.62-68.
12. Яковлев В.Ю. Использование сульфата аммония в процессе обеззараживания питьевой воды. [http://aquatechservice.ru/stati/article\\_post/vtoraya](http://aquatechservice.ru/stati/article_post/vtoraya)
13. С.В.Черкасов Гипохлорит натрия. Свойства, теория и практика применения Сайт."Мировые водные технологии" <http://wwtec.ru/index.php?id=410>
14. Саканская-Грицай Е.И. Исследование свойств возможных электродных материалов для электрореагентной очистки воды. Ежемесячный научный журнал «Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)» №4 / 2014, часть 4, с. 71-74
15. Лепеш Г.В., Матвеев А.П., Киселев Н.И. Проект бытового электрореагентного аппарата для очистки питьевой воды из природных источников. //Технико-технологические проблемы сервиса. №1(15). - 2011. – с. 32 – 39
16. Лепеш Г.В., Матвеев А.П., Носов Э.С. Обоснование и разработка агрегатов электрореагентной очистки питьевой воды. //Технико-технологические проблемы сервиса. №1(11). - 2010. – с. 64 – 79

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РЕГИОНА**Н.Л. Великанов<sup>1</sup>, С.И. Корягин<sup>2</sup>*Балтийский Федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. И.Канта),  
236041, г. Калининград, ул. А.Невского, 14*

Описаны общие требования к энергоэффективности зданий. Представлены результаты исследования коэффициента компактности для зданий, имеющих форму прямоугольной призмы. Строительный объем задан и постоянен, минимизируется площадь поверхности. Показатели приведены к безразмерному виду.

*Ключевые слова:* энергетическая эффективность, коэффициент компактности, охлаждающие поверхности, теплотехнические характеристики зданий

**ENERGY EFFICIENCY OF AVAILABLE HOUSING OF REGION**N.L. Velikanov, S.I. Korjagin  
*Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU),  
236041, Kaliningrad, street A.Nevskogo, 14*

The general requirements to power efficiency of buildings are described. Results of research of factor of compactness for the buildings having the form of a rectangular prism are presented. The total structural volume is set and constant, the surface area is minimised. Indicators are led to a dimensionless sort.

*Keywords:* energy efficiency, compactness factor, cooling surfaces, heat technical characteristics of buildings.

Согласно ГОСТ Р 51541-99 «Энергетическая эффективность. Состав показателей» эффективное использование энергетических ресурсов это – достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды. В отличие от энергосбережения (сбережение, сохранение энергии), главным образом направленного на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность (полезность энергопотребления) - полезное (эффективное) расходование энергии.

Эффективное использование энергии приводит к ее экономии, сокращению выплат по счетам за коммунальные услуги, и защите окружающей среды как следствие уменьшения потребления энергоресурсов и сокращения выбросов парниковых газов [1 - 3].

Энергетический аудит – обследование источников производства энергии и потребителей ТЭР (топливно-энергетических ресурсов) предприятия или объекта ЖКХ (жилищно-коммунального хозяйства) с целью установления показателей эффективности использования

ТЭР и выработки экономически обоснованных мер по снижению их потребления.

Экономия достигается путем внедрения более экономичных схем и процессов, устранения недопустимых потерь энергии, использования постоянно действующей системы учета расхода и анализа энергопотребления (системы энергетического менеджмента).

Вступил в силу Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности». Данным законом предусмотрено следующее:

- обязательный энергоаудит в бюджетных организациях, первый аудит должен быть проведен в течение ближайших трех лет;
- возможность заключать энергосервисные договора;
- обязанность снижать энергопотребление в сопоставимых условиях не менее чем на 3% в год в течение пяти лет.

Закон устанавливает конкретные сроки: до 1 января 2011 г. все юридические лица, государственные учреждения должны быть оснащены приборами учета энергетических ресурсов и не позднее, чем через месяц после их установки рассчитываться за потребленный ресурс на основании данных приборов учета.

<sup>1</sup>Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии транспортных процессов и сервиса, БФУ им. И.Канта, тел.: 8 (4012) 33-82-84, e-mail: monolit8@yandex.ru;

<sup>2</sup>Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, директор института транспорта и технического сервиса, БФУ им. И.Канта, тел.: 8 (4012) 33-82-84, e-mail: SKoryagin@kantiana.ru.

До 1 января 2012 г. все собственники жилых домов и квартир в многоквартирных домах должны иметь приборы учета как для дома в целом, так и для каждой квартиры (кроме тепловой энергии) с правом обратиться в ресурсоснабжающую организацию за установкой приборов учета на условиях рассрочки платежа на 5 лет.

Для всех ресурсоснабжающих организаций вводится требование об организации с 1 июля 2010 г. деятельности по установке и эксплуатации приборов учета поставляемого ими ресурса для обслуживаемых ими потребителей.

Если потребитель в срок не установил прибор учета, ресурсоснабжающая организация в течение года обязана установить такой прибор учета, а потребитель оплатить связанные с этим расходы равными долями в течение 5 лет.

Вводится требование для производителей и импортеров маркировать продукцию по классам энергоэффективности: с 2011 г. - все бытовые энергопотребляющие устройства; с 2012 г. - компьютерную и оргтехнику.

Одним из основных стимулов к повышению энергоэффективности естественных монополий, организаций коммунального комплекса является применение долгосрочных методов тарифного регулирования, в первую очередь, метода доходности инвестированного капитала. Тарифы будут устанавливаться на три года и более, с одновременным закреплением обязательств компаний по надежности и качеству предоставляемых услуг.

На субъекты Российской Федерации и муниципальные образования возложены функции координация и мониторинга работ по энергоэффективности на своей территории.

Сохранение жилищного фонда, повышение энергоэффективности зданий, модернизация и реконструкция застройки для средних и малых городов являются единственным путем предотвращения лавинообразного выхода из эксплуатации значительной части жилых зданий и системы инфраструктуры. Задержка в решении этого вопроса существенно повышает затратный механизм восстановительных работ и создает социальную напряженность ремонтов.

Для планирования и управления этими процессами необходимы проведение инвентаризации жилого фонда на предмет оценки физического и морального износа зданий, разра-

ботки долгосрочных программ по повышению эксплуатационной надежности зданий, восстановления энергосистем как наиболее изношенных элементов, способствующих созданию критических ситуаций, особенно в зимний период.

Федеральный закон №261 "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности" требует быстрых мер по повышению энергоэффективности этих зданий. На первом этапе все дома должны быть оснащены общедомовыми счетчиками. Затем, на втором этапе уже все квартиры должны иметь свои счетчики всех энергоресурсов. Считается, что установка приборов учета и оплата энергоресурсов по факту потребления будет способствовать решению задачи по повышению энергоэффективности каждого дома и снижению расходов по оплате ЖКУ жильцами. А кроме того система учета позволит накапливать данные для последующего анализа с целью выработки мероприятий по повышению энергосбережения и энергоэффективности, а также для оценки результатов этих мероприятий. Причём работа может вестись на всех уровнях: начиная от квартирного и домового (на уровне ТСЖ), и затем на уровне квартала, микрорайона, города, региона и на федеральном уровне.

Входящие почти в любое городское здание сети инженерно-технического обеспечения можно связать с основными каналами снабжения: электричество, газоснабжение, водопровод, отопление и горячее водоснабжение. В соответствующем помещении здания формируется входной узел, в этот узел устанавливается счетчик, который подсоединяется к контроллеру, данные с которого поступают на узел связи, как правило, GSM и далее по мобильной сети данные передаются на сервер с программным обеспечением учета.

Расходы энергоресурсов на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений достигают 40–60 % от общих энергозатрат [3]. Результаты многочисленных исследований, посвященных изучению проблем энергосбережения, показывают, что наибольшее количество энергии тратится на отопление, горячее водоснабжение, покрытие потерь при транспортировке энергии, охлаждение воздуха в системах кондиционирования, искусственное освещение. Поэтому с момента выхода в свет серии нормативно-технических документов, в которых из-



ложены основные теплотехнические требования, предъявляемые ко всем строящимся и реконструируемым объектам, усилия проектировщиков были направлены на поиск технических решений, обеспечивающих повышение уровня тепловой защиты зданий и сокращения расходов на их эксплуатацию. Основная задача сегодня – возведение новых утепленных построек, которые позволят экономить энергетические ресурсы, а также реконструкция старого жилищного фонда при помощи современных энергосберегающих материалов.

Основные теплофизические требования, предъявляемые ко всем строящимся и реконструируемым объектам, изложены в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и в своде правил к нему СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». В СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» приведена классификация энергопотребляющих объектов в зависимости от степени отклонения расчетных или измеренных нормализованных значений удельных расходов тепловой энергии на отопление объекта от нормируемого значения.

Тепловые потери за счет конвекции и перетока воздуха через проемы наружной оболочки здания могут составлять значительную часть общих потерь тепла. Эта составляющая потерь может быть особенно велика для таких зданий, как школы, больницы, зрительные залы, в которых требуются повышенные скорости вентиляции. В этих ситуациях все большее внимание должны заслуживать теплогенерирующие устройства, передающие тепло от отработанного воздуха к поступающему. Летом приточный воздух охлаждается отработанным.

Небольшие вентиляторы, подобные применяемым в ваннных комнатах и кухнях, являются причиной утечки меньшего, но все же существенного количества тепла. Следует отдавать предпочтение вентиляторным системам, которые фильтруют и циркулируют воздух, а не выбрасывают его наружу.

Другой причиной обмена между внутренним и наружным воздухом является открытие и закрывание окон и дверей. Чтобы уменьшить расход энергии на отопление и охлаждение, каждый дверной проем должен иметь две двери. Таким образом, создается, по сути дела, декомпрессионная камера. Вращающиеся двери приемлемы в местах с интенсивным перемещением людей, а в сочетании с

тамбурами такие двери являются хорошим средством экономии энергии.

Основой архитектурной композиции здания является его объемно-пространственная структура, под которой понимают сочетание внутреннего пространства здания и внешнего объема в единое композиционное целое. Построение оптимальной объемно-пространственной структуры здания представляет собой сложный процесс. Проектировщик должен найти такой прием композиции, чтобы объемно-планировочное решение здания и его внешний облик отвечали его функциональному назначению, архитектурно-художественным и градостроительным требованиям, климатическим национально-бытовым особенностям района строительства, гидрогеологическим условиям участка, а также требованиям экономики.

Композицию внутреннего пространства здания и его план нельзя рассматривать в отрыве от композиции внешнего объема. Организация внутреннего пространства здания и построение его внешнего объема представляют собой единый комплексный процесс, который основан на одних и тех же исходных данных (функциональный процесс, конструктивная система, условия внешней среды и требования экономики).

В основу планировочного решения здания должно быть положено осуществление функционального процесса. При составлении проекта плана здания необходимо, прежде всего, установить состав отдельных помещений, их форму и размеры в зависимости от характера размещения людей и оборудования.

В процессе создания композиции внутреннего пространства здания нужно обеспечить соответствие всех площадей и высот помещений действительной потребности, пользуясь нормами проектирования, а также обеспечить выполнение ряда санитарно-гигиенических требований. Кроме того, план здания необходимо проектировать на основе модульной системы во взаимосвязи с принятой а проекте конструктивной схемой здания.

Пространственная композиция образуется средствами:

- расположение объема в пространстве;
- взаимным отношением пропорций, симметрий, цветов, масштабированием архитектурного объема, его частей и деталей;

- включение в композицию и активное использование элементов садово-паркового искусства, живописи или скульптуры.

Если в композиции преобладает одна из величин-показателей, то она и придаёт композиции соответствующую характерную особенность. Например, если здание высотное, в его параметрах и характеристиках преобладает высота. Если протяжённое – то налицо преобладание длины. Если же здание плоское – здесь возобладали параметр ширины.

Коэффициент компактности показывает, как выбранная архитектором объёмно-пространственная структура дома влияет на теплотери. Эта величина широко применяется в европейском - в частности, в немецком нормировании для оценки теплотехнических характеристик домов [4-10].

Коэффициент компактности это отношение площади поверхности к объёму, т.е.  $k_{ком} = S_1/V_1$ , где  $S_1$  – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения,  $m^2$ ;  $V_1$  – отапливаемый объём здания, равный объёму, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания,  $m^3$ .

Согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» расчетный показатель компактности жилых зданий  $k_{ком}$ , как правило, не должен превышать следующих нормируемых значений: 0,25 – для 16-этажных зданий и выше; 0,29 – для зданий от 10 до 15 этажей включительно; 0,32 – для зданий от 6 до 9 этажей включительно; 0,36 – для 5-этажных зданий; 0,43 – для 4-этажных зданий; 0,54 – для 3-этажных зданий; 0,61; 0,54; 0,46 – для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных домов соответственно; 0,9 – для двух- и одноэтажных домов с мансардой; 1,1 – для одноэтажных домов.

Чем меньше это соотношение, тем меньше охлаждающих поверхностей имеет постройка на один кубический метр объёма. Эта величина имеет значительные колебания: от значений, превышающих единицу (для отдельно стоящих маленьких домов), до 0,12 (для компактных домов с более чем двадцатью этажами), что отражено в таблице. Но чем больше эта величина, тем больше потери тепла, и, соответственно, затраты на отопление.

Лучшие показатели коэффициента имеют дома, близкие в плане к квадрату, или с полукругами стен. Чем больше дом имеет углов, выступов, тем этот показатель хуже.

Пусть здание имеет форму прямоугольной призмы. Основание призмы  $a$ ,  $b$ , высота  $h$ . Строительный объём здания  $V$  задан и не может меняться. Найдем соотношения между размерами, при которых площадь охлаждающей поверхности здания будет минимальной. Решая задачу при постоянном соотношении  $b/a = k_1$  ( $k_1$  – относительный размер здания в плане,  $k_1 = const$ ) [9], получим

$$k_2 = (2k_1)/(k_1 + 1), \quad (1)$$

где  $k_2 = h/a$  – относительная высота здания.

При  $k_1 \rightarrow \infty$  величина  $k_2 \rightarrow 2$ . Графическая зависимость  $k_2(k_1)$  приведена на рисунке 1.

Коэффициент компактности

$$k = S/V. \quad (2)$$

Коэффициент компактности оптимизированной призмы

$$k_{пр} = 3(k_1 + 1)/(a k_1). \quad (3)$$

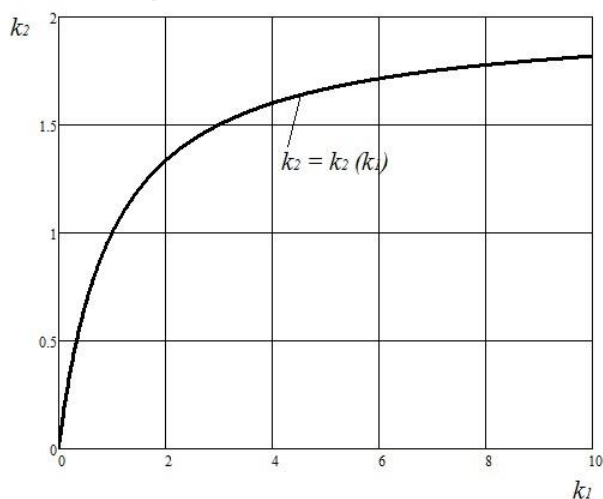


Рисунок 1 – Зависимость относительной высоты здания  $k_2$  от относительного размера здания в плане  $k_1$ .

Недостаток коэффициента компактности, как характеристики объёмно-планировочного решения здания, в том, что он является размерной величиной. Переход к безразмерной характеристике может быть осуществлен посредством применения эквивалентного куба. Это куб, имеющий такой же объём, как и призматическое здание. Приравняем объём призмы к объёму куба

$$(2k_1^2 a^3)/(k_1 + 1) = b^3. \quad (4)$$

Сторона эквивалентного куба из (4)

$$b = ((2k_1^2)/(k_1 + 1))^{1/3} a. \quad (5)$$

Коэффициент компактности куба

$$k_k = S/V = (6b^2)/(b^3) = 6/b. \quad (6)$$

Определим относительный коэффициент компактности здания  $k_{отн}$  как отношение коэффициента компактности куба к коэффициенту компактности здания. Для рассмотренного случая здания в форме прямоугольной призмы согласно зависимостям

$$k_{отн} = k_k / k_{пр} = ((4k_1)/(k_1 + 1)^2))^{1/3}. \quad (7)$$

При  $k_1 \rightarrow \infty$  величина  $k_{отн} \rightarrow 0$ . Графическая зависимость  $k_{отн}(k_1)$  приведена на рисунке 2.

Чем ближе значение  $k_{отн}$  к 1, тем рациональнее конструкция с точки зрения энергосбережения. Очевидно, что из всех вариантов прямоугольных призм одного и того же объема, наименьшая площадь поверхности будет у куба. В этом случае в (14)  $k_1 = 1$  и  $k_{отн} = 1$ . Этому значению соответствует максимум функции  $k_{отн}(k_1)$  на рисунке 2.

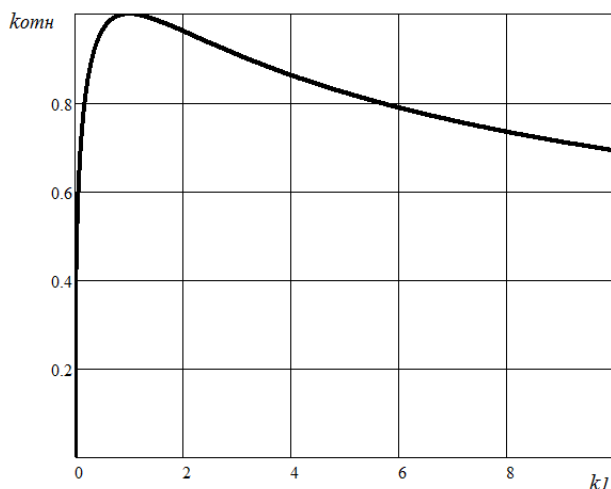


Рисунок 2 – Зависимость относительного коэффициента компактности здания  $k_{отн}$  от относительного размера здания в плане  $k_1$

Объемно-планировочные решения выбираются на стадии проектирования здания. В дальнейшем, при эксплуатации и ремонтах здания изменить их практически невозможно. Поэтому очень важны объективные показатели, такие как коэффициент (7), помогающие проектировщику принять верное решение по максимальной компактности здания. Компактность — это соотношение площади ограждающих

конструкций (оболочки здания) и всего объема здания (его полезной площади). Чем меньше площадь ограждающих конструкций по отношению к полезной площади здания, тем компактнее оно.

Для соблюдения принципа компактности желательно отсутствие эркеров, внутренних углов, балконов. Идеальной считается максимальная приближенность формы здания к полусферу, стоящему срезом на земле.

### Литература

1. Афонин А. Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций.// А. Афонин, А. Сторожков, В. Шароухова, Н. Коваль. - Энергосбережение, -1999, № 1. - С.6-18.
2. Табунщиков Ю.А. Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. 194 с.
3. Голованова Л. А. Основные аспекты территориального энергосбережения: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 115 с.
4. Гликин С.М. Современные ограждающие конструкции и энергоэффективность зданий. ОАО ЦНИИПромзданий, М., 2003. - 157 с.
5. Гликин С. М. Энергосбережение в зданиях, прогрессивные ограждающие конструкции и практические методы их расчета.-М: ФГУП ЦПП,2005.-310 с.
6. Чуркин Денис Николаевич. Метод оценки эффективности теплозащитных характеристик конструкций зданий : Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 Москва, 2006. - 153 с.
7. Афанасьев, А. А. Реконструкция жилых зданий : учеб. пособие для студентов по направлению 270100 "Стр-во". Ч. 1 : Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев. - М. : ЦПП, 2008. - 234 с.
8. Афанасьев, А. А. Реконструкция жилых зданий: учеб. пособие для студентов по направлению 270100 "Стр-во". Ч. 2 : Технологии реконструкции жилых зданий и застройки / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев. - М. : ЦПП, 2008. - 252 с.
9. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Коэффициент компактности как критерий оценки теплопотерь здания на стадии его проектирования. - Сборник материалов 12 международной Промышленной конференции «Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях». - 13 – 17 февраля 2012 г., (п. Плавья, Карпаты). - г. Киев, УИЦ “Наука. техника. технология”. - 2012. – с. 40 – 43.
10. Примак Л.В., Великанов Н.Л. Мониторинг жилого фонда.- Механизация строительства. - 2014. - № 9. - с. 45-49.

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕКЛАМЫ В СЕРВИСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В.А. Бабурин<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье рассматриваются вопросы использования Интернет-рекламы в сервисной деятельности, рассмотрены преимущества, недостатки и особенности использования рекламной кампании сервисных фирм, обеспечения их эффективной деятельности с целью существенно снизить свои риски, связанные с затратами на другие виды рекламы, возможности осуществления быстрого манёвра в рекламировании своей деятельности в зависимости от резкого изменения рыночной ситуации в условиях экономического кризиса и ужесточения конкурентной борьбы на рынках.

*Ключевые слова:* анкетирование, баннер, брендированное приложение, видео, имиджевая, компьютеризированная и контекстная реклама, клик, медиаплан, предложение, рекламные площадки, сайт, служба продаж, статья.

### FEATURES USE INTERNET ADVERTISING SERVICE ACTIVITIES

V.A. Baburin

*St. Petersburg state University of Economics (SPbSEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21.*

The article deals with the use of Internet advertising in the service activity, the advantages, disadvantages and features of the advertising campaign services firms, providing them with effective activities with the aim to significantly reduce their risks associated with the cost of other types of advertising, the possibilities of making a quick maneuver to publicise their activities depending on abrupt changes in the market situation in the context of the economic crisis and increasing competition in the markets.

*Keywords:* questionnaire design, banner, branded app, video, image, and computerized advertising, click, advertising, offering, advertising site, the site, service, sales, article.

Компьютеризация традиционных средств рекламы внесла много нового в подготовку и проведение рекламных кампаний, тем самым существенно повысив их эффективность.

Источники компьютеризированной рекламной информации существуют во многих странах мира. В банках данных специализированных компьютерных систем имеются сведения о фирмах и выпускаемых ими товарах или услугах. Рекламодатели вносят за плату сведения о своих фирмах и товарах в банки данных специализированных компьютерных систем. Подключившись к этим банкам данных с помощью телефонов или специальных терминалов, потенциальные покупатели, заинтересованные в покупке какой-либо услуги или товаров, в считанные секунды получают необходимую информацию.

Компьютеризированная реклама существенно потеснила все остальные средства рекламы. Особенно, она актуальна для большинства малых предприятий сферы сервиса, обладающих, как правило, ограниченными финансами для осуществления масштабной рекламной кампании.

Всё большее развитие получают средства распространения рекламы, основанные на «обратной связи» с потенциальными потребителями услуг. В качестве примера можно привести средства рекламы, представляющие собой сочетание источников компьютеризированной информации и кабельного телевидения, т.к. сфера сервиса тяготеет к месту оказания услуг населению по месту его проживания, отдыха или работы. В том числе в силу значительных трудностей в использовании логистических схем.

<sup>1</sup>*Бабурин Владимир Александрович – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры "Маркетинг" СПбГЭУ, тел. + 7 (812) 717-26-12, e-mail: baburinaiv@rambler.ru*

Рекламодатели и рекламные агентства, специализирующиеся в области прямой почтовой рекламы, часто вместо традиционных писем, проспектов или листовок рассылают видеодиски и «флэшки». Ряд авторов, рассматривает рекламу в интернет с позиций формирования мировой паутины [1 – 10]. В частности, вполне обоснованно, утверждается, что мировая паутина за короткий срок сумела создать практически точную копию мира. Теперь, не выходя из-за рабочего стола, можно путешествовать, ходить в музей, смотреть телепрограммы, играть, посещать любые библиотеки, знакомиться с жителями любого государства, вести бизнес и многое другое. Такое многообразие требует экскурсовода, путеводителя или чего-нибудь в этом роде. На функцию эффективно выполняет интернет-реклама.

Реклама в Интернет самый развивающийся двигатель сферы услуг, в которую входит и торговая отрасль. Это инструмент, использование которого является необходимым условием для успеха и популярности любого Интернет-ресурса, для эффективного создания и поддержания имиджа сервисной фирмы или мероприятия, для продвижения бренда фирмы на рынке и т. д.

Ее основные задачи заключаются в [1-10]: информировании и привлечении в качестве посетителей представителей целевой аудитории Интернет-ресурса.

Цель: обеспечить устойчивый, растущий объём услуг сервисной фирмы - владельца сайта.

В качестве методов Интернет-рекламы используются [1 – 10]: баннерная реклама на коммерческих сайтах Интернета; коммерческие показы в ведущих баннерообменных сетях; регистрация в поисковых машинах и каталогах Интернета; оптимизация WEB-сайта для роботов поисковых систем; e-mail реклама в специализированных почтовых рассылках; размещение информации в Интернет о конференциях, форумах, чатах, на популярных новостных сайтах, досках объявлений и т.д.; организация системы обмена текстовыми ссылками.

Обобщая задачи по обеспечению успеха в сети [1 – 10] можно сформулировать следующие, наиболее существенные из них: привлечение посетителей на веб-сайт; поиск в сети клиентов для фирмы; создание (улучшение) в Интернете имиджа фирмы и реализуемых ею услуг.

К основным преимуществам Интернета перед другими медианосителями рекламы ряд авторов [6; 7; 11; 12] относит:

- targeting - точный охват целевой аудитории, осуществляемый по тематическим сайтам, по географии и по времени;

- tracking - отслеживание, возможность анализа поведения посетителей на сайте и совершенствования сайта, услуги и маркетинга в соответствии с результатами такого постоянно мониторинга;

- свойство 24x7x365, означающее возможность функционировать 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, 365 дней в году;

- оперативность, позволяющая начать, скорректировать или прервать рекламную кампанию в любой момент; интерактивность, позволяющая потребителю услуги общаться с фирмой в режиме онлайн; объемность, так как в Интернете можно размещать большое количество информации, включая графику, звук, видео, спецэффекты;

- сравнительно низкая стоимость рекламы в Интернете, трудно определить ее реальную стоимость по критериям спроса/предложения аналогично тому, как это делается в телерекламе или на радио, когда независимые исследователи изучают размер аудитории, и процесс ценообразования уже отлажен.

Сегодня Интернет уже стал серьезным рекламным ресурсом. Хотя надо заметить, что доходность «нормального» рекламного бизнеса пока несопоставима с доходом от Интернет-рекламы. Отчасти потому, что круг пользователей Интернета ограничен широтой его распространения, компьютерной грамотностью населения, высокой стоимостью услуг Интернет для группы населения с низким уровнем дохода. С другой стороны, число пользователей неуклонно растет, и растет не только в Москве и Санкт-Петербурге, но и в других регионах России. Таким образом, Интернет все более становится символом приобщенности к прогрессу – и все больше начинает привлекать людей и с не высокими доходами, которые хотели бы иметь доступ в Сеть не только на работе, но и дома.

Рекламное будущее Интернета в России зависит от таких факторов, как: общий рост числа пользователей; создание качественных Интернет-ресурсов; появление новых технологий, удешевляющих и упрощающих качественный доступ в Интернет.

Что касается размера аудитории, то, российский Интернет станет более привлекательным для бизнеса и рекламодателей при подключении к Сети не менее 10 % населения.

К рекламе в интернет следует отнести и применяемые в нём: моноформаты (PR-размещения; имиджевые размещения; разме-

щения, близкие к медийным), спецпроекты и спецразработки рекламы в социальных сетях.

Существует четыре основных параметра, по которым возможна более традиционная оценка эффективности рекламы: медийная эффективность, эффективность достижения цели, эффективность в плане повышения объемов услуг и эффективность по сравнению с конкурентами. На основе этих параметров проводится оценка эффективности планируемой, текущей или завершенной рекламной кампании.

К медийным показателям в настоящее время относятся не только конкретные готовые данные, но и различные типы соотношений, выводящихся при использовании нескольких предоставленных данных: например, время пребывания на странице (или длина посещения) к количеству времени, проводимого пользователем на странице за одно посещение; соотношение комментариев к охвату; соотношение количества установок приложений к общему охвату проекта и т. д.

Немедийными показателями могут выступать параметры, которые в рамках анализа эффективности рекламных форматов в Интернете, нельзя привязать к медийным показателям. Иногда их можно выразить в количестве, иногда – нет. Как правило, такими показателями являются условные вещи, которые отображают общее эмоциональное отношение к формату рекламы и к тому, как она подается (реализовывается): например, оценка общего тона высказываний в комментариях к материалам спецпроекта; наличие дискуссии в комментариях к материалам спецпроекта и разным форматам; наличие отзывов о проекте вне площадки размещения (но в онлайн); наличие отзывов о проекте вне площадки размещения (в оффлайне).

Проанализируем существующую и возможную систему оценки эффективности следующих объектов рекламы в сети: статья, анкетирование, брендированное приложение [6; 9; 10]:

Статья: (количество прочтений/среднее количество прочтений + время пребывания на странице/среднее время пребывания на странице + количество использований социальных плагинов в соотношении к количеству пользователей/среднее количество использований социальных плагинов в соотношении к количеству пользователей (если применимо) + позитивные комментарии/негативные комментарии) / количество доступных показателей > 1

Анкетирование: (соотношение полученной стоимости анкеты к планируемой стоимости заполненной анкеты + соотношение полу-

ченное количество анкет/ планируемое количество анкет + ((количество показов всех страниц, разделенное на охват)/3 (или количество страниц в анкете)) + соотношение среднее количество затраченного времени на одну анкету/ среднее количество затраченного времени на одну анкету во время пробного тестирования)/количество доступных показателей > 1

Брендированное приложение: (соотношение полученного охвата к запланированному + общее количество уникальных пользователей, установивших приложение/прямое количество переходов на приложение с анонсов + общее количество воспроизведения приложений/уникальный охват проекта + соотношение использованных социальных плагинов на уникальных пользователей/усредненные показатели на уника этого же показателя + полученная стоимость уника/среднюю стоимость уника на этом проекте + среднее время, которое пользователь провел в игре/среднее время, которое пользователь проводит на этом проекте в другом, не брендированном приложении + позитивное количество комментариев к игре/негативное количество комментариев к игре) / количество доступных показателей > 1.

Все показатели по оценке моноформатов и спецпроектов делят на две группы: приоритетные и наименее важные. К первой группе относятся показатели, которые имеют значение, превосходящее по важности остальные показатели, ко второй – относительно слабо влияющие на оценку результатов кампании. В связи с данным подходом всем показателям присваиваются условные веса.

Для приоритетных показателей предлагаемый совокупный вес составляет 75%, для вторичных показателей, соответственно, 25%. Для каждого показателя первой (приоритетной) группы существует конкретно заданный вес.

Каждый показатель имеет среднее значение, выведенное на основе анализа активности посетителей на проектах «Мэйл.ру групп» в 2010-начале 2011 гг. Показатель и его вес могут быть оценены по следующим вариантам: показатель ниже среднего, показатель, совпадающий со средним и показатель выше среднего.

При этом даже если несколько показателей имеют значения ниже среднего, проект все равно может быть признан средней степени успешным, так как для торговой фирмы достаточно набрать 80-90 пунктов веса из 100 возможных.

Также проект может быть успешным, если некоторые показатели не являются успешными, но при этом остальные набирают вес, отличающийся от среднего в большую сторону.

К приоритетной группе относятся такие показатели, как:

Охват. Этому показателю был присвоен постоянный вес 40;

Соотношение просмотров страниц к уникалу. Этому показателю был присвоен постоянный вес 10;

Время проведения на сайте. Этому показателю был присвоен постоянный вес 10;

Общий фон восприятия информации. Этому показателю был присвоен постоянный вес 5;

Процент отказов. Этому показателю был присвоен постоянный вес 10.

Для показателей второй группы (вторичные показатели), конкретно заданных весов не существует. Веса для используемых показателей распределяются из общего количества – 25%.

К вторичной группе относятся такие показатели как соотношение: использования социальных плагинов к количеству пользователей; охвата к участникам в конкурсе; участников к прохождению теста; охвата к количеству вопросов в консультации; охвата к просмотру роликов; охвата к участию в играх. Используются также любые другие показатели, доступные для анализа.

Группа переменных вторичных показателей (соотношение использования социальных плагинов к охвату, соотношение участников в конкурсах, прохождение тестов, участие в играх и так далее) равномерно распределяет 25% по количеству доступных показателей. Могут встречаться случаи, когда переменных вторичных показателей может не быть. В такой ситуации статистика распределяется по приоритетным показателям, но выведенная эффективность является условной.

Показателем общей успешности рекламной кампании является полученный итоговый процент. При набранных показателях менее 80% кампания считается неуспешной, при набранных 80-90% кампания считается средне успешной, при набранных показателях 90-100% кампания считается успешной, при набранных показателях более 100% кампания считается очень успешной.

Главное условие при использовании данного подхода: приоритетных показателей не может быть меньше трех, если их меньше трех, то оценка и подход не могут быть применены.

Определение средней стоимости пользователя для специальных проектов на площадках российского Интернета, которые используются новые рекламные форматы при проведении рекламных кампаний наиболее активно,

позволяет рекламному агентству, клиенту – торговой фирме, и самой рекламной площадке представить себе, сколько в итоге можно заплатить (продать) максимально за одного привлеченного на специальный проект пользователя. Использование усредненных рыночных показателей позволяет определить успешность или не успешность конкретного рекламного проекта [13; 14; 15].

Рассмотрим возможные подходы выбора следующих инструментов интернет-рекламы для сервисных фирм: сайт, баннер, медиаплан, предложение, служба продаж услуг фирмы; имиджевая реклама:

1 Сайт является главным рекламным носителем. [15; 16] Традиционно WWW-реклама предполагает наличие у торговой фирмы Web - сайта, на который потенциальный покупатель приходит по ссылке на рекламном баннере. Именно здесь посетители знакомятся с фирмой, услугами, которые она оказывает, товарами, которые реализует. При имиджевой рекламе меньше уделяется внимания факту посещения сайта. Упор делается на содержание баннера, обязательный атрибут которого в данном случае - логотип торговой фирмы или продвигаемый товарный знак.

Сайт – это такой же рекламный носитель, как и баннер. Только его ценность для успеха рекламной кампании несравнимо выше.

Применяя к рекламе в интернете стандартную формулу воздействия рекламы на потребителя AIDA (привлечения внимания (Attention), вызов интереса (Interest), желание (Desire), деятельность (Activity) по приобретению товара), можно констатировать, что продает не баннер, а сайт. На сайте человек получает всю необходимую информацию о продукте и принимает решение о покупке. Однако, о сайте, при проведении рекламной кампании, думают меньше всего. Чаще всего, кликнув по баннеру, человек попадает на главную страницу, а затем... он должен сам догадаться, куда идти дальше.

Для успеха рекламной кампании требуется в первую очередь подготовить сайт, т.к. на сайт ежедневно приходит много потенциальных клиентов и без рекламы. Усилия по грамотному представлению рекламного предложения на сайте начнут приносить плоды уже тогда, когда разработаны баннер и медиаплан.

Порядок подготовки сайта к рекламной кампании:

1.1 Необходимо подготовить страницу, на которую пользователь будет попадать с баннера, т.к. баннер – это заголовок рекламы сервис-

ной фирмы, а сайт – ее текст. Если на баннере говорится о скидке, то на странице, куда привел баннер, должен быть текст, поясняющий все условия этой акции.

1.2 Страница, на которую попал пользователь, должна давать возможность быстро и просто получить любую дополнительную информацию, которая может потребоваться для принятия решения о покупке. Качественные характеристики услуг, технические характеристики средств предоставления услуг, отзывы потребителей, публикации в прессе, фотографии и т.п. Подумайте, что ему нужно знать, чтобы сделать выбор в вашу пользу.

1.3 Все страницы, задействованные в работе с посетителем в ходе рекламной кампании (страница услуги и все вспомогательные), должны побуждать человека к действию. Каждая из них должна заканчиваться предложением позвонить, с указанием телефона и времени его работы, предложением заполнить анкету, написать письмо или любым другим способом выйти на связь с работником сервисной фирмы. Ссылки на все эти формы связи должны быть тут же, под рукой.

Общий принцип подготовки сайта к рекламной кампании заключается в том, что нужно сделать знакомство с рекламным предложением удобным для посетителя. Он не должен задумываться, куда пойти дальше, где найти телефоны, транспорт и местонахождение контактной зоны сервисной фирмы. Необходимо подумать о посетителе, уметь предвосхитить его потребности. Необходимо вести потребителя от баннера до контактной зоны, ни на секунду не оставляя его без внимания.

Не надо полагаться только на то, что человек сам догадается, что в меню есть раздел «Контакты», а в каталоге есть более полная информация об услуге. Нельзя заставлять человека думать и гадать. Информацию потенциальному потребителю необходимо давать в том месте, где эта потребность может возникнуть.

Рассмотрим способы увеличения числа посетителей сайта [15; 16]:

1.4 Подбор ключевых слов по целевым запросам с их синонимами, по которым будет высказываться посетитель объявление торговой фирмы – собственника сайта. Посетитель сайта, искавший слово "краска", может иметь виду "акварельную краску", "краску для волос", "автомобильную краску". А слово "метал" (без второй буквы «л»), может подразумевать слово "метать" в прошедшем времени. В результате, использование таких слов может понизить кликабельность объявлений и понизить результат

посещаемости сайта. Говоря о синонимах, запрос "пластиковые окна" может звучать ещё и как "окна ПВХ". Этот приём сможет значительно разнообразить объявление и привлечь к нему новые потоки трафика.

1.5 Сужение тематики запросов. Запрос "мобильные телефоны" в запросах типа "Nokia 3250", "Siemens M65", сделает запрос более "целевым", а также избавит от лишней конкуренции.

1.6 Использование сервиса статистики бесплатного сервиса Яндекса <http://wordstat.yandex.ru> помогает узнать сколько человек искало то или иное слово в течении месяца. Также, там есть функция подборки ассоциаций, что очень помогает при поиске новых ключевых слов.

1.7 Составление привлекательного объявления. Чтобы люди замечали его, кликали по нему и приходили на сайт.

1.8 Для этого необходимо учитывать восприятие целевой аудитории, когда она будет готова кликнуть.

1.9 В тексте объявления должны быть ключевые слова, выделенные полужирным шрифтом! По-статистике Яндекса, такие объявления, более заметны целевой аудитории и, как правило, они более кликабельны.

1.10 Использование слов, притягивающих внимание ("Новинка!", "Сенсация!", "Бесплатно!", "Сезонные скидки!", «Дневные и ночные скидки!») увеличивает внимание людей к тексту.

1.11 Дать ту информацию, которую хочет посетитель, но в форме вопроса, т.е. что предлагается, а не писать о самой фирме: "Ищете надувные лодки?", "Вам нужна фирма по вскрытию дверей?" и т.п..

1.12 Использовать призыв к действию с акцентированием его восклицательным знаком! Например: "Обращайтесь к нам!", "Кликните сюда!", "Получите это прямо сейчас!".

1.13 Определение максимальной цены, которую сервисная фирма готова платить за одного посетителя с учётом следующих критериев:

1.13.1 Выбирайте запросы с небольшой конкуренцией. Используйте низкоконкурентные запросы. Тем самым вы сделаете цену за клик минимально низкой, а ваши позиции максимально высокими.

1.13.2 Назначайте оптимальную цену, которую вы готовы платить за посетителя сайта, исходя из вывода о величине бюджета сервисной фирмы и продвигаемого продукта.



1.14 Не участвуйте в войне ставок ("bid wars") с конкурентами. Попытка встать выше соперника – это прямой путь к разорению.

1.15 Тестируйте многочисленное количество разнообразных объявлений одновременно. Придерживайтесь правила – для каждого запроса, отдельное объявление. Так вы сможете лучше понять свою аудиторию и достичь максимальных значений CTR.

1.16 Повышайте кликабельность ваших объявлений за счёт обеспечения высокого CTR. Тогда будет отображаться сервисная фирма в результатах выше.

1.17 Обязательное отслеживание возврата вложенных денег по каждому объявлению. Необходимо определить, сколько прибыли принесли объявления. Для этого можно использовать в объявлении специальные отслеживающие ссылки (например партнерские). Так можно узнать, сколько денег можно затрачивать за клик и стоит ли использовать эту систему в своём бизнесе [17].

2. Наиболее распространенным видом рекламы в Интернет считается баннерная реклама [8; 9]: Баннерная реклама справедливо считается самым популярным способом наращивания трафика (привлечения посетителей) веб-страницы, средством привлечения новых клиентов, а также мощным инструментом имиджевой рекламы в Интернете. Рекламные баннеры бывают графическими и текстовыми. Графические баннеры обычно представляют собой статическое или анимационное изображение определенного размера (наиболее распространены форматы 480\*60 и 100\*100). Текстовый баннер – это любой текст определенного размера, содержащий гиперссылки на рекламируемый сайт или на его определенные страницы.

Баннеры выполняют роль рекламного щита в Интернете, который выполняет две функции:

- служит рекламе и продвижению бренда фирмы, а также информированию о реализуемых ею товарах – все, кто увидел баннер на том или ином Интернет-ресурсе, считаются охваченными рекламной кампанией;

- является средством привлечения посетителей на электронное представительство (сайт) рекламируемой фирмы. Все, кто зашел на рекламируемый сайт по баннеру, считаются привлеченными посетителями, которые в дальнейшем формируют целевую аудиторию ресурса.

Как правило, баннер представляет собой прямоугольное графическое изображение в формате GIF или JPG. Баннер помещается на

странице веб-издателя и имеет гиперссылку на сервер рекламодателя – сервисной фирмы.

Одной из самых важных характеристик баннера является отношение числа кликов на баннер к числу его показов. Ситуация когда пользователь загружает WEB-страницу с рекламным баннером, считается одним показом баннера. Если же пользователь навел указатель мыши на баннер и «кликнул» по нему, перейдя по связанной с баннером гиперссылке, то данный факт считается одним переходом по баннеру или одним «кликом». Количественно эффективность баннера оценивается коэффициентом кликопоказов – CTR, который равен отношению количества переходов по баннеру («кликов») к количеству показов баннера. Чем больше CTR, тем выше оценивается результативность рекламной кампании. Так, если Ваш баннер был показан на какой-либо странице 1000 раз, а нажали на него и, соответственно, попали на ваш сайт 50 человек, то отклик такого баннера равен 5%.

Баннер, как рекламный носитель при его производстве, должен рассматриваться как утилитарный инструмент с крайне незначительным сроком жизни, а не как художественное произведение.

Баннер – это прямоугольник определенного размера (480 x 60 точек), который при нажатии на него «мышью» отправляет пользователя на страничку рекламодателя

Большинство рекламодателей стремятся создать баннер как художественное произведение. В результате, за декором собственно рекламное предложение, зачастую, распознать не представляется возможным. Вывод – нужно думать о потребителе, а не о красоте. Декор должен только помогать восприятию содержания, а не заслонять его. В интернете это еще более важно. Потому что интернет – среда крайне быстрого потребления информации. Люди не читают страницы – они их просматривают.

Посетитель приходит в интернет за информацией, общением, развлечениями. Он концентрирует свое внимание где угодно, только не на рекламе. Чтобы баннер был увиден необходимо с его помощью очень быстро и четко донести до посетителя то, что ему предлагают. Если это то, в чем человек заинтересован, он переключит свое внимание на баннер. Если же рекламное предложение человеку не интересно, никакие ухищрения в области дизайна вам не помогут.

Лучшим примером того, каким должен быть баннер, может служить контекстная ре-

клама. Мало кому придет в голову писать загадочные и красивые объявления в «Яндекс. Директе». Там все объявления отличаются максимальной конкретикой. Во-первых, количество символов ограничено. Во-вторых, при обилии конкретных и понятных предложений конкурентов, замысловатое объявление просто выключат за низкий отклик. Здесь искусственные ограничения заставляют авторов делать объявления более эффективными.

При производстве баннеров для продающей рекламной кампании следует руководствоваться теми же принципами, которые работают в контекстной рекламе.

При оценке эффективности баннерной рекламы сейчас используются два основных параметра: количество показов и количество проходов (кликов):

2.1 Количество показов: сколько раз был показан тот или иной баннер. Стоимость же баннерной рекламы в основном определяется тем, сколько стоит тысяча показов баннера на данном сервере. Для обозначения этой величины используется термин CPM (cost per thousand impressions) - стоимость тысячи показов. Обычно цена тысячи показов в российском Интернет варьируется от 2 до 50 долларов за тысячу показов.

2.2 Количество проходов (кликов): сколько раз человек щелкнул мышкой на баннер, чтобы перейти к более подробному описанию рекламируемого товара или на рекламируемый сервер. Для анализа этой величины используется термин CRT (click отношение количества проходов к количеству показов в процентах (коэффициент проходимости)k-through gate) -. Обычный коэффициент проходимости составляет от 2 до 10 процентов (хотя я нередко встречал баннеры с коэффициентом близким к 0).

3 Медиаплан включает в себя, как правило: оценку контекстной, баннерной рекламы и сайта; e-mail, как способ рекламы; выбор методов поисковой оптимизации; выбор рекламных площадок; [9; 10]:

Сайт и баннер – это средство работы с аудиторией. Но сначала эту аудиторию нужно найти. Для этого можно воспользоваться несколькими общеизвестными средствами: поисковая оптимизация; контекстная реклама; баннерная реклама.

Первый этап медиапланирования – выбор между этими путями привлечения аудитории. И выбор этот не всегда очевиден. Следует правильно оценивать эффективность каждого рекламного канала.

Цель размещения рекламы – привлечение аудитории на сайт рекламируемого продукта. Продает не баннер или объявление – продает сайт. Значит, единственным правильным параметром оценки эффективности рекламного канала является стоимость привлечения посетителя на сайт.

3.1 Оценка контекстной, баннерной рекламы и сайта осуществляется на основе анализа статистики сайта. Она покажет: сколько человек пришло с контекстов, сколько с баннеров. Делением затрат на это число можно получить искомое.

Лучше анализировать именно посетителей на сайте, а не клики по баннеру. Это разные вещи. Кликов по баннеру почти всегда больше, чем количество реальных посетителей сайта с того же баннера.

Располагать баннер надо в наиболее читабельном месте – в верхней части сайта, т.к. в этом случае он располагается ближе к навигационной линейке. Пользователь, зайдя на главную страницу сайта, часто первым делом начинает взаимодействовать с навигационным меню, и в поле зрения попадает «шапка» сайта. А на внутренних страницах взгляд, напротив, захватывает боковые баннеры, так как пользователь концентрируется на чтении текста.

Хорошо сделанный баннер, помещенный слева, также имеет достаточные шансы быть замеченным. Это связано с тем, что с левой стороны также часто расположены значимые элементы интерфейсов.

Также, это связано с тем, что читаем мы слева направо. Люди обычно не дочитывают строки до конца, а, ухватив смысл, идут дальше. Поэтому левые баннеры находятся в более выигрышном положении по сравнению с правыми. Правым баннерам уделяют очень мало внимания.

3.2 Рассмотрим e-mail как средство рекламы. [9; 10]

На механизм электронной почты опираются многие популярные средства вещания в Интернет. Сюда входят списки рассылки, дискуссионные листы и индивидуальные почтовые сообщения.

При умелом использовании e-mail может дать еще один эффективный инструмент продвижения торговой фирмы на товарном рынке: веб-сервера в Интернет.

Преимущества e-mail рекламы очевидны:

- электронная почта, появившаяся задолго до разработки WWW, есть практически у всех пользователей сети;

- e-mail представляет собой push-технология вещания, работает напрямую и достигает конкретного нужного пользователя;
- дает возможность персонализированного обращения;
- благодаря четкому тематическому делению списков рассылок и дискуссионных листов можно воздействовать именно на интересующую целевую аудиторию;
- интересное с точки зрения получателя сообщение может быть распространено среди его коллег и знакомых;
- многие западные эксперты сходятся во мнении, что отклик на правильно размещенную рекламу в e-mail выше, чем отклик баннеров, и выше качество переходов на сайт торговой фирмы - больше «правильных» посетителей;
- сейчас, когда большинство пользователей имеют почтовых клиентов поддерживающих формат HTML-писем (это, в частности, Netscape 3.0, 4.0. и Internet Explorer 4.0 - Outlook Express), для рекламодателя стало возможным размещение не только текстовой, но и графической рекламы (в частности, баннеров), а также учет ее эффективности (т. е. стало возможным отслеживать количество переходов на сайт рекламодателя по ссылке в письме).

3.3 Дадим оценку существующих поисковых систем и методов поисковой оптимизации [9; 10]:

Помимо баннерной рекламы существенный вклад в трафик Веб-сайта могут внести поисковые системы и каталоги. Возможно, это не даст такого же эффекта, как баннерная реклама, но, в свою очередь, не требует от сервисной фирмы вложения денег в показы или размещения чужих баннеров на страницах конкретной сервисной фирмы - рекламодателя. Кроме того, посетитель, который пришел в конкретную сервисную фирму - рекламодателя через поисковую систему, заинтересован именно в информации об услугах и сопутствующих товарах, представленных конкретно на странице конкретной сервисной фирмы.

Поисковые системы, как средство рекламы, состоят из трех основных частей:

- Spider (он же Crawler, он же Bot, он же Robot) - программа, которая посещает веб-страницы, считывает (индексирует) полностью или частично их содержимое и далее следует по ссылкам» найденным на данной странице, Spider возвращается через определенные периоды времени (например, каждый месяц) и индексирует страницу снова.

- Все, что находит и считывает Spider, попадает в индексы поисковой системы. Индексы

системы представляют собой гигантскоеместилище информации, где хранятся копии текстовой составляющей всех посещенных и проиндексированных Spider'ом страниц.

- Третья часть - это программа, которая в соответствии с запросом пользователя перебирает индексы поисковой системы в поисках информации, интересующей пользователя, и выдает ему в порядке убывания релевантности найденные документы.

Рассмотрим каталоги как средство рекламы. Типичным представителем каталогов является, например, международная Yahoo! Регистрация в каталогах полностью зависит от людей - модераторов данной системы. Каталог обычно имеет тематическую разбивку на подкаталоги, те в свою очередь могут подразделяться на более мелкие поддиректории и т.д.

Так как регистрация производится человеком, а не программой, то поиск по каталогам дает более релевантные результаты, нежели по поисковым системам.

Для регистрации в каталоге сайта сервисной фирмы необходимо послать заявку с указанием, в какой раздел нужно поместить свою страницу, послать краткое описание сайта и список ключевых слов для поиска нужной страницы в каталоге.

Через некоторое (иногда достаточно долгое) время заявка будет рассмотрена, в результате чего:

- могут вообще отказать в регистрации сайта фирмы;
- страницу могут поместить в другой раздел, который, по мнению модераторов каталога, более подходит для сайта;
- могут быть изменены присланные описания и/или ключевые слова;
- повезет, и регистрация будет произведена именно так, как нужно.

Некоторые поисковые системы, такие, например, как Exite или Infoseek имеют при себе и каталог. Соответственно, индексы для самой поисковой системы добываются Spider'ом, а каталог пополняется модераторами системы.

Оценка поисковой оптимизации осуществляется с помощью анализа стоимости привлечения аудитории: фиксируется число посетителей, приходящих на сайт с поиска, до начала работ по оптимизации. Через два-три месяца измеряется снова. Затем определяется разница, результат которой делится на неё ежемесячные затраты. Если эта цифра выше той, которую даёт контекстная реклама по тем же запросам, стоит задуматься о целесообразности оптимизации. Если она выше, чем стои-

мость по баннерной рекламе, оплачивать оптимизацию нет необходимости.

Перед началом работ по оптимизации можно сделать прогнозную её оценку: на сколько человек увеличится посещаемость сайта в месяц. Вместе с тем, знание количества запросов в поисковой системе не позволяет точно определить, сколько людей перейдет на сайт с той или иной позиции.

По значительному числу массовых запросов оптимизация является самым выгодным средством привлечения аудитории.

3.4 В отличие от оптимизации, в контекстной рекламе желаемое место можно получить имея соответствующие финансы.

Контекстная реклама дает возможность гарантированного доступа к аудитории, явно проявляющей интерес к тому, какие услуги оказывает фирма - рекламодатель. Он точно знает, за что платит. Стоимость привлечения аудитории в контекстной рекламе всегда ниже, чем в баннерной. Естественно, за исключением случаев начала «спортивных состязаний» за право увидеть себя выше конкурента любой ценой.

Преимущества контекстной рекламы:

- в отличие от других видов интернет-рекламы, к примеру, баннерных показов, объявления демонстрируются только тем заказчикам, которые ищут рекламируемые продукты или услуги.

- принцип оплаты — в большинстве случаев плата идет не за показы, а только когда пользователи «кликают» по размещенным объявлениям.

- системы контекстной рекламы – это набор инструментов для выбора целевой аудитории и прогнозирования затрат, что позволяет контролировать цены и целевые ссылки для каждого ключевого слова рекламных кампаний.

Контекстная реклама бывает поисковая и тематическая.

Тематическая реклама - это реклама, которая показывается на странице сайта при соответствии тематики рекламных материалов содержанию страницы. Тематика рекламных материалов определяется автоматически на основании ключевых слов, заданных рекламодателем.

Тематическая реклама действует избирательно: рекламное сообщение показывается как дополнительная информация к содержанию страниц, которые просматривает пользователь. Она лежит в сфере его интересов.

Поисковая реклама — это реклама, которая показывается в зависимости от того, ка-

кой вопрос пользователь задал в строке запроса поисковой системы.

Поисковая реклама действует избирательно: рекламное сообщение показывается только тем, кто хочет его увидеть.

3.5 Чаще всего выбор рекламных площадок осуществляется на основе [9; 10]: личного отношения рекламодателя к сайту (если рекламодатель не знаком с сайтом, если сайт рекламодателю лично не нравится – из медиаплана его выкидывают); цена и возможные скидки. Однако, в первую очередь надо смотреть информацию о стоимости привлечения качественного посетителя (например, того, кто просмотрел более двух страниц, а не ушел сразу). Если информации нет, то оценивать нужно стоимость привлечения простого посетителя. Если и такие данные получить не удастся, то нужно смотреть хотя бы на стоимость перехода с баннера на данном сайте. Этот показатель всегда можно посчитать на основе прогноза количества показов и CTR.

Из приведённого выше анализа видно, что ключевое слово во всех приведенных методах оценки – это цена. Нельзя сравнивать CTR двух сайтов, потому что это не говорит ни о чем. На сайте с более низким CTR вполне может быть ниже и стоимость привлечения посетителя.

Идеальным источником данных для планирования рекламной кампании является рекламная кампания, проведенная сервисной фирмой раньше. Именно из нее можно получить лучший показатель для анализа – стоимость качественного посетителя.

Под качественным посетителем понимается стоимость привлечения человека, который просмотрел на сайте две и более страниц. То есть, не ушел сразу, а проявил интерес к рекламируемому продукту. Если сайт предполагает в качестве действия заполнение какой-либо анкеты – можно считать стоимость привлечения посетителя, заполнившего анкету. В любом случае, получить такие данные можно только из собственного опыта.

Часто, при планировании, большую роль играет личное отношение к тому или иному сайту. Однако, учитывая, что планирование должно вестись только на основе цифр, необходимо выявить наибольший удельный вес целевой аудитории на конкретном сайте с учётом стоимости ее привлечения. На развлекательном сайте доля бизнес-аудитории может быть в пять раз ниже, чем на известном новостном ресурсе. Но если цена размещения рекламы будет ниже в семь раз, то стоимость привлечения этой аудитории здесь выгоднее. А значит, использо-

вание развлекательного сайта будет более обоснованно.

4. Таким образом, медиапланирование – это, прежде всего, математические расчёты. Выгоднее то, что стоит дешевле. И личное отношение к рекламным площадкам не меняет реального положения дел.

Если предложение оказалось хуже, чем в среднем по рынку (цена выше, качество ниже и т.п.) – никакая реклама не даст положительный результат. Не смотря на красивый баннер, одним движением мыши можно увидеть предложение конкурента.

5. Наличие в сервисной фирме подразделения службы реализации услуг (продаж), позволяет ей активно работать в оперативном режиме: осуществляя прием звонков, анкет, посетителей; адекватно и быстро отвечать на все запросы, т.к. часто рекламные кампании не дают результата из-за отсутствия обратной связи с торговой фирмой.

6. Ограничения и недостатки, присущие медийной рекламе [15]:

Рекламные кампании, направленные на увеличение продаж и привлечение максимального количества целевых посетителей, эффективнее проводить за счёт контекстной рекламы и поискового продвижения веб-проектов (SEO). Все дело в принципе воздействия этих видов рекламы: если контекст, раскрутка сайта – это прицельное попадание по целевой аудитории, уже испытывающей потребность в товаре/услуге, то медийный контакт более объёмен, это средство широкого информирования пользователей о сервисной фирме, видах услуг, их характеристик, месте, времени и стоимости оказания. Как бы тщательно не был выполнен таргетинг аудитории, это, прежде всего, луг к площадке, а не к поведению пользователя, т.е. стрельба по большим площадям, а не прицельный огонь. Медийная реклама чаще информирует, нежели побуждает получить услугу, – а это значит, что сначала пользователю необходимо сообщить об объекте рекламной кампании, а потом еще и «дожимать» его до получения услуги. То есть речь идет о формировании спроса, тогда как контекст и SEO работают с уже сформированным, «горячим» спросом. Однако есть и исключения – например, брендированные продукты и услуги. Кроме того, «медийка» хорошо работает с B2C-сегментами широкого спроса (автомобили, товары FMCG-сектора и т.д.), но она малоэффективна в отношении большинства товаров B2B-сферы и т.п. При этом для размещения медийной рекламы эффективнее выбирать не столько тематические ресурсы, сколько сайты с хорошим трафи-

ком, популярные порталы с качественной аудиторией и высокой посещаемостью.

Другое ограничение медийной рекламной кампании – это её длительность. Как и любая имиджевая кампания, она должна обеспечить узнаваемость объекта, сформировать благоприятный образ в сознании аудитории, а это значит - быть более протяжённой и более статичной, нежели динамично меняющиеся объявления контекстной рекламы, запускаемые иногда всего на 2-3 дня и часто меняющиеся.

Не менее актуальный недостаток – цена. Медийная реклама подразумевает более высокий бюджет за счёт трат на создание визуальной части, иного подхода к медиапланированию и сложностей в измерении эффективности по сравнению с той же контекстной рекламой или поисковой оптимизацией.

Гораздо больше преимуществ у конкурентов «медийки» - технологий поисковой оптимизации сайтов (SEO) и контекстной рекламы. Они работают с текущим спросом широкой и постоянно растущей аудитории сети, обеспечивают точное попадание в целевую аудиторию (ЦА) за счет использования ключевых слов и различных персональных настроек. Рекламные сообщения в рамках поискового маркетинга не навязываются интернет-пользователям и не раздражают их – они воспринимаются не как реклама, а как ответ на запросы посетителей поисковых систем. Технологии поискового маркетинга могут учитывать региональную принадлежность целевой аудитории и позволяют оптимизировать и равномерно тратить бюджет. Есть и другие «изюминки». Например, при продвижении сайта в одной поисковой системе, ресурс начинает параллельно двигаться к вершинам выдачи и в других поисковиках (в традиционных медиа такого эффекта нет - реклама идет только на выбранной площадке) – это обеспечивает еще больший приток целевого трафика и положительно влияет на продажи бизнеса. После остановки процесса раскрутки сайта эффект от поисковой оптимизации какое-то время еще сохраняется (сайт по инерции продолжает находиться в топе и приносить целевые клики-переходы), эффект же от контекстной или медийной рекламы исчезает почти сразу же после остановки рекламной кампании.

Медийная (баннерная) реклама – незаменимый элемент интернет-маркетинга для достижения имиджевого контакта с аудиторией: продвижения нового продукта, повышения узнаваемости марки или отдельной компании и её фирменного стиля, создание их благоприятного образа в сознании потребителей. При этом

медийка далеко не так эффективна как контекстная реклама и SEO для достижения быстрых результатов, увеличения прибыли и роста продаж – это, прежде всего, долговременные инвестиции. Поэтому в зависимости от поставленных задач лучше выбирать комплексные решения интернет-маркетинга (сочетание поисковой оптимизации сайта с контекстной и медийной рекламой) - это наиболее выигрышный вариант [15].

Главные преимущества рекламы в Интернет по сравнению с телевизионной:

- низкая цена. Сетевая реклама не требует больших ресурсов. Стоимость создания и поддержки сайта (от 500 до 5000 \$), проведение рекламной кампании с помощью баннеров (от 100 до 1000\$).

- интеллект и материальный достаток выше среднего по РФ;

- аудитория популярных сайтов, страниц известна, что экономит средства на исследование аудитории рекламоносителя.

- баннерная реклама оперативная и мобильна. В любой момент их показ можно приостановить либо перекинуть на другой сайт [5; 16].

Основные тенденции использования видеорекламы в связи с ростом популярности мобильных устройств и активизацией борьбы с пиратами: видео на мобильных устройствах (планшеты и смартфоны), мультискрин (рекламодатели должны обеспечить связность креативов на разных рекламных площадках для проведения более эффективной рекламной кампании), развитие лицензионного контента (учитывая наличие антипиратского закона можно использовать рекламу, чтобы посетитель мог посмотреть бесплатно какой-либо фильм, почтить художественное произведение и т.д.) [18].

### Литература

1. Рекламная деятельность в торговом деле. Учебник для бакалавров по направлению подготовки 100700.62 «Торговое дело» всех форм обучения \ Авторы-составители: д.э.н., проф. Бабурин В.А., к.э.н., доц. Гончарова Н.Л. – СПбГЭУ. Изд-во Астерион, 2014. С. 147-165.
2. Бабурин В. А., Яненко М. Е. Использование Интернет-ресурсов в процессе изучения маркетинга: Методические указания для студентов специальности 080111 (061500). – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2008.
3. Рекламные технологии маркетинговой деятельности в сфере сервиса. Коллективная монография\под ред. В.А.Бабурина. – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2012. – 159 с.
4. «Маркетинг в сфере сервиса», учебник для вузов\авторы-составители: В.А.Бабурина, Н.Л. Гонча-

рова, М.Е.Яненко\, СПбГЭУ, изд-во Астерион, 2014г.. 400 с.

5. Маркетинговое планирование в сфере сервиса. Учебник для магистрантов по направлению подготовки 0800.68 "Менеджмент" всех форм обучения\ авторы-составители: В.А.Бабурин, Н.Л.Гончарова. – СПбГЭУ. Изд-во Астерион, 2014. – 417 с.

6. Информационные технологии в рекламе СКСиТ. URL: <https://sites.google.com/site/itreklamalgu/Home/lektion/lek2> (дата обращения 16.04.2012).

7. Богачева Н.Л. Инновационная рекламная деятельность на современном этапе развития техники и технологии производства рекламного продукта. В кн. Рекламные технологии маркетинговой деятельности в сфере сервиса/Коллективная монография – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2012., с. 35-47.

8. Бабурин В.А., Корнейчук Б.В. Маркетинг в сфере сервиса: учебное пособие. - СПб.: СПбГАСЭ, 2001. – 382 с.

9. Бабурин В.А., Тывин Л.Ф. Реклама в страховании. Учебное пособие для студентов специальности 061500 всех форм обучения. – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2011. – 154 с.

10. Тывин Л.Ф., Богачева Н.Л. Реклама в страховании. Учебное пособие для студентов специальностей: «Журналистика» и «Менеджмент» всех форм обучения. – СПб.: Изд-во «ИТиД», 2010. – 117 с.

11. Яненко М.Б., Яненко М.Е. Маркетинг информационного общества: инновационные стратегии и технологии. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012.- 112 с.

12. Яненко М.Б., Яненко М.Е. Инновационные маркетинговые стратегии в условиях формирования информационного общества. Монография / Яненко М.Б.; Яненко М.Е., СПбТЭИ. – СПб: СПбТЭИ, 2011.- 100 с.

13. Коробейникова К. А. Классификация нестандартных форм рекламы в Интернете // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 10, Журналистика. – 2011. – № 1.

14. Коробейникова К. А. Тенденции формирования и развития рынка нестандартной рекламы в Рунете // Меди@льманах. – 2011. – № 5.

15. Алексеев Д. Медийная реклама. URL: [http://www.adbusiness.ru/content/document\\_r\\_5D87D177-60C7-4298-9AF3-D5C8D426BCE4.html](http://www.adbusiness.ru/content/document_r_5D87D177-60C7-4298-9AF3-D5C8D426BCE4.html) (Дата обращения 16.03.2012 г.).

16. Труфанов М. Планирование рекламных кампаний в сети интернет ж. Маркетинг Менеджмент, 2006, № 6, с. 12-19

17. Губайдуллин Ю. Секретные Технологии Рунета. URL: <http://www.rusecret.com> (Дата обращения 05.03.2013г)

18. Видереклама становится интеллектуальной. URL: <http://adindex.ru/publication/opinion/internet/2014/03/4/107553.phtml> [дата обращения 24.03.2014г.

**ТРЕБОВАНИЯ  
К МАТЕРИАЛАМ, ПРИНИМАЕМЫМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ  
ЖУРНАЛЕ  
«ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА»**

**К публикации принимаются** материалы научно-технического содержания по актуальным проблемам техники и технологии сервиса машин, приборов и инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства, бытового обслуживания, дизайна, экологии, личного и общественного транспорта, не предназначенные для публикации в других изданиях.

Материалы, публикуемые в журнале, должны обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по соответствующим правилам (см. <http://service.in.spb.ru/tekhniko-tekhnologicheskie-problemy-servisa>).

Материалы для публикации должны сопровождаться: электронной версией статьи, представленной в формате редактора MicrosoftWord (CD-R, CD-RW, DVD или отправленные по e-mail).

**Статья должна содержать следующие реквизиты:**

- индекс универсальной десятичной классификации литературы (УДК);
- название статьи на русском и английском языках;
- фамилию имя отчество автора (авторов) полностью с указанием должности, звания, телефона и электронного адреса;
- полное наименование организации с указанием почтового индекса и адреса;
- аннотацию из 10 – 30 слов на русском и английском языках;
- 3 – 7 ключевых слова или словосочетания на русском и английском языках;
- текст статьи (8 – 15 страниц (14 пт.), номера страниц не указываются) на русском языке;
- литература (библиографические ссылки даются в конце текста в порядке упоминания по основному тексту статьи, в тексте в квадратных скобках указывается порядковый номер). Внутритекстовые, подстрочные и затекстовые библиографические ссылки (списки литературы) должны оформляться в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Статья представляется в электронном виде (на электронном носителе или высылается электронной почтой по любому из адресов: [GregoryL@yandex.ru](mailto:GregoryL@yandex.ru); [NIITTS@yandex.ru](mailto:NIITTS@yandex.ru); [TTPS@sppsseu.ru](mailto:TTPS@sppsseu.ru)).

**При оформлении статьи** должны соблюдаться следующие требования.

При наборе текста используется шрифт Times New Roman. Интервал текста кратный, без дополнительных интервалов. Лишние пробелы между словами не допускаются. Форматирование текста (выравнивание, отступы, переносы, интервалы и др.) должно производиться автоматически.

**Иллюстрации** представляются в графических редакторах MSWindows. Все иллюстрации сопровождаются подписочными подписями (не повторяющими фразы-ссылки на рисунки в тексте), включающими номер, название иллюстрации и при необходимости – условные обозначения.

**Рисунки** выполняются в соответствии со следующими требованиями:

- масштаб изображения – наиболее мелкий (при условии читаемости);
- буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию и размеру должны соответствовать обозначениям в тексте статьи;
- размер рисунка – не более 15x20 см;
- текстовая информация и условные обозначения выносятся из рисунка в текст статьи или подписочные подписи.

Иллюстрации (диаграммы, рисунки, таблицы) могут быть включены в файл текста или быть представлены отдельным файлом.

Все **графики, диаграммы** и прочие встраиваемые объекты должны снабжаться числовыми данными, обеспечивающими при необходимости их (графиков, диаграмм и пр.) достоверное воспроизведение.

**Формулы** должны быть созданы в редакторе формул MS Equation. Защита формул от редактирования не допускается. Формулы следует нумеровать в круглых скобках, например, (2). Величины, обозначенные латинскими буквами, а также простые формулы могут быть набраны курсивом. Все латинские буквы в формулах выполняются курсивом, греческие и русские – обычным шрифтом, функции – полужирным обычным.

**Термины и определения, единицы** физических величин, употребляемые в статье, должны соответствовать действующим национальным или международным стандартам.

На последней странице рукописи должны быть подписи всех авторов. Статьи студентов, соискателей и аспирантов, кроме того, должны быть подписаны научным руководителем.

Редакция не ставит в известность авторов об изменениях и сокращениях рукописи, имеющих редакционный характер и не затрагивающих принципиальных вопросов.

**Итоговое решение об одобрении или отклонении представленного в редакцию материала принимается редакционным советом и является окончательным.**