

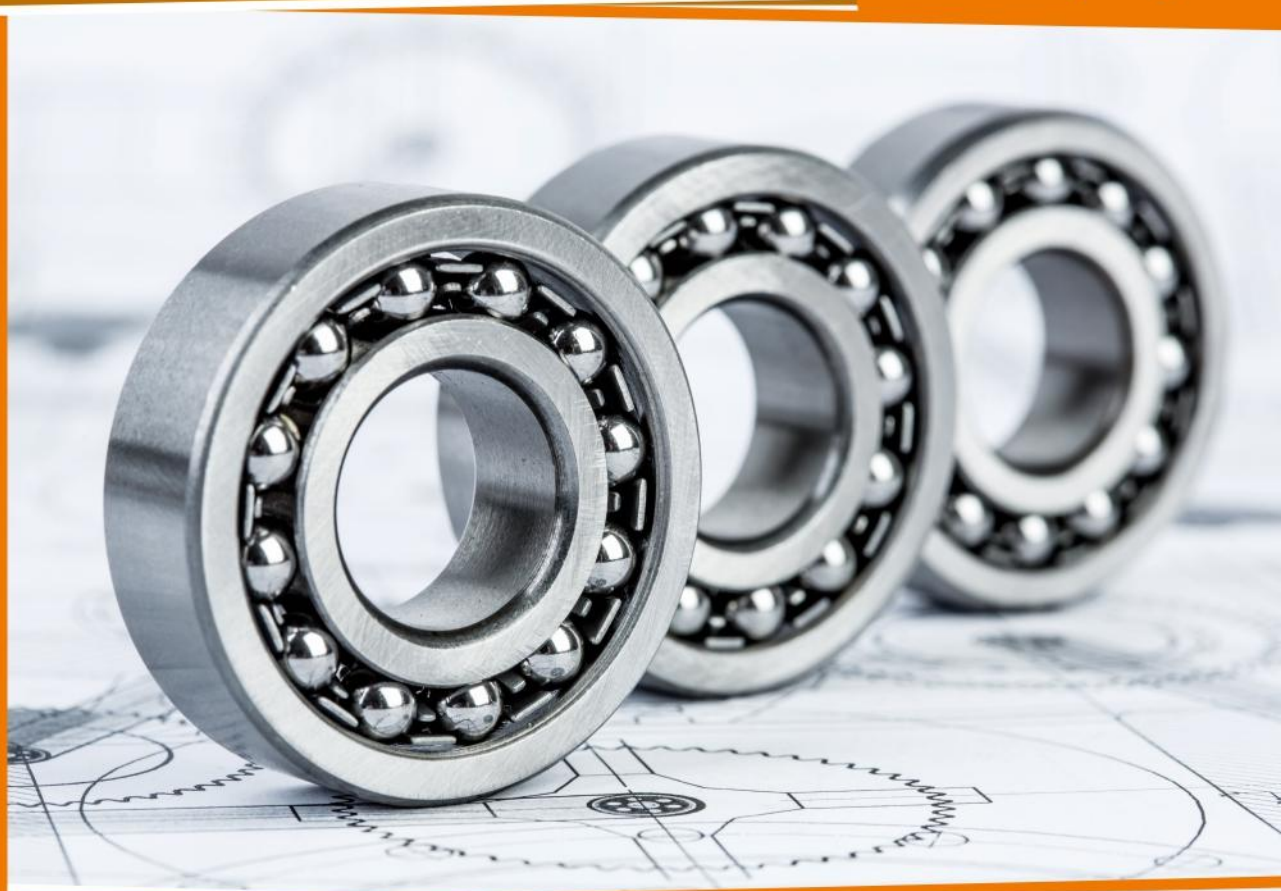


СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

**XVIII СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

№ 3 (18)



**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО
СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

г. НОВОСИБИРСК, 2014



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XVIII студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 3 (18)
Март 2014 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2014

УДК 62
ББК 30
Н 34

Председатель редколлегии:

Дмитриева Наталья Витальевна — д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка.

Н 34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:
Электронный сборник статей по материалам XVIII студенческой международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Изд. «СибАК». — 2014. — № 3 (18)/ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.sibac.info/archive/Technic/3\(18\).pdf](http://www.sibac.info/archive/Technic/3(18).pdf).

Электронный сборник статей по материалам XVIII студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Оглавление

Секция 1. Архитектура, Строительство	5
САПР, КАК ОДНА ИЗ ЧАСТЕЙ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ	5
Алматаев Константин Олегович Юрьев Алексей Владимирович	
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТА	14
Есипова Анастасия Александровна Комарова Ксения Сергеевна Комарова Наталья Дементьевна	
ЛИЦО СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПОД МАСКОЙ РЕКЛАМНОЙ ПРОПАГАНДЫ	20
Сумченко Ирина Анатольевна Бакалдина Галина Витальевна	
РАСЧЕТ МЕМБРАННО-ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЁТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ФАКТОРОВ	30
Толеков Мовлит Абдулгафурович Ким Алексей Юрьевич	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО МЕМБРАННО- ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ	38
Толеков Мовлит Абдулгафурович Ким Алексей Юрьевич	
Секция 2. Информационные технологии	49
К ВОПРОСУ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ	49
Константинова Мария Андреевна Тутарова Власта Дильяуровна	
ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИИ ЛОКАЛЬНО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ, ИСПОЛЬЗУЯ ЭВРЕСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ	55
Набиев Ильназ Ильгизович Минегалиева Миляуша Маулитовна Гизатуллин Зиннур Марселевич	
ЗАМЕНА ТЕЛЕФОННОГО ОПЕРАТОРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ	60
Семичастнова Юлия Вадимовна Насонова Светлана Юрьевна Ажель Сергей Леонидович	

Секция 3. Космос, Авиация	67
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	67
Куропаткина Екатерина Венегдитовна	
Торопцова Дарья Михайловна	
Батраков Владимир Владимирович	
Секция 4. Материаловедение	75
СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛИКАГЕЛЯ	75
Левина Мария Владимировна	
Исеноманова Диана Айткалеевна	
Колесниченко Алёна Сергеевна	
Фарус Оксана Анатольевна	
Секция 5. Машиностроение	80
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ МАЛЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ	80
Валяшов Владимир Васильевич	
Шарыгин Лев Николаевич	
ИЗМЕРИТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ	85
Потапов Георгий Кахаберович	
Шарыгин Лев Николаевич	
Секция 6. Моделирование	92
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА LAN-КАБЕЛЯ	92
Головко Валерия Сергеевна	
Федосеева Светлана Анатольевна	
Чостковский Борис Константинович	
Секция 7. Нанотехнологии	101
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ZRO ₂ И «КОНТРАСТНЫХ» МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ	101
Чащин Вадим Олегович	
Калатур Екатерина Сергеевна	
Секция 8. Пищевая промышленность	111
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА	111
Разумова Анна Ивановна	
Авилова Инга Анатольевна	

Секция 9. Радиотехника, Электроника	121
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ P-N-ПЕРЕХОДА Скотарев Иван Николаевич Бондарь Сергей Николаевич	121
Секция 10. Электротехника	127
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МЕХАНИЧЕСКОГО МГНОВЕННОГО ПРЕРЫВАНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ ПЛАЗМОТРОНА Перинская Есения Дмитриевна Богачёв Ростислав Юрьевич Перинская Ирина Владимировна	127
Секция 11. Энергетика	135
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ НЕСУНУСОИДАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ СЭС Киселёв Богдан Юрьевич Ширяев Александр Сергеевич Иващенко Александра Валерьевна Новикова Светлана Юрьевна Осипов Дмитрий Сергеевич	135
ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВХОДНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЕЙ Скотарев Иван Николаевич Папанцева Евгения Ивановна	142
Секция 12. Математика	150
ПРОГНОЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ Скорова Юлия Олеговна Тарасова Светлана Анатольевна	150
ЭЛЕМЕНТЫ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ Чуркина Людмила Александровна Нурманова Сабиля Андреевна	156

СЕКЦИЯ 1.

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

САПР, КАК ОДНА ИЗ ЧАСТЕЙ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Алматаев Константин Олегович

*студент 4, кафедра «Строительство и архитектура»,
РФ, г. Тольятти*

E-mail: petrov-samara@mail.ru

Юрьев Алексей Владимирович

*научный руководитель, преподаватель ГБОУ СПО «ТПТ»,
РФ, г. Тольятти*

Идея данной исследовательской работы заключается в определении наиболее подходящего программного обеспечения для создания строительных чертежей, повествовании о существующем ПО, раскрытия понятия “САПР” и сравнение наиболее распространенных видов графических редакторов, и применение их в строительной практике.

Архитектор — это сложная профессия, включающая в себя навыки, как художника, так и строителя. Необходимо уметь проектировать здания, выражать идею в рисунке внешней формы, разработку внутреннего вида помещений и правильной организации пространства, что необходимо в последующей эксплуатации здания. Также архитектор создает удобства для жизни и деятельности человека, воссоздавая свои идеи и идеи заказчиков в выполняемых проектах. Данная профессия требует большого количества знаний в нормах проектирования, в современных технология строительства, знания разнообразия строительных материалов, а также владения специальными программными пакетами такими как AutoCAD, ArchiCAD, Компас, Adobe Photoshop, 3D Studio MAX и другие, которые постоянно совершенствуются в наш стремительно развивающийся век.

Программы, подобные Adobe Photoshop, Illustrator, и т. д., используются в данной профессии для создания высококачественного фото-подобного изображения и улучшения 2D-графики, их применяют при создании генпланов, планов, фасадов и для получения электронных рисунков. Photoshop широко используется современными художниками и фотографами, людьми, профессия которых непосредственно связана с работой над цифровыми изображениями, в то время как Illustrator применяют в web-дизайне и дизайне логотипов, где преимущество имеет векторная графика. Программное обеспечение AutoCAD, ArchiCAD, Компас и 3D Studio MAX — для построения чертежей и создания 3-хмерных моделей. 3D Studio MAX больше используется, для создания объемной графики и анимации, художниками и специалистами в области мультимедиа, таким образом, к нашей специальности, данное ПО, применяется как средство визуализации пространства. AutoCAD, ArchiCAD и Компас — это многофункциональные графические редакторы, которые относятся к автоматизированным системам, реализующие информационную технологию выполнения функций проектирования — САПР — системы автоматизированного проектирования. Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая: сокращения трудоёмкости проектирования и планирования; сокращения сроков проектирования; сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию; повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования; сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Время, когда чертежи создавались на кульманах, уже давно закончилось. На данный момент, компьютер является значимой единицей в строительстве. Его используют для создания чертежей и трехмерных моделей. Чертеж, созданный на ПК, имеет современный, профессиональный и аккуратный вид. Нет необходимости оттачивать свое мастерство годами, для выработки необходимой практики на аккуратность, геометричность и точность линий, рисунка антуража и стаффажа. Программное обеспечение помогает

архитекторам сэкономить личное время, и финансы заказчика. Это значит, что она более современна.

Самой главной программой, в профессиональной деятельности архитектора, является ArchiCAD. Он находится на первом месте в списке подобных программ, ArchiCAD прост в использовании, обучении и работе.

ArchiCAD представляет собой единую объектно-ориентированную трехмерную систему автоматизированного проектирования. Он предназначен для решения архитектурно-строительных задач. В основу принципа его работы положена концепция «Виртуального здания» — модели, состоящей из трехмерных архитектурно-строительных элементов. Благодаря тому, что пользователь ArchiCAD работает с образами реальных объектов (стен, окон, дверей, балок, элементов мебели и строительных конструкций), он может максимально подробно составить модель проектируемого или уже существующего здания.

«Компас» — семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации. Эти стандарты преимущественно используются на родине производителя, и абсолютно не распространены за пределами государства. AutoCAD — двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk. Данные ПО преподносят пользователю создание точных и аккуратных чертежей, в основном, данные виды используются в машиностроительных, и других профессиях, где 3-хмерное изображение используется в качестве наглядного просмотра результата, в то время как, ArchiCAD позволяет на любом этапе работы над проектом увидеть его в трехмерном виде, в разрезе, в перспективе, подобрать наиболее подходящие материалы и посчитать их расход. Возможно, даже создать мультипликационный ролик, изобразив спроектированное здание в его привязке к местности, провести заказчика по зданию, заглянув на каждый этаж и в каждую комнату, а также обойти или облететь здание вокруг. Таким образом, проект станет более наглядным и понятным заказчику.

При разработке проекта, необходимо понимать, что информация должна быть понятна не только для инженера-строителя, но и для самого заказчика. В то время как покупатель желает видеть от проекта красивые и наглядные рисунки этажей и экстерьеров, строителю необходим перечень строительных документов и материалов (чертежи, сметы и прочее). ArchiCAD позволяет в одном файле интегрировать данные, понятные как профессионалу-строителю, так и покупателю. Эта особенность позволяет архитектору сэкономить свое рабочее время и значительную часть средств своего клиента.

Так же, с ArchCAD, в полной мере может соревноваться такая программа, как Revit. Autodesk Revit Architecture, или просто Revit — программный комплекс информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM). Дает пользователям возможности дизайна, 3D моделирования и 2D черчения элементов, предоставляет возможность организовать совместную работу над проектом, начиная от концепции и заканчивая выпуском рабочих чертежей и спецификаций. Информационное моделирование зданий представляет собой систему автоматизированного проектирования (САПР), которая использует интеллектуальные 3D объекты для представления реальных физических компонентов здания, таких как стены и двери. Эта программа славится своими неограниченными возможностями, без особого труда, создавать объемные объекты любой сложности, в то время как ArchiCAD имеет относительно скупой набор настроек в данной области, имея один только инструмент “Морф”, который позволяет пользователю “поиграться” с формой объекта, что составляет очень кропотливый труд. Но в то же время она имеет и свои недостатки, Revit не составляет строительную документацию параллельно с самим проектом.

По данным опроса студентов в техникуме, ArchiCAD имеет преимущество. Из 150 опрошенных, 117 выбрали именно этот продукт, на вопрос обоснования своего ответа, причины оказались: простота использования, достаточный объем возможностей, для программы техникума; 27 человек прибегают к методу проектирования с помощью карандаш и линейки; и только 6 опрошенных

предпочитаю использовать другое программное обеспечение из-за большего объема инструментария программы и лучшей визуализации проекта, также они отметили, что такие программы как “3ds Max” и “AutoCAD”, удобный для получения качественной картинки и создания мелких чертежей, таких как узлы и прочее. Из данного опроса следует вывод, что информационные технологии уже глубоко укоренились в современном обществе.

ArchiCAD выходит вперед относительно этих программ, по таким параметрам, как: легкость в использовании, полная русификация, в том числе и документационная часть (инструкции, стандартные книги по обучению) и доступность студентам (данная программа предоставляется бесплатно студентам, без права продажи проектов). Но, наряду с ней, во всем мире так же используют и другие BIM-программы, которые расширяют возможности архитектора в различных сферах строительства.

Программа Digital Project

В конце 2003 года, после подведения итогов архитектурного конкурса, в котором участвовало много именитых мастеров, началось активное проектирование, в 2006 — строительные работы, а в феврале 2009 года новый концертный зал уже открылся для публики. На всех стадиях проектирования и возведения нового «Тулли холла» активно использовалась программа Digital Project, с помощью которой решались не только архитектурные задачи, но и оснащение специальным оборудованием, организация поставок и строительных работ и многое другое.

Программы Bentley Systems

С момента основания компании Bentley Systems в 1993 году ее продукция получила в мировой проектно-строительной индустрии самое широкое распространение. Поскольку Bentley Systems является последовательным и ярко выраженным сторонником параметрического моделирования и технологии BIM, ее программы особенно хорошо себя зарекомендовали при комплексном применении на объектах самого разного предназначения,

от небольших жилых домов до мостов, стадионов и промышленных предприятий.

Программы Bentley Systems использовались при возведении олимпийского стадиона «Водный куб» в Пекине, реконструкции Сиднейского оперного театра и работе с некоторыми другими объектами. Важным продолжением этого списка является применение приложений Bentley при проектировании и строительстве многочисленных мостов разного предназначения.

Компания Bentley Systems даже ввела и активно использует термин BrIM (Bridge Information Modeling — информационное моделирование мостов), уточняющий концепцию BIM для этого вида сооружений. Другой пример — так называемый Прямоугольный стадион в Мельбурне (так уж сложилось, что современные стадионы стали воплощением новейших достижений в области проектно-строительных технологий). Этот спортивный объект для игры в футбол и регби стоимостью 250 миллионов долларов и вместимостью 31000 зрителей, расположившийся в Олимпийском парке столицы Австралии, был открыт в 2010 году.

Программы компании Nemetschek

С 2008 года Nemetschek AG функционирует как холдинговая компания и осуществляет деятельность в четырех сферах: проектирование (архитектурные и инженерные сооружения), строительство, эксплуатация и мультимедиа. Под крышей холдинга достаточно независимо реализуются десять марок продуктов. Среди них особое место занимает Allplan — исторически первичный продукт компании Nemetschek. Данная программа показывает хорошие результаты в проектировании зданий различной сложности и предназначения. Среди них — разработанная с учетом самых современных требований медицинская клиника, рассчитанная на 45000 пациентов в год — одно из основных зданий Университетского госпиталя в Тюбингене.

Что касается сложных по форме объектов, то и здесь программные продукты холдинга Nemetschek, работающие по технологии BIM, достаточно

сильны. С помощью Allplan, например, был спроектирован и построен павильон Германии на Всемирной выставке ЭКСПО-2010 в Шанхае, являющийся, по замыслу авторов, своеобразной трехмерной скульптурой, передающей сложность, насыщенность и противоречивость среды обитания в немецких городах.

Комплекс проектирования металлоконструкций Tekla Structures

Комплекс Tekla Structures, разрабатываемый основанной в 1966 году финской компанией Tekla Corporation — пример специализированной BIM-программы, предназначенной для проектирования и последующего изготовления стальных конструкций. Эта программа в наши дни получила широкую известность и находит применение (в основном на особо важных объектах) по всему миру.

К Олимпиаде 2008 года, в Пекине, Tekla Structures использовалась при проектировании главного стадиона — «Птичье гнездо» и комплекса водяных видов спорта «Водный куб». Также, данная BIM-программа принимала участие в реконструкции скульптуры, знакомой каждому русскому гражданину — «Рабочий и колхозница».

Использование данных программных пакетов, выводит современную архитектуру на абсолютно новый уровень. Все это очень сильно упрощает часть работы архитектора, тем самым, сокращая время на проектирование зданий и сооружений, автоматизируя создание документаций и смет, увеличивая наглядность проекта, качество выполнения и аккуратность.

И, возвращаясь к ArchiCAD, мы добавляем слова одной из крупнейших мировых строительных компаний, выбравшая его в качестве центральной САПР, для своей новой единой строительно-проектной системы.

Соучредитель корпорации Kajima Такагаки (Takagaki).

«В течение долгого времени мы были пользователями AutoCAD, и впервые познакомились с ArchiCAD два года назад. Решение о стандартизации на базе пакета ArchiCAD мы приняли благодаря тому, что ArchiCAD является полноценным объектно-ориентированным «строительным симуля-

тором», интегрирующим 3D-модель, 2D-чертежи и соответствующие базы данных. Это делает ArchiCAD подходящим для нашей новой единой экспертной системы».

Управляющий Kajima Фукада (Fukada).

«Мы выбрали Graphisoft не только потому, что они создали лучший продукт, но и потому, что уже знакомы с их качеством работы с клиентами».

Так же программой ArchiCAD пользуются представители российского архитектурного сообщества.

Главный архитектор Владимир Плоткин творческого производственного объединения «Резерв», дал высокую оценку и объявил ArchiCAD корпоративным стандартом ТПО «Резерв». Сегодня компания использует уже около 50 лицензий ArchiCAD и с их помощью успешно решает все стоящие перед ней задачи.

Президент ТПО «Резерв» Семен Ламдон дал высокую оценку этому программному продукту:

«Мы используем ArchiCAD на всех этапах проектных работ: от создания концептуальных моделей до получения строительной документации. По нашим оценкам, эта программа позволила увеличить производительность труда на 50 %».

Подводя итоги, следует заметить, что программа ArchiCAD наиболее полно удовлетворяет требованиям современного архитектора и идеально подходит для архитектурного проектирования, трехмерной визуализации и создания сметной документации.

Но, не смотря на все выше сказанное, не стоит забывать, что когда то, и пирамиды строились, без использования современных подходов, данные методы дают нам новую точку опоры, для создания чего то нового, предоставляя нам множество способностей улучшать современную архитектуру и увеличить уровень качества жизни, используя инновационные технологии в такой профессии, как, архитектура и строительство.

Список литературы:

1. Норенков И.П., Маничев В.Б «Основы теории и проектирования САПР». М.: Издательство «Высшая школа». 1990 г. — стр. 22, 25.
2. Прохорский Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве. М.: КноРус, 2010. — 264 с.
3. Прохорский Г.В. ArchiCAD. М.: НТ Пресс, 2007. — 416 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТА

Есипова Анастасия Александровна

*студент 4 курса специальности проектирование зданий
СКФ БГТУ им В.Г. Шухова,
РФ, г. Минеральные Воды
E-mail: esipova.univ@mail.ru*

Комарова Ксения Сергеевна

*студент 2 курса кафедры строительства и городского хозяйства
БГТУ им. В.Г. Шухова,
РФ, г. Белгород
E-mail: varanga135@mail.ru*

Комарова Наталья Дементьевна

*научный руководитель, канд. тех. наук, доцент СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова
РФ, г. Минеральные Воды*

В процессе развития стройиндустрии, человек стремится использовать перспективные материалы, которые обладают многофункциональными свойствами. Предпочтение отдается материалам, которые способны создавать комфортные условия для проживания и работы. Особая роль в этом принадлежит теплоизоляционным материалам.

Развитию и расширению номенклатуры теплоизоляционных материалов всегда уделялось большое внимание. Выбор теплоизолирующего материала предпочтителен, если в нем сочетаются такие свойства как эффективность и невысокая цена.

В связи с этим хочется рассказать о перлите. Материал, который уже используется более полувека, но популярность его особенно у отечественных производителей не велика. Что же собой представляет перлит?

Перлит — горная порода вулканического происхождения. Перлитовая продукция производится из аморфной алюмосиликатной породы, обладающей очень специфичными свойствами: она содержит воду, которая расширяется, превращаясь в пар при нагревании, и образует пенистую структуру. Степень

пенистости зависит от твердости конкретной нормативной руды и концентрации воды [2, с. 8].

Для перлита характерна мелкая концентрически-скорлуповатая отдельность (перлитовая структура), по которой он распадается на округлые ядра (перлы), напоминающие жемчужины с характерным блеском. Среди других вулканических пород перлит отличается наличием конституционной воды (более 1 %). Пористость может составлять 8—40 % [3].

Вспученный перлит представляет собой сыпучий, пористый, рыхлый, легкий, долговечный материал. Температура при которой он может использоваться — от минус 200 до 900° С следовательно, он огнестоек. Обладает хорошими свойствами по тепло и звукоизоляции, высокой впитывающей способностью: способен впитать жидкости до 400 % собственного веса.

Не подвержен разложению и гниению под действием микроорганизмов, не является благоприятной средой для насекомых и грызунов. Химически инертен: нейтрален к действию щелочей и слабых кислот. Перлит является экологически чистым и стерильным материалом, не токсичен, не содержит тяжелых металлов [3].

В настоящее время в России для строительства применяется не более 20 % выпускаемого вспученного перлита. Практически не используется перлит для изоляции стен, кровли, потолков. Между тем, в связи с повышением требований к теплозащите зданий этот материал очень перспективен [1].

Достоинства природного материала перлит можно перечислять практически бесконечно. Обусловлены они, в первую очередь, структурой материала. Перлит представляет собой гидроксид обсидиана — фактически, вулканическое стекло, содержащее связанные молекулы воды. Даже в естественном состоянии перлит обладает высокой пористостью, но наиболее полно это его основное свойство проявляется при получении вспученных перлитов. При нагреве минерала до температуры более 800 градусов, связанная

вода возгоняется и выводится из минерала, вызывая увеличение его пористости.

Именно пористость вспученного перлита определяет его важнейшие преимущества как материала, используемого человеком в своей деятельности: легкость, низкая теплопроводность, отличные звукоизоляционные свойства, абсорбирующие свойства, высокий коэффициент адгезии, гигроскопичность.

Кроме того, являясь на 100 % природным материалом, перлит является абсолютно экологически безопасным, не выделяя никаких веществ, опасных для окружающей среды или здоровья человека.

Все эти свойства обусловили широкое применение перлитовых материалов в различных отраслях хозяйства: строительстве, химической промышленности, пищевой промышленности, металлургии, сельском хозяйстве.

Успешно используются перлиты при ликвидации последствий экологических катастроф, для очистки поверхности воды, для фильтрации сточных вод и очистки воды, потребляемой человеком и т. д.

Однако, говорить только о достоинствах материала, ни словом не упомянув о его недостатках, было бы в корне не правильно. Тем более что существенных недостатков у этого природного материала не так уж и много. Основным из них является возникновение при работе с перлитом, особенно связанной с механическим воздействием на материал, мелкой алюмосиликатной пыли, которая может оказать существенное негативное влияние на здоровье человека.

Остальные недостатки материала правильнее будет отнести к косности человеческого мышления.

В первую очередь стоит сказать о том, что перлит как отличный материал используется уже более полувека, популярность его, особенно у отечественного потребителя еще не так велика. Отсюда и некоторая дороговизна материалов и трудности с приобретением их в некоторых регионах.

Вторым «человеческим» недостатком перлита можно считать то, что некоторые предприимчивые дельцы, движимые жаждой заработка любой

ценой, предлагают под видом перлитов нечто, совершенно к ним не относящееся и, соответственно, лишенное всех преимуществ этого поистине замечательного материала. Меня заинтересовал вопрос изготовления теплоизоляционного материала из перлита в виде жестких плит, так как мне кажется это самым функциональным.

В лаборатории строительного материаловедения СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова нами были проведены предварительные эксперименты по возможному использованию вспученного перлита для получения теплоизоляционного материала в виде мини-образцов для утепления плоских поверхностей.

В предварительном экспериментальном подборе были использованы: продукция ООО «Белперлит» г. Белореченск — вспученный перлит из вторичного, в геологическом плане, перлитового сырья ТУ 5712-001-73200190-2006, смола, ацетон.

Для получения образцов первой партии использовали перлит «Арго» (крупный) фракционный состав 1,25—2,5 (состав 1) и перлит средний фракционный состав 0,16—1,25 (состав 2). Процентное содержание вспученного перлита по отношению к связующему составляло 37—27 %.

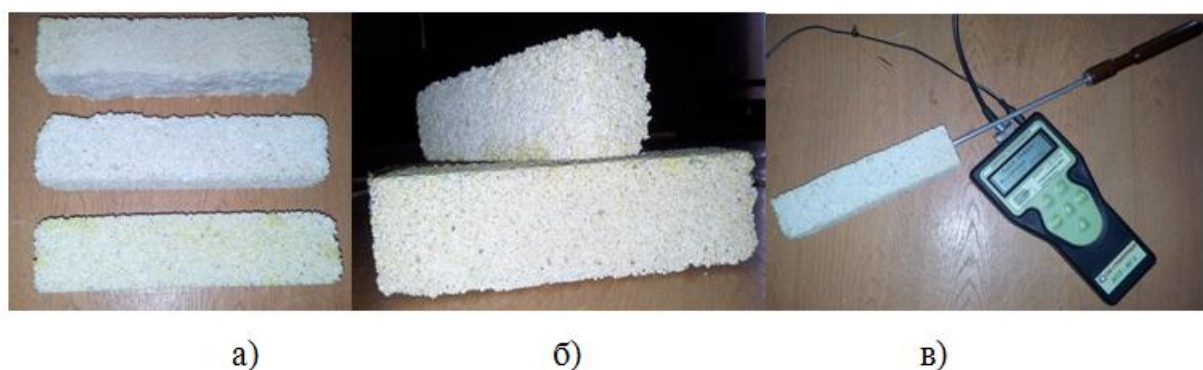


Рисунок 1. а) образцы состава 1, б) образцы состава 2, в) зондовый метод определения теплопроводности

Из экспериментальных смесей были изготовлены образцы размером 40x40x160 мм, (рис. 1а) которые в результате испытаний показали физико-механические свойства представленные в таб. 1

Таблица 1.

Результаты испытаний образцов первой партии

№ п/п	Состав	Средняя плотность серии образцов $\rho_{\text{ср}}$ кг/м ³	Водопоглощение W%	Теплопроводность λ [Вт/(м* °С)]	Предел прочности при сжатии $R_{\text{сж}}$ кг/м ²
1	№ 1	42,0	42,0	0,045	24
2	№ 2	39,7	53,6	0,042	13

В дальнейших экспериментах мы пошли по пути снижения средней плотности и изготовили образцы из смеси трех составов, в которых перлитовая составляющая колебалась от 47 до 53 % (рис. 1б)

Испытанные образцы показали физико-механические свойства, представленные в таблице 2

Таблица 2.

Результаты испытаний образцов второй партии

№ п/п	Состав	Средняя плотность серии образцов $\rho_{\text{ср}}$ кг/м ³	Водопоглощение W%	Теплопроводность λ [Вт/(м* °С)]	Предел прочности при сжатии $R_{\text{сж}}$ кг/м ²
1	№ 1	24,9	71,4	0,039	5,6
2	№ 2	24,5	83,3	0,036	4,4
3	№ 3	22,5	150	0,032	3,0

Определение теплопроводности экспериментальных образцов проводилось зондовым методом с помощью прибора ИТП-МГ-4 (рис. 1в)

Полученные результаты подтверждают целесообразность исследований по всестороннему использованию вспученного перлита с различными видами связующего в качестве теплоизоляционного материала, как в рыхлом виде, так и в виде изделий различной формы. Актуальным так же является выбор вида связующего удовлетворяющего необходимым требованиям по техническим и экономическим параметрам.

Список литературы:

1. Горетый В.В. Энциклопедия знаний // Вспученный перлит: сайт. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.pandia.ru/793609/> (дата обращения 6.03.14).
2. Курбатов В.Л., Теличко А.В. Отечественные и зарубежные материалы и изделия из вспученного перлита: сборник научных докладов № 18 XVIII-й Юбилейной международной научно-практической конференции, 2013. — 203 с.
3. Отходы производства щебня и песка из перлитов в качестве заполнителей для бетонов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://otherreferats.allbest.ru/construction/00119846_0.html (дата обращения: 7.03.14).

ЛИЦО СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПОД МАСКОЙ РЕКЛАМНОЙ ПРОПАГАНДЫ

Сумченко Ирина Анатольевна

*студент 2 курса, кафедра дизайна, ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК,
РФ, г. Орел*

E-mail: iriskasumchenko@mail.ru

Бакалдина Галина Витальевна

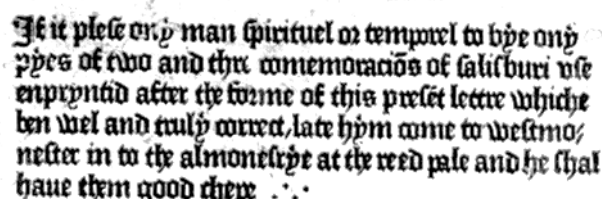
*научный руководитель, канд. пед. наук, доцент,
ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК,
РФ, г. Орел*

За последние десятилетия человечество сделало твердые и достаточно уверенные шаги в модернизации окружающей среды и общественной идеологии. Трудно назвать область, которая не была подвержена изменениям и критическому анализу. Ученые пытаются создать формулу выгодного сочетания опыта прошлого и концептуальности будущего. К сожалению, до сих пор не был найден баланс, так как в процессе совершенствования приходится частично отвергать старое из-за отсутствия актуальности, но не все новое идеально, оно влечет за собой противоречия, а порой и серьезные проблемы, иллюзорно прикрытые коммерцией и пропагандой. Одной из таких проблем стало взаимное существование архитектуры и рекламы, которые всегда готовы к сотрудничеству, но когда дело касается первенства, они не готовы идти на компромисс.

Априори архитектура считалась самым авторитетным видом искусств ввиду многовековой истории и монументальности вклада в облик окружающей среды. Андрей Владимирович Иконников, российский теоретик, историк архитектуры определял её как: «...не только искусство строить, это система материальных структур, формирующая пространственную среду для жизни и деятельности людей...» [2, с. 5] Архитектура должна удовлетворять всю широту потребностей человека и общества — как материальных, так и духовных». Стоит упомянуть о моральном аспекте в этой области искусств. Архитектура является древнейшим архивом истории развития

человеческого сознания, зарождения системы ценностей, основанных на философских воззрениях, мифологии, культуре искусстве отдельных стран, чей опыт воплотился в памятниках архитектуры малых и монументальных форм. Формирование пространства подчинялось принципу гармоничного и системного расположения основных и дополнительных элементов — декора. Именно это стало первой предпосылкой спора архитектуры и рекламы, ставшей своеобразным декором как внешнего, так и внутреннего пространства.

Реклама — понятие достаточно современное, да и сам термин появился относительно недавно, однако её истоки находятся за пределами нашей эры. Тогда реклама еще не участвовала в борьбе за лидерство, она довольствовалась второстепенными ролями. Первый артефакт был найден при раскопках древнего Египта, это была надпись, высеченная на камне следующего содержания: «Я, Рино с острова Крит, по воле богов толкую сновидения» [3]. Ученые полагают, что на возникновение рекламы повлияло развитие письменности и торговли, о чем свидетельствуют рисунки на скалах вдоль торговых путей. Подобные надписи были найдены в Риме и Греции. Технология исполнения развивалась, как и укреплялось понимание необходимости психологического влияния на покупателя. Книгопечатанье явилось революцией в области наружной рекламы. 1450 г. ознаменовался изобретением печатного станка, запустившего механизм развития средств массовой информации. В 1472 году появляется первое рекламное объявление на двери лондонского храма о продаже молитвенника.



If it plese any man spirituel or temporel to bye any pypes of rivo and thre comemoraciōs of salisbury use enprinted after the forme of this prelat lettre whiche ben wel and truly correct, late hym come to westminster in to the almoner's chepe at the reed pale and he shal haue them good chepe . . .

Supplicatio sicut cedula

Рисунок 1. Первое рекламное объявление на двери лондонского храма о продаже молитвенника

Волна листовок и афиш захлестнула всю Европу. Новым рывком в светлое будущее стало создание в 1729 году в США издания «Газетт», опубликовавшего огромную порцию рекламы для жаждущих аудитории. Затем индустриальная революция в Англии подарила миру фотографию (1839) и телеграф (1884) — отличные агенты рекламного бизнеса. Закрепился успех созданием первого в мире рекламного агентства «Айер и сын» (1890) в Филадельфии.

Настоящей бомбой в рекламной индустрии стал «поп-арт» (популярное искусство), возникший в 1950—1960 годы в США и Великобритании в период «американского общества потребления». Его сторонники выступали с протестом против абстрактной живописи, которую считали чрезмерно элитарной и труднодоступной для понимания масс. Они старались создать антиискусство, где основной являлась сфера потребления. Источником вдохновения дизайнеров стали ординарные, обыденные предметы, комиксы, составляли коллажи поражающего, а иногда даже абсурдного содержания. Однако нельзя однозначно причислять «Поп-арт» к виду низменных искусств, так как он был общепринятой идеологией молодежи 60-х годов. Появилась новая философия в области промышленности и дизайна: «Сегодня использовал — завтра выбросил» [6, с. 226]. Художники и дизайнеры стремились сократить дистанцию между искусством и массами, пытались вовлечь их в свой творческий процесс. Работая как тонкие психологи, они разработали беспроектную стратегию маркетинга собственного продукта: современный дизайн, отвечающей моде и прогрессу, дешевые товары с низким качеством, экспрессивная подача. Рекламная сфера и по сей день использует уловки «Поп-арта», балансируя на грани с абсурдом и назойливостью.



Рисунок 2. Рой Лихтенштейн. М-может быть. 1965 г.; Энди Уорхол. Банка с супом Кэмпбелл

Современным генератором рекламных идей является США, насчитывающий более 6000 рекламных агентств.

Что касается развития рекламы в России, то в ходу была потешная устная реклама времени купечества (X—XI вв.), извещавшая о наличии и качестве товара. Так же заметный вклад внесли картинки — лубки XVII в., как пример графической рекламы. В XIX веке появляется реклама на круглых тумбах, и начинает свое развитие наружная реклама: на транспорте, листовки, прејскуранты, календари, газеты «Нижегородская ярмарка», «Торговля», «Деловой бизнесмен». Революционный 1917 год переориентировал цели задачи рекламы: наблюдается её монополизация государством, что связывает руки предпринимателям, рекламная власть отныне принадлежала Совету рабочих Советского правительства.

В период НЭПа огромными темпами стала развиваться наружная реклама. Заметным новшеством того времени стали плакаты В. Маяковского. С помощью графики он также талантливо обличал суть вещей, как делал это словом, будучи известным поэтом.



Рисунок 3. В. Маяковский, А. Родченко, 1923 г.; В. Маяковский, А. Родченко, 1925 г.

Но даже тогда, реклама не могла претендовать на роль первой скрипки в системе искусств, так как советская идеология считала её средством обмана и пропаганды. Особенно популярной была критика рекламы из энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона [11].

Заметные коррективы внесла рыночная экономика, именно это момент можно считать отправной точкой в борьбе рекламы и архитектуры. Теперь она была не просто декором, а сочетанием выразительности и психологического стимула.

Характерной чертой становится проникновение зарубежной рекламы на российский рынок, которая была выразительнее и информативнее, чем отечественная.

Современная российская реклама более приближена к европейскому образцу, нежели советская. Появляются новые предприятия и агентства, увеличивается количество клиентов, следовательно, рынок растет. Заметно расширились границы творческого потенциала, создаются новые маркетинговые теории и методики, внедряются концептуальные разработки в области IT и цифрового программирования. Благодаря креативности и фантазии дизайнеров, реклама проникает даже в самые труднодоступные места.

Здесь и возникает спор архитектуры и рекламы. Суть проблемы в том, что архитектура, некогда диктовавшая облик ландшафта, теперь становится лишь фоном, а проектирование сводится к примитивному строительству. Изучая «противостояние» архитектуры и рекламы, ученые выделили три формы их взаимного существования.

Тектоничный принцип возник в период классического конструктивизма 1920-х годов. Над гармоничным союзом внешнего облика зданий активно работали А. Родченко и В. Маяковский — советские реклам-конструкторы. Основной задачей они ставили создание четких, ярких форм графики и текста, обогащающих архитектурную ситуацию, придающих композиционную стройность и выразительность. В тектоничной организации фасада превалирует архитектура, в то время как реклама деликатно вписывается в рамки фасадной организации. Примерами данного тектоничного решения являются здания: ГУМа, Мосполиграфа, Резинотреста, Моссельпрома и др..

Атектоничный принцип организации обязан своим появлением представителю западного постмодернизма Роберту Вентури. В своих научных трудах он призывает к отказу от старых консервативных традиций архитектуры и направляет вектор творческого развития в область коммерческой архитектуры, разбавленной декором и рекламной символикой. В книге «Сложности и противоречия» он так комментирует данный аспект: «Архитекторы могут оплакивать или пытаться игнорировать их или даже упразднить их (элементы декора), но они не исчезнут. Они не уйдут надолго, потому что архитекторам нечем заменить их» [8]. Цитата из второй его книги «Уроки Лас-Вегаса»: «раз меломан может наслаждаться музыкой Скарлатти и "Битлз", то почему надо пренебрегать поп-архитектурой и презирать американские провинциальные города с их нелепыми казино, дикой рекламой и чудовищными автостоянками...» [4]. Данное высказывание дает понять, что суть атектоничного проектирования в акценте на рекламу, которая может грамотно подстроиться под архитектуру здания, в некоторых ситуациях даже улучшить её. Однако, это возможно при достаточно умелом авторском

исполнении, в противном случае от архитектуры не остается ни физической привлекательности и тем более нравственного и интеллектуального замысла.

Последний принцип организации — радикальный. Он отличается авторитетом рекламных конструкций над тектоникой здания, диктует ей собственные правила существования. Таким образом, архитектура сливается с рекламой, если не становится ею. Это может означать только одно, что в этой ситуации архитектуре нет смысла развиваться, в конечном счете, это обернется забвением трудов многих поколений архитекторов и бесперспективностью дальнейшего её развития. Я считаю, что самым красноречивым примером является ситуация рекламного рейда городского ландшафта Москвы, где большинство зданий и построек скрыты под тентами, баннерами, вывесками и плакатами различных компаний, предприятий и корпораций. Самые яркие споры, преданные огласке это разбирательством с компанией SAMSUNG, чья реклама была демонтирована со здания Российской государственной библиотеки в центре Москвы и News Outdoor, которая занимала внушительную площадь и скрывала облик архитектурного пространства. Так же была запрещена реклама на фасадах домов и строительных сетках. Сергей Собянин комментировал это решение в 2011 году так: «Мы запрещаем размещение рекламы на сетках на фасадах зданий» [7], — сказал он. Реклама на крупноформатных плоскостных панно «уродует здания, закрывает свет жителям, не приносят никаких доходов в бюджет, добавил он. На данный момент ситуация в корне не изменилась, но были приняты новые правила размещения рекламы на фасадах, которые будут актуальными с 01.05. 2014 года до 01.07.2016 года, уже убрано 40 тысяч рекламных конструкций разного формата и содержания.



Рисунок 4. Реклама SAMSUNG на крыше здания библиотеки им. Ленина



Рисунок 5. Реклама News Outdoor на месте бывшей гостиницы «Россия»

На наш взгляд, главное противоречие рекламы и архитектуры не столько в том, что фасад зданий меркнет под давлением многочисленных баннеров и плакатов, сколько в безвкусице художественного языка рекламы. На сегодняшний день реклама стала показателем развитости и ухоженности облика современного города. Во многих странах Европы она выполнена искусно и креативно, без вреда архитектуре. Наружная реклама становится визитной карточкой Таймс-Сквер в Нью-Йорке, в Париже, где она находится под самым строгим контролем, но выполнена с соблюдением художественного достоинства. Существует реклама, основанная на эстетике архитектурных направлений: метро в Париже с вывесками в стиле ар-нуво, пражские ставни, австрийские кронштейны, металлические вывески и литеры.



Рисунок 6. Таймс-Сквер; Метро в стиле ар-нуво в Париже



Рисунок 7. Ставни в Праге Рекламные кронштейны в Австрии

В заключении хотелось бы сказать, что проблема взаимодействия рекламы и архитектуры стремительно перемещается из области искусства в область политики и экономики, где принципы эстетического достоинства не актуальны, это игра по новым, жестким правилам. Хенрик Ягодзиньский (сатирик) завещал нам: реклама — двигатель торговли..., а это значит, что реклама есть и будет, пока это кому-то выгодно. Единственный способ умерить пыл рекламного хаоса — это рациональное решение её размещения, основанное на нормативном стандарте и эстетически достойный подход к её художественному содержанию.

Список литературы:

1. Вступили в силу новые правила размещения вывесок в столице. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: /<http://www.m24.ru/articles/33535> (дата обращения 10.03.2014).
2. Иконников А.В. Архитектура Москвы. XX век. М.: Моск.рабочий, 1984. — 222 с.
3. История зарубежной рекламы. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: / <http://kreativ-ltd.ru/index.php/istoriya-i-fakty/istoriya-reklamy> (дата обращения 10.03.2014).
4. Кабанова О. Уроки Лас-Вегаса выучены, пора о них забыть. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: /<http://kommersant.ru/doc/112853> (дата обращения 10.03.2014).
5. Лаврентьев А. Лаборатория конструктивизма. Опыты графического моделирования. Учебно-методическое пособие по истории графического дизайна. М.: Грантъ, 2000 г. — 256 с.
6. Михайлов С.М. История дизайна. Том 2. М.: «Союз Дизайнеров России», 2004. — 393 с.
7. Новый В., Матвеева А. Миллиард соскребли со стен. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: /<http://www.gazeta.ru/business/2011/05/31/3634017.shtml> (дата обращения 10.03.2014).
8. Постмодернизм. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: /http://www.zdaniya.ru/TermsP5/p2_articleid/2359 (дата обращения 10.03.2014).
9. Рекламу Samsung демонтируют с крыши Библиотеки имени Ленина. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: /<http://mosday.ru/news/item.php?145437> (дата обращения 10.03.2014).
10. Самая большая реклама в Москве снята властями. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: /<http://www.omn.ru/?p=15048> (дата обращения 10.03.2014).
11. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: / <http://bibliotekar.ru/ber/118.htm/> (дата обращения 10.03.2014).

РАСЧЕТ МЕМБРАННО-ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЁТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ФАКТОРОВ

Толеков Мовлит Абдулгафурович

*студент 3 курса, транспортное строительство, СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

E-mail: movlit_tolekov@rambler.ru

Ким Алексей Юрьевич

*научный руководитель, д-р техн. наук, профессор, САДИ,
СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

Статья посвящена ознакомлению специалистов с разработанной автором новой методикой расчета мембранно-пневматических сооружений с учетом нелинейных факторов, позволяющей учесть упругие свойства воздуха в пневмополостях.

Автором статьи совместно со своим научным руководителем профессором кафедры ТСК Кимом А.Ю. принимал участие в разработке ряда воздухоопорных (рис. 1) и линзообразных мембранно-пневматических сооружений спортивного назначения, обладающих высокими технико-экономическими показателями [1, 2, 3, 4, 5, 6]

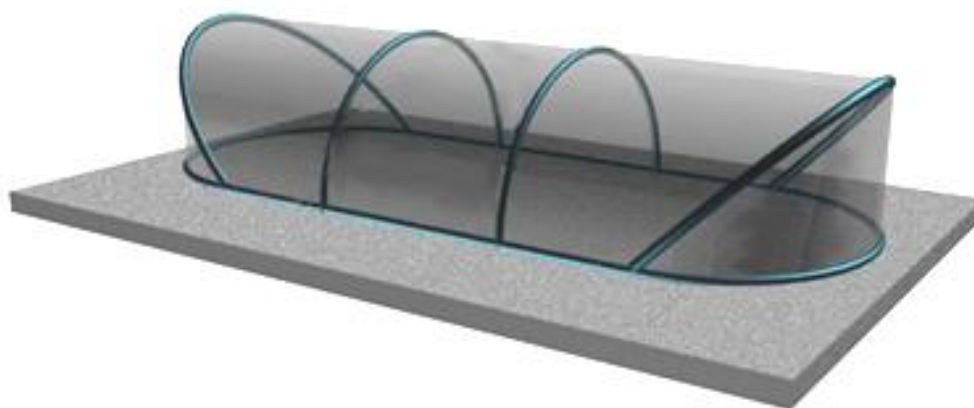


Рисунок 1. Мембранно-каркасное пневматическое сооружение

Учитывая экономический кризис, который охватил весь мир, разработка новых видов пневматических сооружений и их разновидности линзообразных

сооружений, которые характеризуются экономической эффективностью по сравнению с традиционными, являются очень актуальными.

Со дня своего появления в 1949 году пневматические сооружения получили большое развитие как складские, спортивные, а также предназначенные для нужд МЧС и госпиталей. В настоящее время таких сооружений на всех континентах, включая Антарктиду. Развитие строительства с учетом современных достижений требует повышения эффективности сооружений при экономии затрат за счёт внедрения прогрессивных конструкций и улучшения эксплуатационных качеств.

Мембранно-пневматические системы, как показал международный опыт строительства сооружений в течение последних десятилетий, относятся к прогрессивным конструкциям. Это облегчённые большепролетные системы сооружений, которые всё чаще возводятся в мире. Теория расчета таких сооружений находится ещё в стадии разработки.

Современное пневматическое сооружение обычно содержит воздуходувный вентилятор, который может быть совмещён с теплогенератором, шлюзы и гибкую оболочку, образующую полость с избыточным давлением воздуха (рис. 2).

В линзообразных пневматических покрытиях сооружений наличие воздуходувной машины также обязательно. Обычно это работающий от щелочного аккумулятора центробежный вентилятор, который служит для периодической подкачки воздуха в герметически замкнутую полость покрытия. В отличие от воздухоопорных сооружений, в которых избыточное давление воздуха создается в помещении между оболочкой и полом, линзообразные сооружения не требуют герметизации внутреннего помещения и устройства шлюзов. Мембраны покрытия могут быть изготовлены из металла или из синтетического светопрозрачного материала [7].

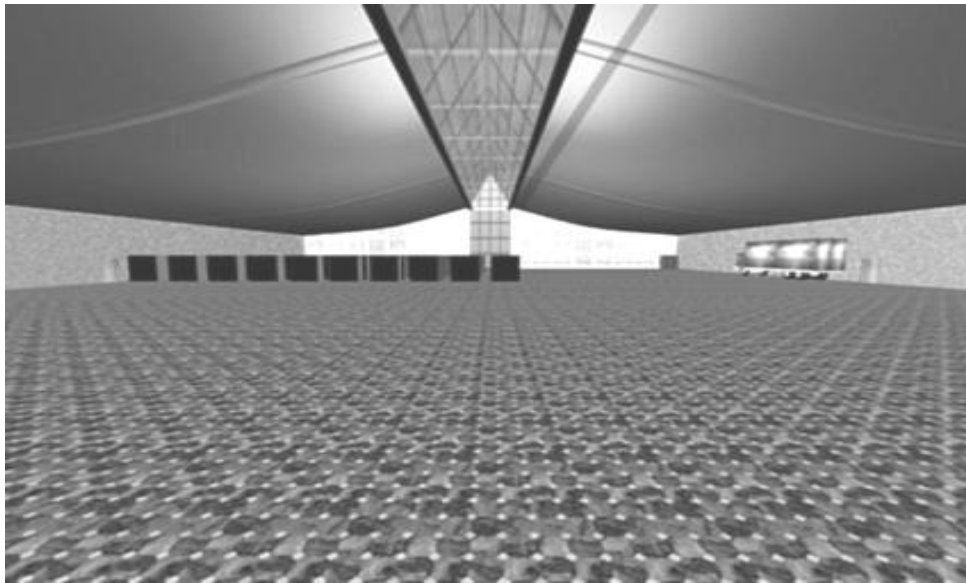


Рисунок 2. Интерьер пневматического сооружения с линзообразным покрытием

Теория расчета мембранно-пневматических систем в настоящее время разрабатывается во многих странах мира. Разработке методик статического и динамического расчета мембранно-пневматических систем с учётом нелинейных факторов и упругости закаченного в замкнутую полость воздуха, посвящены многие работы многих отечественных исследователей [2, 3, 4, 5, 6]. При этом автор статьи совместно со своим научным руководителем применяет для расчета метод последовательных приращений параметров с поэтапным применением метода конечных элементов.

Метод последовательных приращений параметров с поэтапным применением метода конечных элементов позволяет исследовать на ЭВМ произвольные мембранно-пневматические системы при варьировании различных параметров.

Исследуемая мембранно-пневматическая система может содержать шарнирно-стержневые, балочные, вантовые, мембранные и другие конечные элементы (рис. 3, 4).

На конечной монтажной стадии система определена, усилия в её элементах соответствуют равновесному состоянию, система обладает достаточной несущей способностью. На стадии эксплуатации к системе могут быть

приложены пневматическая нагрузка, силовая нагрузка, температурное воздействие и кинематическое воздействие в любых сочетаниях.



Рисунок 3. Теплица (Россия, Ленинградская область)



Рисунок 4. Павильон США 140 м x 80 м на ЭКСПО-70 (Япония)

На каждом шаге приращения параметров с помощью матрицы связанности узлов формируется исходная система поэтапно линеаризованных алгебраических уравнений:

$$[r_{ab}] \eta = (R_a), \quad (1)$$

где: r_{ab} — глобальная матрица жесткости системы;

η — матрица-столбец искомых перемещений;

(R_a) — матрица-столбец свободных членов.

Порядок матрицы $[r_{ab}]$ равен $N = 3K - d$, где d — количество заданных опорных связей закрепленных узлов системы.

Каждый элемент матриц-столбцов искомых перемещений η_b и свободных членов R_a в свою очередь состоит из подматриц-столбцов

$$\eta_b = (u_{nb}, v_{nb}, w_{nb})^T, R_a = (-R_{ax}, -R_{ay}, -R_{az})^T, \quad (2)$$

где: u_{nb}, v_{nb}, w_{nb} — приращения перемещений узла b на текущем шаге в направлении координатных осей x, y и z , а R_{ax}, R_{ay}, R_{az} — реакции в наложенных на узел a связях по направлению соответствующих осей от заданного нагрузочного воздействия.

При переходе от нумерации узлов к глобальной нумерации наложенных на систему связей учитываем зависимости: $i = 3a - 2, k = 3b - 2$.

Индексам ax, ay и az соответствуют индексы $i, i+1, i+2$, а индексам

b_x, b_y, b_z — индексы $k, k+1, k+2$.

Вычислив коэффициенты системы уравнений (1) при $a = 1, \bar{K}$,

в соответствии с номерами узлов системы формируем разрешающую систему уравнений метода конечных элементов

$$[r_{ik}] \bar{x}_k = (R_i), i = 1, \bar{K}; k = 1, \bar{K}, \quad (3)$$

в соответствии с глобальной нумерацией наложенных на систему связей.

Решая систему уравнений (3), находим искомые перемещения x_k и распределяем их по узлам системы, т. е. определяем узловые перемещения u_{na}, v_{na} и w_{na} , полученные системой на шаге n по направлению осей x, y и z .

Далее определяем приращение продольного усилия ΔN_{ab} в каждом стержне ab на шаге n . Значения координат узлов системы x_a, y_a, z_a в конце n -го шага варьирования параметров определяются по формулам

$$x_{n+1,a} = x_{na} + u_{na}; \quad y_{n+1,a} = y_{na} + v_{na}; \quad z_{n+1,a} = z_{na} + w_{na}. \quad (4)$$

При расчете мембранно-пневматических систем научный руководитель автора статьи предложил учитывать упругие свойства воздуха, закаченного в герметически замкнутую полость сооружения, т. е. учитывать влияние на давление p_n упругих перемещений поясов линзообразного покрытия. При этом приращение объема пневмолинзы ΔV определяется в зависимости от давления P и температуры T воздуха в замкнутой полости пневмолинзы.

Из универсального уравнения состояния газа

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{PV}{T} \quad (5)$$

объединяющего известные законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака, в котором параметры P_1, V_1, T_1 характеризуют систему на конечной стадии монтажа, с учетом зависимостей

$$P = P_1 + \Delta P, \quad V = V_1 + \Delta V, \quad T = T_1 + \Delta T,$$

находим, что

$$\Delta P = \frac{P}{T} \Delta T - \frac{P_1}{V} \Delta V, \quad (6)$$

Вычисляем приращение объема ΔV замкнутой полости в зависимости от вертикальных прогибов поясов покрытия на произвольном шаге n нагружения системы.

Полагая

$$\Delta P = p_n, \Delta V = \Delta V_n, \Delta T = \Delta T_n, P = P^0, V = V^0, T = T^0, \quad (7)$$

где P^0, V^0, T^0 характеризуют невозмущенное состояние системы на текущем шаге n , т. е.

$$\begin{aligned} T^0 &= T_1 + \sum_{r=1}^{n-1} T_r + 0,5\Delta T_n^{(c-1)} \\ P^0 &= P_1 + \sum_{r=1}^{n-1} p_r + 0,5p_n^{(c-1)}, \quad V^0 = V_1 + \sum_{r=1}^{n-1} V_r + 0,5\Delta V_n^{(c-1)}, \\ T^0 &= T_1 + \sum_{r=1}^{n-1} T_r + 0,5\Delta T_n^{(c-1)}, \end{aligned} \quad (8)$$

выражаем приращение давления в замкнутой полости на шаге n через приращения на шаге n температуры ΔT_n и объема ΔV_n замкнутой полости

$$\Delta P_n^{(c)} = p_n^{(c)} = \frac{P^0}{T^0} \Delta T_n - \frac{P_1}{V^0} \Delta V_n \quad (9)$$

Список литературы:

1. Ермолов В.В. Воздухоопорные здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1980. — 304 с.
2. Ким А.Ю. Патент РФ № 2095534 от 10.11.1997 г. Мембранно-каркасное пневматическое сооружение. РОСПАТЕНТ РФ, Москва, 1997. — 16 с.
3. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов. Книга 1. Континуальные расчетные схемы. Саратовский государственный аграрный университет, Саратов, 2000. — 198 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 24.04.00 № 1148-В2000.

4. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов. Книга 2. Дискретные расчетные схемы. СГАУ, Саратов, 2000. — 129 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 29.05.00 № 1547-B2000.
5. Ким А.Ю. Численное исследование нелинейных мембранно-пневматических систем. СГАУ, Саратов, 2001. — 263 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 28.04.01 № 1122-B2001.
6. Ким А.Ю., Нургазиев Р.Б. Расчёт пространственных мембранно-стержневых систем. СГАУ, Саратов, 2001. — 201 с. Книга депонирована в ВИНТИ РАН 31.08.01 № 1916-B2001.
7. Ким А.Ю. Статический и динамический расчёт воздухоопорных и линзообразных мембранно-пневматических систем. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Монография деп. в ВИНТИ РАН № 909 — В2003 от 12.05.03. — 308 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО МЕМБРАННО-ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ

Толеков Мовлит Абдулгафурович

студент 3 курса, САДИ, СГТУ имени Гагарина Ю.А.,

РФ, г. Саратов

E-mail: movlit_tolekov@rambler.ru

Ким Алексей Юрьевич

научный руководитель, д-р техн. наук, профессор, ТСК,

СГТУ имени Гагарина Ю.А.,

РФ, г. Саратов

Автором статьи вместе со своим научным руководителем профессором кафедры ТСК Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. провел экспериментальное и теоретическое исследование воздухоопорных и линзообразных мембранно-пневматических сооружений универсального назначения, обладающих высокими технико-экономическими показателями.

Численное исследование различных видов линзообразных сооружений было проведено по программе, составленной на языке Visual Basic [3, 4].

Данные численного исследования были сопоставлены с экспериментальными данными, которые были получены научным руководителем автора статьи на модели пневматического линзообразного сооружения изготовленного в масштабе 1 к 100. Эти экспериментальные исследования были проведены в лаборатории кафедры «Теоретическая механика и ТММ» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова.

Учитывая экономический кризис, который охватил весь мир, разработка новых видов пневматических сооружений и их разновидности линзообразных сооружений, которые характеризуются экономической эффективностью по сравнению с традиционными, являются очень актуальными.

Со дня своего появления в 1949 году пневматические сооружения получили большое развитие как складские, спортивные, а также предназна-

ченные для нужд МЧС и госпиталей. В настоящее время таких сооружений на всех континентах, включая Антарктиду [7].

Ученые США на станции Литл Америка по заказу NASA испытывают с 2008 года пневматическое сооружение на действие низких температур. Развитие строительства с учетом современных достижений требует повышения эффективности сооружений при экономии затрат за счёт внедрения прогрессивных конструкций и улучшения эксплуатационных качеств.

Мембранно-пневматические системы, как показал международный опыт строительства сооружений в течение последних десятилетий, относятся к прогрессивным конструкциям. Это облегчённые большепролетные системы сооружений, которые всё чаще возводятся в мире. Теория расчета таких сооружений находится ещё в стадии разработки. Сложилась ситуация, в которой, с одной стороны, ощущается необходимость в создании облегчённых и экономичных большепролётных сооружений для промышленности, сельского хозяйства, министерства обороны, МЧС и так далее, а, с другой стороны, несмотря на успехи и значительную работу, проделанную учёными в области проектирования таких сооружений, проявляется несовершенство теории расчёта, а именно: недостаточная разработка способов расчёта пространственных мембранно-пневматических систем; необходимость учёта упругих свойств воздуха в пневматических полостях сооружений; потребность в учёте геометрической, физической и конструктивной нелинейности систем.

Стоимость линзообразных мембранно-пневматических сооружений примерно на 20 % превышает стоимость аналогичных воздухоопорных сооружений, которая, по данным американской фирмы “Эйртех”, колеблется в зависимости от размеров сооружения и составляет от 30 до 15 долларов на кв. м, падая с увеличением пролетов. При прочих равных условиях стоимость пневматических сооружений примерно в два-три раза ниже стоимости традиционных сооружений. Уменьшение же нагрузки на пневматические покрытия за счёт принудительного таяния снега снижает стоимость пневматических покрытий в пять раз и более [5].

Эксплуатационные расходы складываются из стоимости электроэнергии, затрачиваемой на поддержание избыточного давления воздуха в замкнутой полости пневматического сооружения и стоимости топлива на обогрев помещений в холодное время года. В первом случае расходы составляют несколько сотен долларов в год, во втором случае — несколько тысяч долларов.

Строительство пневматических сооружений в Европе отстаёт от их строительства в США и Японии. Например, в 2011 году мембранно-пневматических сооружений (теннисных кортов, складов, выставочных павильонов, спортивных комплексов, бассейнов и т. д.) построено: в Голландии — 56, в Германии — 41, во Франции — 12, в Великобритании — 7, и в Бельгии — 6 сооружений и т. д.

В России в 2011 году построены несколько больших теннисных кортов размерами в плане 48 х 36 м в Москве, Сочи и Санкт-Петербурге, и один в Ханты-Мансийске — 72 х 36 м. На рис. 1 показан интерьер такого пневматического сооружения спортивного назначения.

В настоящее время в России имеется несколько предприятий, выпускающих мембранно-пневматические сооружения:

1. ОАО «Ярославрезинотехника», выпускающее пневмокаркасные сооружения модульного типа для МЧС;

2. Уфимский завод эластомерных конструкций, выпускающий пневмокаркасные быстровозводимые модули и воздухоопорные сооружения с металлокаркасом;

3. Московская фирма «ГлавВоздухСтрой», строящая мембранно-пневматические сооружения;

4. Московская фирма «Центр развития спортивных технологий», возводящая воздухоопорные и мембранно-пневматические сооружения.

При этом цены на воздухоопорные сооружения летом 2012 г. были следующими:

1. размеры: 19 х 35 х 7 м, цена — 57280 дол. США;

2. размеры: 35 х 50 х 10,5 м, цена — 85420 дол. США;

3. размеры: 35 x 65 x 10,5 м, цена — 108520 дол. США.

В середине 70 годов прошлого века сложилась следующая статистика областей применения пневматических сооружений в СССР: складские помещения — 55 %, спортивные сооружения — 25 %, выставочные павильоны и укрытия строительных площадок — 15 %, военные объекты — 5 %.

Главными свойствами пневматических конструкций стали быстрота их монтажа и демонтажа, без учета времени, необходимого для расчистки и планировки площадки; монтаж пневматического здания можно произвести за несколько часов. Их транспортабельность и мобильность дают возможность за один день разобрать сооружение, перебросить на машинах за сотни километров и снова возвести его.

Многооборачиваемость, благодаря полному заводскому изготовлению и полной комплектации сооружения, способствует тому, что данное сооружение может быть использовано многократно, практически сотни раз.

Одно из главных достоинств пневматических сооружений — возможность перекрытия больших пролетов за короткий срок. Например, современные материалы позволяют возвести купол диаметром до 75 м для хранения боевой техники или техники МЧС или для размещения небольшого ремонтного завода в боевых условиях в течение одного дня.

За последние 20 лет возросла долговечность пневматических конструкций. В настоящее время изготавливаются пневматические сооружения, где силовой основой оболочки служит стеклянное волокно с тефлоновым покрытием. Срок службы такого сооружения составляет 25 лет. За это время пневматическое сооружение обычно окупает себя несколько раз.

Современное воздухоопорное пневматическое сооружение обычно содержит воздуходувный вентилятор, который может быть совмещён с теплогенератором, шлюзы и гибкую оболочку, закреплённую по контуру и образующую полость с избыточным давлением воздуха.

В линзообразных пневматических покрытиях сооружений наличие воздуходувной машины также обязательно. Обычно это работающий

от щелочного аккумулятора центробежный вентилятор, который служит для периодической подкачки воздуха в герметически замкнутую полость покрытия. В отличие от воздухоопорных сооружений, в которых избыточное давление воздуха создается в помещении между оболочкой и полом, линзообразные сооружения не требуют герметизации внутреннего помещения и устройства шлюзов. Мембраны покрытия могут быть изготовлены из металла или из синтетического светопрозрачного материала [1].

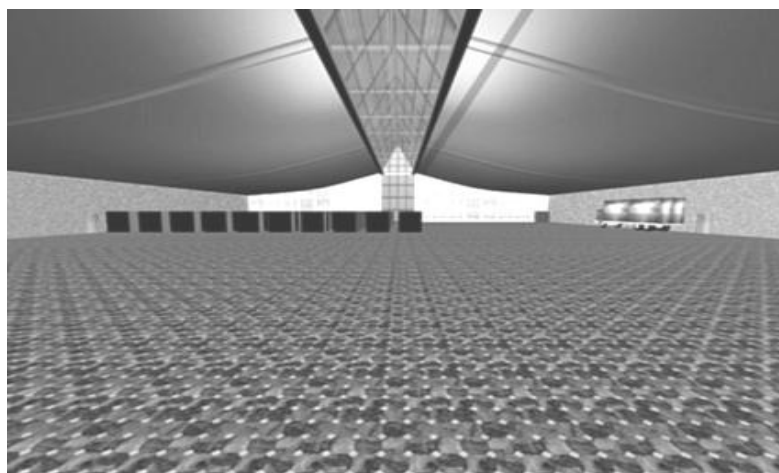


Рисунок 1. Интерьер пневматического сооружения с линзообразным покрытием

Проведённое авторами статьи исследование статической работы линзообразного мембранно-пневматических сооружений на модели (рис. 2, 3) базируется на теории подобия [2, 6].

Подобие объектов соблюдается лишь при взаимосвязи между значениями соответствующих масштабов и физических величин. Если система уравнений равновесия, описывающая работу сооружения, составлена, то условия подобия сооружения и модели могут быть получены наиболее корректным путем — методом критериального анализа размерности уравнений. Для получения условий подобия объектов авторами из физических величин уравнений равновесия составлены безразмерные комплексы. Сочетание величин, образующих безразмерный комплекс, позволило получить критерии подобия. Необходимым же условием моделирования работы сооружения является

соблюдение всех критериев подобия, полученных на основе анализа размерности уравнений.

Принимая за натурное сооружение типичное линзообразное мембранно-пневматическое покрытие с мембранами, выполненными из стеклоткани с тефлоновым покрытием, по критериям подобия находим, что соответствующая модель покрытия может быть выполнена с мембранами из плёнки ПВХ.

При размерах покрытия сооружения в плане $210 * 70$ м модель покрытия имеет размеры в плане $2,10 * 0,70$ м. Масштаб изменения геометрических размеров реального сооружения составляет для модели 1:100.

Собственный вес и внешние нагрузки на верхнюю и нижнюю мембраны модели находятся в тех же пропорциях, что и в реальном сооружении. Соотношение жесткостей мембран сооружения и модели равно соотношению величин соответствующих пролетов. Интенсивность внешней вертикальной нагрузки и интенсивность избыточного давления воздуха в покрытии модели равны соответствующим интенсивностям нагрузки и давления воздуха в реальном сооружении.

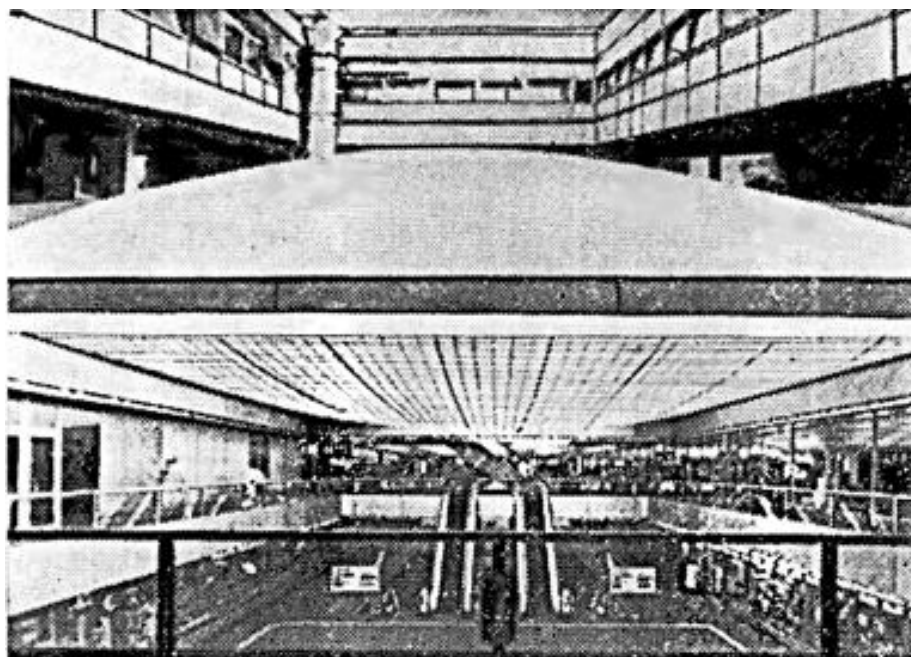


Рисунок 2. Линзообразное перекрытие торгового комплекса в Западной Германии

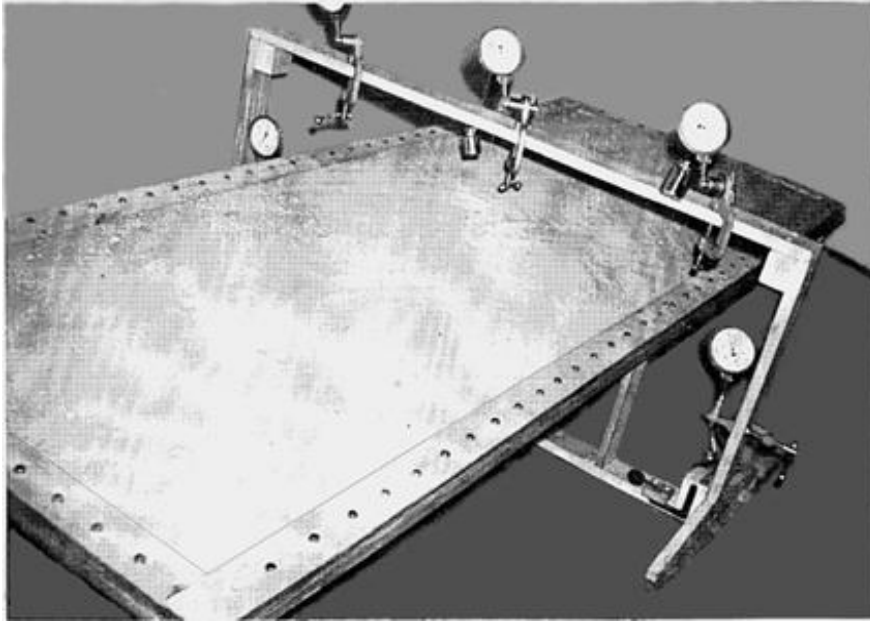


Рисунок 3. Модель линзообразного покрытия пневматического сооружения

Модель покрытия сооружения представляет собой пневмолинзу, выполненную из плёнки ПВХ в виде прямоугольной в плане подушки с размерами $2,10 * 0,70$ м, закреплённой в опорном контуре.

Модуль упругости плёнки ПВХ - $E = E_2 = 6000$ Н/м, прочность на растяжение $R = 1$ кН/м, масса плёнки $g = g_2 = 1$ Н/м², толщина плёнки $\delta = 0,15$ мм.

Опорный контур представляет собой деревянную конструкцию, состоящую из нижней и верхней горизонтальных рам сечением $50 * 20$ мм.

Нижняя рама по углам опирается на вертикальные стойки сечением $50 * 50$ мм, с которыми она жёстко скреплена. Между верхней и нижней рамами располагаются края нижней и верхней мембран, зажатые посредством 86 металлических болтов $d = 4$ мм.

В полость между мембранами закачан воздух с избыточным давлением $p = 130$ Па. Воздух в пневмолинзу подается через ниппель при помощи насоса. Обеспечение заданного уровня давления воздуха в пневмолинзе достигается при помощи манометра, располагаемого снаружи пневмолинзы (рис. 3.1) и представляющего собой U-образную стеклянную трубку. Модель покрытия устанавливается на жесткое основание.

Для удобства проведения замеров модель покрытия снабжена измерительной деревянной рамой, выполненной из реек сечением 50 * 20 мм.

Анализ результатов исследований показал, что различия между экспериментальными и теоретическими значениями прогибов сооружения и его модели составляют (5—14) % для локальных нагрузок и (3—8) % для распределенных по всему пролету, т. е. расчетных, нагрузок. Наименьшие значения расхождений — (3—5) %, относятся к несущей мембране. Давление воздуха в пневмолинзе определяется с погрешностью, равной (1—2) % (См. таблицу 1).

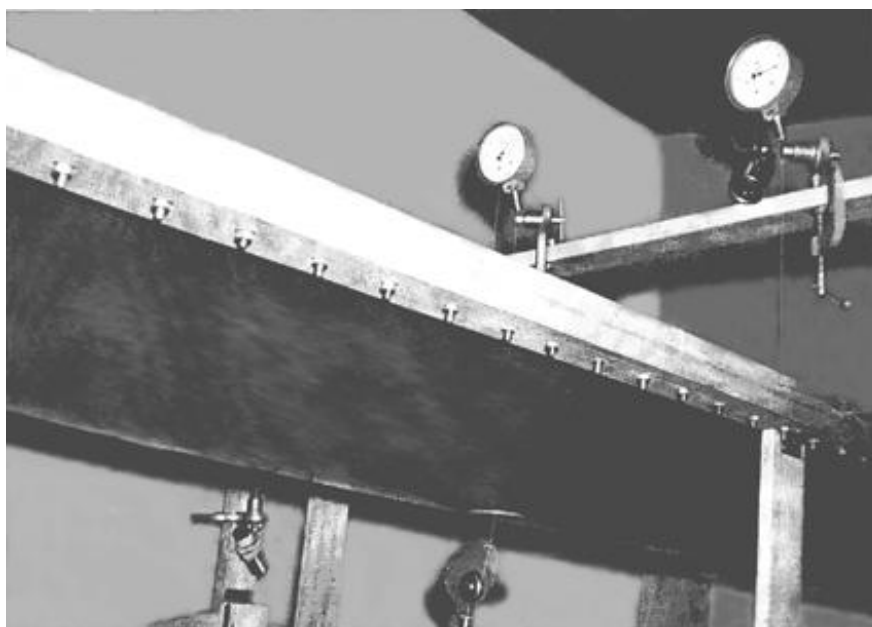


Рисунок 4. Фрагмент испытания модели линзообразного сооружения на подкачку воздуха

Таблица 1.

Сравнение результатов ,полученных от различных видов нагрузки

Вид	Прогиб нижней мембраны		Прогиб верхней мембраны		Давление воздуха	
	Эксп	Теор	Эксп	Теор	Эксп	Теор
нагружения		Δ(%)		Δ(%)		Δ(%)
Распределенная нагрузка	14,30		14,00		140,0	
$q_2 = 235 \text{ Па}$	—	3,4	—	8,6	—	1,8
	14,79		15,21		142,5	

Участковая нагрузка	7,18		16,50		75,0	
$q_2 = 235 \text{ Па}$	—	4,9	—	13,8	—	0,5
	7,53		18,77		74,7	
Давление воздуха	17,90		-17,60		150,0	
$p = 150 \text{ Па}$	—	2,7	—	5,2	—	0
	18,39		-18,51		150,0	

Проведена проверка сопоставимости результатов экспериментального и численного моделирования линзообразного мембранно-пневматического покрытия натурного сооружения $L = 70 \text{ м}$ при действии нагрузки, равномерно распределенной по всему пролёту. Различия в сопоставляемых результатах показаны в таблице 2.

Таблица 2.

Сопоставимость результатов, полученных при численных и экспериментальном исследованиях

Задача	Техническая теория		Нелинейная теория		Экспериментальное моделирование
	Искомая величина	Δ %	Искомая величина	Δ %	Искомая величина
Нагрузка	$\eta_1 = 1,497$	-4,68	$\eta_1 = 1,479$	-3,43	$\eta_1 = 1,430$
S-Q1	$\eta_2 = 1,515$	-8,21	$\eta_2 = 1,521$	-8,64	$\eta_2 = 1,400$
($d = 20$)	$p = 119$	15,00	$p = 142$	-1,43	$p = 140$

Расхождения в экспериментальных и теоретических прогибах напрягающей мембраны покрытия модели обусловлены, в основном, неточностями замера прогибов. Несмотря на высокую точность применяемых при больших перемещениях индикаторов Аистова, в местах прикрепления тонкой проволоки к мембране образовывалась воронка. Высота воронки, несмотря на местное усиление гибкой пленки круглой пластинкой, изменялась при малейших перемещениях нагрузки, внося в измерения некоторую погрешность. Напрягающая мембрана, однако, не столь ответственна как несущая.

Проведённая автором экспериментальная проверка сравнительно небольших прогибов несущей мембраны покрытия при помощи контактных индикаторов Максимова различия практически не показала.

Несомненно и то, что подобный эксперимент был бы проведён более корректно, если бы нагрузка создавалась при помощи пневматической установки, а измерения производились бы бесконтактным, например оптическим, способом. К сожалению, такой эксперимент слишком дорогостоящий.

Важным является то, что результаты эксперимента подтверждают те выводы, которые сделаны в работе на основе численного исследования нелинейных линзообразных систем в соответствии с математической теорией.

Отметим, что существенное различие в приращениях давления, полученных экспериментально и расчётом по технической теории, основанной на линеаризации исходных уравнений, говорит о недостаточной точности технической теории. Вместе с тем этот же факт свидетельствует в пользу деформационной теории, основанной на эквивалентной линеаризации уравнений, согласно которой давление в пневмолинзе $p = 144$ мало отличается от результата эксперимента.

Обратим внимание и на то, что здесь, как и выше, техническая и деформационные теории упоминаются автором как концепции. На протяжении десятилетий они являлись традиционными при расчёте воздухоопорных систем и в общем позволяли проектировщикам рассчитывать и линзообразные пневматические системы. Автор статьи, учитывая мировую экономическую ситуацию, надеется, что данные сооружения займут достойное место в ряду быстровозводимых сооружений универсального назначения.

Список литературы:

1. Ермолов В.В. Воздухоопорные здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1980. — 304 с.
2. Ким А.Ю. Патент РФ № 2095534 от 10.11.1997 г. Мембранно-каркасное пневматическое сооружение. РОСПАТЕНТ РФ, М., 1997. — 16 с.

3. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов. Книга 1. Континуальные расчетные схемы. Саратовский государственный аграрный университет, Саратов, 2000. — 198 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 24.04.00 № 1148- В2000.
4. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов. Книга 2. Дискретные расчетные схемы. СГАУ, Саратов, 2000. — 129 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 29.05.00 № 1547- В2000.
5. Ким А.Ю. Численное исследование нелинейных мембранно-пневматических систем. СГАУ, Саратов, 2001. — 263 с. Монография депонирована в ВИНТИ РАН 28.04.01 № 1122- В2001.
6. Ким А.Ю., Нургазиев Р.Б. Расчёт пространственных мембранно-стержневых систем. СГАУ, Саратов, 2001. — 201 с. Книга депонирована в ВИНТИ РАН 31.08.01 № 1916- В2001.
7. Ким А.Ю. Статический и динамический расчёт воздухоопорных и линзообразных мембранно-пневматических систем. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Монография деп. в ВИНТИ РАН № 909 В2003 от 12.05.03. — 308 с.

СЕКЦИЯ 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

К ВОПРОСУ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Константинова Мария Андреевна

*магистрант 2 курса, кафедра вычислительной техники и программирования
МГТУ им. Г.И. Носова,
РФ, г. Магнитогорск
E-mail: yrsula1979@mail.ru*

Тутарова Вланда Диляуровна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Г.И. Носова,
РФ, г. Магнитогорск*

В условиях стремительно развивающегося процесса глобализации экономики большое значение приобретают вопросы транспортной логистики. Значительная часть логистических операций на пути движения материального потока осуществляется с помощью различных транспортных средств. Транспорт является связующим звеном между элементами логистических систем. Для многих компаний и предприятий, руководство которых борется за конкурентоспособность, важно качество и быстрота осуществления поставок при минимальных издержках [1]. Максимальный эффект при минимальных затратах в условиях нестабильности рынка достигается путем перемещение требуемого количества товара в нужный пункт оптимальным маршрутом за требуемое время [2].

Задачи повышения эффективности цепей поставок являются задачами многокритериальной оптимизации. Многокритериальность — неотъемлемая часть условий выбора и требует специальных методов анализа. При многокритериальном планировании существует необходимость комплексного учёта разнообразных факторов и показателей, каждый из которых требуется оптимизировать.

Для составления плана формирования транспорта назначаются нижние границы — среднесуточное количество транспортных средств. Изменяя эти значения с определенным шагом можно получать различные варианты плана формирования транспортного состава.

Множество рассматриваемых показателей при выборе маршрута поставки товара классифицируют по трём группам: время, стоимость перевозки, надёжность доставки.

Чтобы исключить «технические» барьеры в процессе принятия решения при многокритериальной оптимизации маршрутов в цепях поставок, необходима разработка и применение новых подходов к решению задач в логистике [3].

Задача многокритериальной оптимизации, в самом общем виде может быть сформулирована следующим образом: минимизировать (максимизировать) функцию $f(x)$ при ограничениях:

$$f_1(x) \rightarrow \max, f_2(x) \rightarrow \max, \dots, f_k(x) \rightarrow \max \text{ при } x \in S,$$

где: $x = (x_1, \dots, x_n)$ — вектор переменных,

$f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)$ — целевые функции (критерии),

S — множество допустимых значений переменных.

Критерии и ограничения, отраженные в виде множества S , могут быть нелинейными либо линейными. Наиболее уместной является методика решения задач линейного многокритериального программирования:

$$c_1x \rightarrow \max, \dots, c_kx \rightarrow \max \text{ при ограничениях } Ax = b, x \geq 0,$$

где: $c_i = (c_{i1}, \dots, c_{in})$ — вектор коэффициентов (градиент) i -й целевой функции,

A — постоянная матрица размера $n \times n$,

b — постоянный вектор.

Таким образом, линейные целевые функции имеют вид:

$$f_i(x) = \sum_{j=1}^n c_{ij}x_j, (1 \leq i \leq k).$$

Все или часть целевых функций может минимизироваться, а не максимизироваться. Этого можно избежать, изменив знак соответствующих функций [4].

Для эффективного управления доставкой груза в пункт назначения и экономии ресурсов при этом были определены следующие критерии:

1. $f_1(x) \rightarrow \min$ — расстояние между пунктами назначения перевозки;
2. $f_2(x) \rightarrow \min$ — время транспортировки груза;
3. $f_3(x) \rightarrow \min$ — тарифы перевозок;
4. $f_4(x) \rightarrow \min$ — стоимость перевозки.

В качестве вектора переменных x рассматриваются:

- x_1 — габариты груза;
- x_2 — количество груза;
- x_3 — вес груза;
- x_4 — количество получателей груза;
- x_5 — координаты получателей груза;
- x_6 — габариты автотранспорта;
- x_7 — тип перевозимого груза;
- x_8 — технические характеристики транспорта;
- x_9 — качество дорожного полотна.

При этом должны соблюдаться следующие ограничения (S):

- габариты груза не должны превышать габариты автотранспорта;
- количество груза должно соответствовать количеству груза, указанного

в заявке;

- вес груза не должен превышать максимально допустимую грузоподъемность транспорта;
- при погрузке должен учитываться порядок складирования груза в соответствии с его типом;
- порядок загрузки должен соответствовать порядку прохождения пунктов назначения.

В результате каждый критерий с учетом вектора переменных можно представить в следующем виде:

$$1. f_1(x) = f_1(x_4, x_5) \rightarrow \min;$$

$$2. f_2(x) = f_2(x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9) \rightarrow \min;$$

$$3. f_3(x) = f_3(x_1, x_2, x_3, x_6) \rightarrow \min;$$

$$4. f_4(x) = f_4(x_1, x_2, x_3, x_6, x_4, x_5, x_7) \rightarrow \min;$$

Так как в условиях задачи отсутствует информация, позволяющая найти компромисс между оценками по различным критериям, то зависимости между критериями не могут быть определены на основе имеющейся объективной информации. Недостаток объективной информации неустраним. Поэтому необходимы специальные средства анализа таких проблем.

В настоящее время существует ряд путей решения многокритериальных проблем. Рассмотрим вариант, когда выбирается один главный критерий, а остальные критерии переводятся в ограничения. При этом используются следующие подходы: фиксированная стоимость перевозки при минимально возможном времени транспортировки; фиксированное время доставки груза при минимальной стоимости перевозки.

Недостаток этого метода состоит в том, что ограничения на один из критериев нельзя установить четко и объективно. При нескольких критериях этот вопрос становится еще сложнее из-за взаимозависимости критериев.

Следующий способ заключается в свертывании критериев и введении одного агрегированного критерия. Существует множество видов свертки критериев, но наиболее распространенным является взвешенная сумма, то есть сумма критериев, каждому из которых приписан определенный вес. Обычно

веса назначаются экспертным путем. При этом речь не идет об объективности информации и об обосновании характера зависимости агрегированного критерия от первичных.

Пусть F_i — ряд выбранных критериев. Приведем все критерии к одному общему критерию F , оценивая каждый из частных критериев F_i путем приписывания ему определенного веса w_i :

$$F = f_2 f_1 x \cdot w_{1,x} \cdot w_2 + f_4 f_3 x \cdot w_{3,x} \cdot w_4.$$

Так как для данной задачи выбор весов обоснован, то возможно использовать методы обычной однокритериальной оптимизации.

Согласно теории, наилучший выбор решения задачи при многих критериях для различных перевозчиков груза может отличаться. В общем случае лицо, принимающее решение, должно подобрать наиболее подходящий критерий выбора для конкретной транспортной компании. Таким образом, оптимизация функционирования логистической системы ведет к использованию математических задач оптимизации.

Рассмотренный в работе метод решения многокритериальной задачи, основанный на минимизации выбранных критериев, расширяет спектр современных методов решения многокритериальных задач. Путем введения критериев специального вида (не всегда линейных) и ряда дополнительных ограничений, построена новая модификация стандартной задачи многокритериальной оптимизации транспортной логистической системы.

Список литературы:

1. Константинова М.А., Тутарова В.Д. О контроле транспортных перевозок грузов современными информационными средствами // Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки: Материалы III международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 26—27 ноября 2013 г., г. Санкт-Петербург. СПб.: «Айсинг», 2013. — С. 10—13.

2. Константинова М.А., Тутарова В.Д. Применение информационных технологий в транспортной логистике // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 ноября 2013 г.: в 18 частях. Часть 13; М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. — С. 91—92.
3. Осьминин А.Т. Рациональная организация вагонопотоков на основе методов многокритериальной оптимизации: дис. д-ра. техн. наук. Самарский институт инженеров железнодорожного транспорта, Самара, 2000. — С. 260.
4. Руденко Я., Бродецкий Г. Организация эффективных процедур многокритериальной оптимизации маршрутов в цепях поставок // ЛОГИСТИКА. — 2011. — № 3. — С. 45—50.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИИ ЛОКАЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ, ИСПОЛЬЗУЯ ЭВРЕСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Набиев Ильназ Ильгизович

*магистрант, ИТПЭВС, КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ,
РФ, Республика Татарстан, г. Казань
E-mail: lovemusic_92@mail.ru*

Минегалиева Миляуша Маулитовна

*студент, кафедра общей математики, КФУ,
РФ, Республика Татарстан, г. Казань*

Гизатуллин Зиннур Марселевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, ИТПЭВС, КНИТУ
им. А.Н. Туполева-КАИ,
РФ, Республика Татарстан, г. Казань*

На сегодняшний день в мире существует более 130 миллионов компьютеров и более 80 % из них объединены в различные информационно-вычислительные сети, начиная от малых локальных сетей в офисах до глобальных сетей типа Internet. Всемирная тенденция к объединению компьютеров в сети обусловлена рядом важных причин, таких как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, получение и передача сообщений (факсов, электронной почты и т. п.), не отходя от рабочего места, возможность мгновенного получения любой информации из любой точки земного шара, а также обмен информацией между компьютерами разных производителей, работающих под управлением различного программного обеспечения [1, 3].

В производственной практике ЛВС играют очень большую роль. Посредством ЛВС в систему объединяются персональные компьютеры, расположенные на многих удаленных рабочих местах, которые совместно используют оборудование, программные средства и информацию. Рабочие места сотрудников перестают быть изолированными и объединяются в единую систему.

Абоненты ЛВС могут быть соединены между собой носителем информации (например, кабельной сетью) в виде: -шины; -кольца; -звезды; -петли; -дерева; -гибридное [2].

Целью данной работы является разработка программы для оптимизации топологии локально-вычислительной сети, используя генетический алгоритм и исследование эффективности алгоритма. Проводится реализация шинной топологии (моноканал). В сетях с шинной топологией для объединения компьютеров используется толстый и тонкий коаксиальный кабель.

Постановка задачи. Начинаем прокладывать кабель из определенной комнаты, посещая по 1 разу остальные комнаты в неизвестном порядке, где имеются компьютеры. Расстояния между комнатами известны. Необходимо обходить комнаты, чтобы путь был наикратчайшим.

Фитнес функция (целевая функция) имеет вид:

$$Fitness_{i,j} = \{C(i,j)\} \rightarrow \min \quad (1)$$

где: $C_{i,j}$ – матрица чисел, где $i, j \in 1, n$, представляющих собой вес ребра (стоимость прокладки кабеля в у. е.) между вершинами x_i, x_j .

Дополнительные ограничения:

1. $C_{i,j} \geq 0$ — вес ребра — неотрицательное число;
2. $x_i, x_j \in U \forall i \in 1, n - 1$ — все вершины графа соединены между собой;
3. $C_{i,i} = \infty$ — нет петель;
4. $C_{i,j} = C_{j,i}$ — симметричная матрица.

В данной работе разрабатываются основная и модифицированная конфигурации программы.

Данный алгоритм реализуется в программе DELPHY.7.

Описание используемых процедур.

Создаем начальную популяцию случайно, при помощи функции Random. Процедура Randomize используется вместе с функцией Random. Она

устанавливает генератор случайных чисел в его последовательность из 232 псевдослучайных чисел.

Выбор родительских пар происходит последовательно, а именно первая особь скрещивается со второй, третьей и т. д. в основной конфигурации. А в модифицированной, выбор родительских пар происходит методом аутбридинга. Первая особь записывается в переменную «osob1», а вторая в «osob2».

При образовании популяции потомков в обоих случаях используется порядковый оператор кроссинговера.

Двухточечная инверсия, являющейся оператором мутации реализована при помощи функции Random. Процедура Randomize используется вместе с функцией Random. Гены для мутации, в первом случае, выбираются до гена межэтажного перехода, а во втором, после. После мутации особи записываются в массив «Mutation».

Интерфейс программы приведен на рисунке 1.

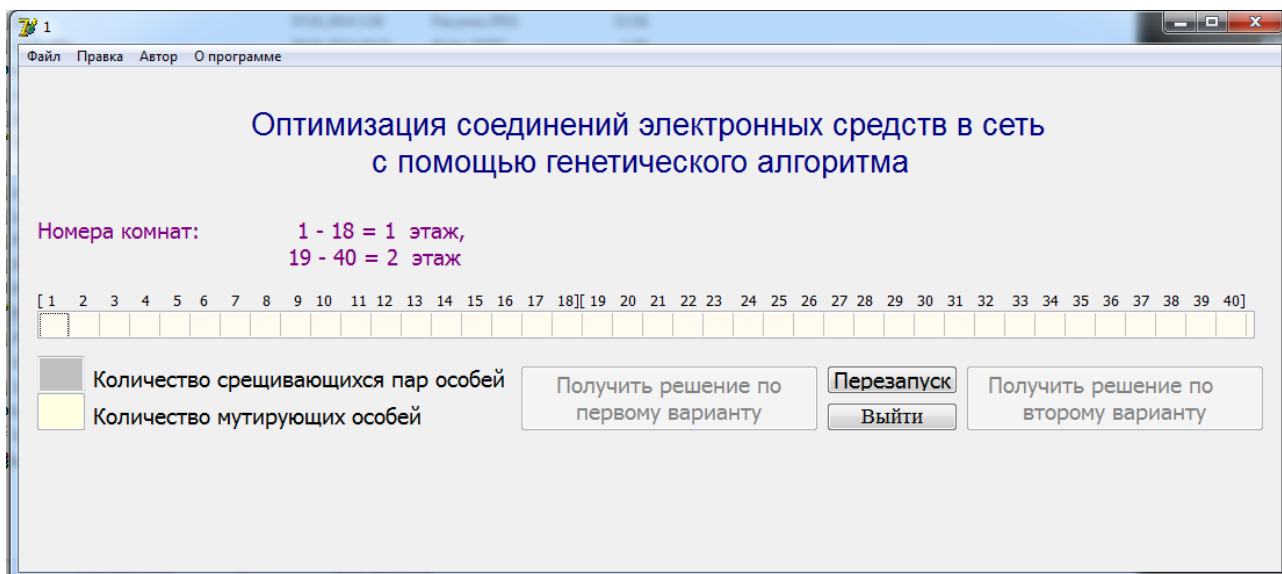


Рисунок 1. Интерфейс программы

В таблице 1 приведены обобщенные результаты исследований эффективности алгоритма.

Таблица 1.

Результаты исследований эффективности алгоритма

№ эксп. п/п	Вероятность скрещивания	Показатель качества решения, у.е.		Скорость сходимости, итерации	
		осн.	модиф.	осн.	модиф.
1	0,1	322	332	10	14
2	0,2	335	332	14	14
3	0,3	295	318	14	17
4	0,4	316	313	14	14
5	0,5	316	307	11	15
6	0,6	318	313	13	18
7	0,7	304	309	14	14
8	0,8	304	313	14	15
9	0,9	307	295	12	13
10	1	301	315	12	13



(а)



(б)



(в)



(г)

Рисунок 2. Графики зависимостей показателя качества решения от вероятности скрещивания (а, в), скорости сходимости алгоритма от вероятности скрещивания (б, г)

Вероятность скрещивания в обоих вариантах обратно пропорционально значению целевой функции. Значение ЦФ принимает наименьшее значение при вероятности скрещивания = 0,3 в первом варианте, и =0,9 во втором. Минимальное значение скорости сходимости алгоритма достигается при вероятности скрещивания, в первом варианте = 0,1, во втором варианте = 0,1 и 1.

Заключение

В данной работе была проведена оптимизация топологии локальной вычислительной сети генетическим алгоритмом. Проведено исследование зависимости значений целевой функции и эффективности ГА от вероятности скрещивания, построены графики по результатам исследований. Сделаны соответствующие выводы по графикам.

Оптимизацию значения целевой функции позволяет провести лучше модифицированная конфигурация (второй вариант). А алгоритм быстрее сходится при использовании базовой конфигурации (первый вариант).

Список литературы:

1. Исаев С.В., Популярно о генетических алгоритмах [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: «www.algolist.manual.ru»
2. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.К. Поисковая адаптация: теория и практика. М: Физматлит, 2006. — С. 272. — ISBN 5-9221-0749-6
3. Goldberg David E., Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Addison-Wesley Publishing Company, 2002.

ЗАМЕНА ТЕЛЕФОННОГО ОПЕРАТОРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Семичастнова Юлия Вадимовна

*студент 4 курса, экономический факультет, РАНХиГС,
РФ, г. Москва
E-mail: julse4@gmail.com*

Насонова Светлана Юрьевна

*студент 4 курса, экономический факультет, РАНХиГС,
РФ, г. Москва
E-mail: svn953@gmail.com*

Ажель Сергей Леонидович

*научный руководитель, канд. техн. наук, экономический факультет, РАНХиГС,
РФ, г. Москва*

Сегодня мы очень часто сталкиваемся с проблемой нерационального использования трудовых ресурсов. В своей работе мы предлагаем сократить штат сотрудников за счёт внедрения экспертной системы, а именно заменить оператора call-центра интеллектуальной информационной системой.

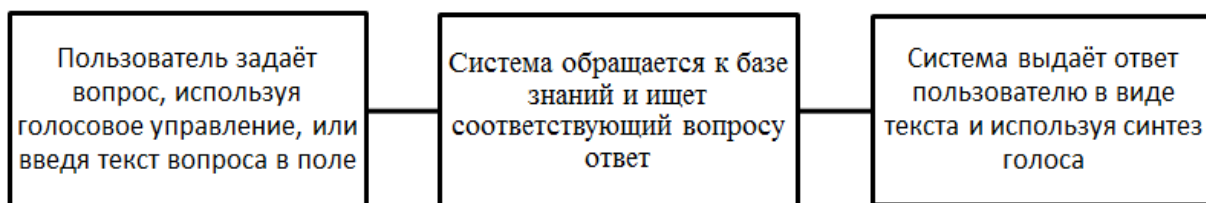
Актуальность данной разработки в увеличении эффективности работы контактного центра, т. к. система обучаемая, более устойчива в сравнении с человеком, легко адаптируется и может быть использована в любой предметной области.

С использованием языка программирования php 5.3.13 [2, с. 82], html и базы данных MySQL 5.1 и средств распознавания голоса и синтеза речи от Google был написан скрипт, который предлагается внедрить на сайт фирмы. Реализуется следующий алгоритм (Блок-схема 1):

1. Клиент, посетив сайт фирмы, может обратиться к интеллектуальной информационной системе, чтобы задать интересующий его вопрос (используя текстовый или голосовой ввод).

2. Система обрабатывает запрос и ищет в базе знаний соответствующий ответ.

3. Происходит вывод информации с использованием синтеза голоса и текстового сообщения.



Блок-схема 1. Алгоритм реализации программы

Рассмотрим данный алгоритм подробнее.

Итак, для пользователя сайта разработан специальный интерфейс, где ему предложено задать любой вопрос. На этом этапе происходит непосредственный ввод вопроса, который может быть осуществлен с помощью клавиатуры в текстовое поле, или же с использованием программы распознавания речи Google, которая мгновенно обрабатывает голос и переводит его в текст, отображаемый в текстовом поле [4]. Данная часть системы реализована с использованием формы и метода post (Код программы № 1).

Код программы № 1.

```

<form name="form1" method="post" action="answer.php">
  <p>
  <label>Задайте вопрос :)<br>
  <input name="quest" type="text" id="quest" size="10" x-webkit-speech>
  </label>
  </p>
  <p>
  <input type="submit" name="submit" id="submit" value="Спросить">
  </p>
</form>
  
```

При этом за элемент распознавания голоса отвечает параметр `x-webkit-speech` поля `input`, предоставленный службами Google.

Затем необходимо подтвердить ввод вопроса. Система, получив текст вопроса, обращается к базе знаний (о её реализации будет рассказано далее), находит подходящий ответ. Необходимая информация из базы знаний отправляется в службы Google для формирования звукового файла, который

будет выдан в качестве ответа. Ответ пользователь получает как в виде текста, так и в виде звукового файла. Интерфейс разрабатывается таким образом, что пользователь может остаться на странице и вновь задать вопрос.

Реализация блока вывода ответа системы представлена ниже (Код программы № 2). Вывод текста осуществляется с помощью функции echo. Синтез голоса предоставлен службой Google Translate [4], куда передается переменная с нашим ответом.

Код программы № 2.

```
echo $frase;  
echo "<iframe src='http://translate.google.com/translate_tts?tl=RU&q=?  
$frase?>' width='0' height='0' border='0'></iframe>";
```

Основой данной системы является база знаний, при ее организации мы использовали продукционную модель, основанную на правилах, которая позволяет представить знание в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)» [1, с. 23].

В случае с нашей экспертной системой правила составлены следующим образом «Если вопрос о N1, то система выдаёт ответ N2».

При этом в поле N1, условно названное в нашей БД как поле keys, мы заносим ключевые слова вопросов, для которых подходящим ответом является N2 — поле frase. Существует одна особенная запись с id=8, которая является ответом системы на невнесённый в базу вопрос. Ответом будет являться фраза: «К сожалению, не могу ответить на Ваш вопрос».

Для ввода информации в базу знаний экспертом был разработан специальный интерфейс, предлагающий ввести все возможные ключевые слова вопросов и соответствующие ответы. Также разработан интерфейс, позволяющий удалить один из существующих ответов. Таким образом, будет достаточно легко обновлять и изменять данные в системе.

Итак, рассмотрим полный алгоритм реализации работы с базой знаний. Суть выдачи ответа системой состоит в поиске по ключевым словам, соответствующим каждому вопросу. Задача эксперта состоит в грамотном

заполнении поля `keys`. Оно должно включать в себя исключительно ключевые слова, в нем отсутствуют какие-либо универсальные и вопросительные слова, такие как «какой», «вы», «у вас», «какие», «что» и прочие.

Система разбивает вопрос и поля с ключевыми словами на массивы слов, анализирует с каким полем `keys` наибольшее совпадение и выдает соответствующее значение поля `frase` в качестве ответа (Код программы № 3).

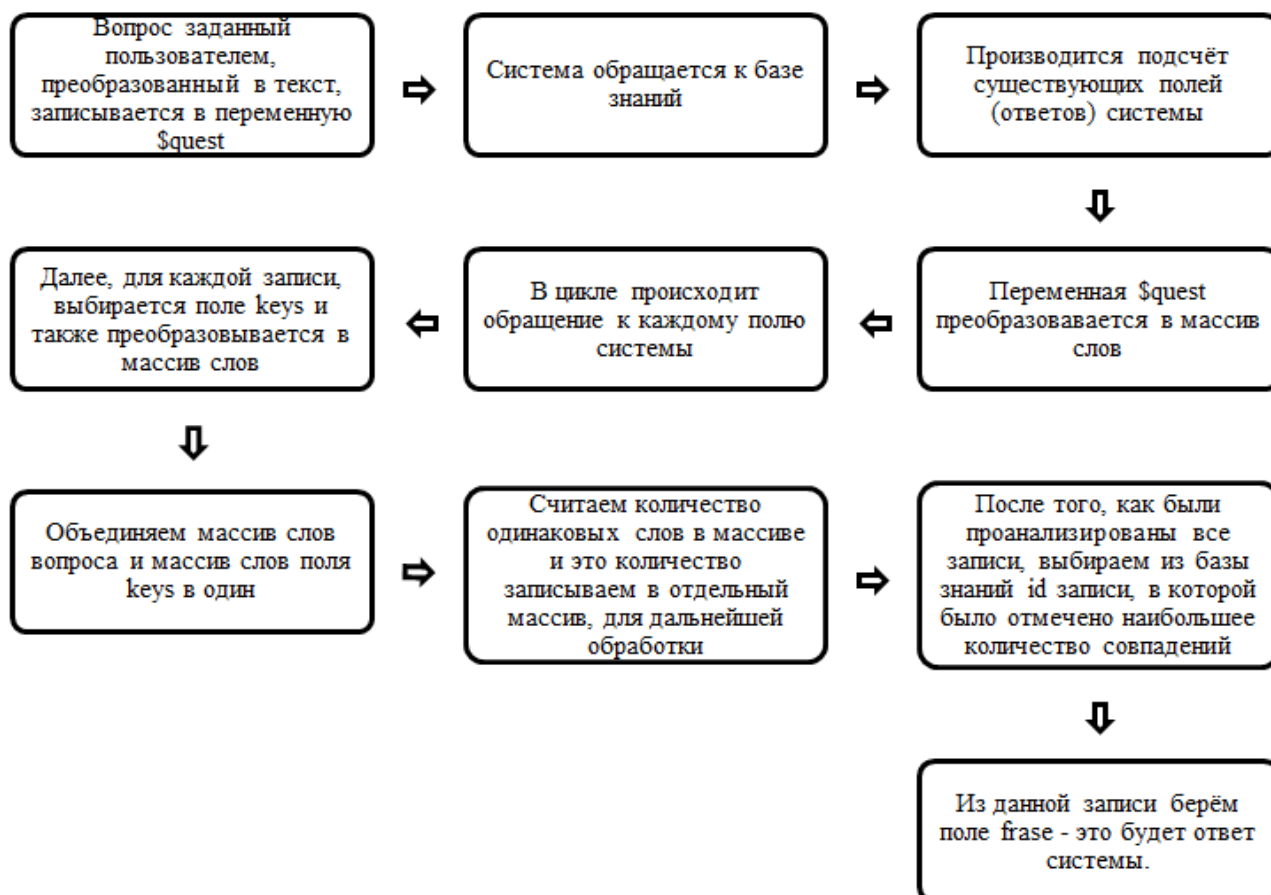
Код программы № 3

```
$query = "SELECT * FROM answers";
$result = mysql_query($query) or die(mysql_error());
$myrow = mysql_fetch_assoc($result) or die(mysql_error());
$resid = mysql_query($query);
$k = mysql_num_rows($resid);
$array2 = array_filter(explode(' ', $quest));
$sim="";
for ($i=1; $i<=$k; $i++) {
    $query = "SELECT * FROM answers WHERE `id`='$i'";
    $result = mysql_query($query) or die(mysql_error());
    $myrow = mysql_fetch_assoc($result) or die(mysql_error());
    $str = $myrow['keys'];
    $array1 = array_filter(explode(' ', $str));
    $sum = array_merge ($array1, $array2);
    $like = array_count_values($sum);
    $sim[$i]=0;
    foreach ($like as $val) {if ($val>=2) {$sim[$i]=$sim[$i]+1;} };
}
$i = array_search(max($sim),$sim); $m=max($sim);
if ($m<=0) {$i=8;};
$query = "SELECT * FROM answers WHERE `id`='$i'";
$result = mysql_query($query) or die(mysql_error());
$myrow = mysql_fetch_assoc($result) or die(mysql_error());
```

```
$frase = $myrow['frase'];
```

```
$_GET['frase'] = $frase;
```

На блок схеме ниже представлено подробное описание работы данного алгоритма (Блок-схема 2).



Блок-схема 2. Работа базы знаний

Основой базы знаний является таблица Answers. Её структура представлена в таблице ниже (Таблица 1).

Таблица 1.

Структура таблицы Answers

Поле	Тип	Null	По умолчанию
<i>id</i>	int(11)	Нет	
keys	varchar(150)	Нет	
frase	text	Нет	

Далее, в качестве примера, представлена организация базы знаний для портала федеральной налоговой службы [5]. Выгрузка данных из таблицы answers имеет следующий вид (Таблица 2).

Таблица 2.

Организация базы знаний для портала ФНС

1	адрес проехать где найти расположение центральный аппарат центрального аппарата центральному аппарату	Центральный аппарат находится по адресу улица Неглинная, дом двадцать три.
2	инн узнать физическое лицо физическому лицу физическое лица человека	Узнать свой или чужой ИНН Вы можете с помощью нашего портала. https://service.nalog.ru/inn.do
3	здравствуйтесь доброе утро добрый день привет	Рады видеть вас!
4	работы до скольких часы график центральный центрального	Мы работаем по будням с 9 утра до 5 вечера, в пятницу — до четырех вечера.
5	дела	Отлично, надеемся, у Вас тоже всё хорошо!
6	Встать учёт получить инн новый первый раз оформление	Встать на учёт в ФНС можно отправив электронную заявку с нашего портала. https://service.nalog.ru/zpufl/
7	Цена стоимость постановки на учёт получения инн получить инн повторного обращения повторно	При повторной постановке на учёт в ФНС необходимо оплатить госпошлину в размере двухсот рублей. Квитанция представлена на нашем портале. https://service.nalog.ru/gp2.do
8		К сожалению, не могу ответить на ваш вопрос.
9	погода	У природы нет плохой погоды!

Основной целью работы является сокращение времени ожидания клиентов на телефонных линиях, увеличение доступности информации. Известно, что сегодня залог успеха любого предпринимателя лежит в удовлетворении потребностей потребителей. Предложенный алгоритм не только разгрузит операторов, но и позволит пользователям быстро, просто и удобно получить ответ на интересующий вопрос т. е. система является клиентоориентированной.

Согласно проведенному опросу среди 100 респондентов, 43 % обращаются со стандартными, однотипными вопросами. Ответы на такие вопросы легко систематизировать и внести в базу знаний.

Рассмотрим экономическую эффективность данной разработки. Среднестатистическая заработная плата оператора call-центра по Москве составляет

21000 рублей в месяц. Если допустить снижение количества обращений клиентов по телефону даже минимально на 20 %, это уменьшит нагрузку call-центра и позволит сократить штат сотрудников.

Оценим эффективность системы, используя некоторые абсолютные и относительные показатели. Рассмотрим штат из 5 сотрудников. Без использования системы стоимостные затраты в год на трудовые ресурсы составят 1 260000 (C0). Внедрив экспертную систему затраты уменьшатся до 1008000 (C1). Таким образом, экономия составляет 252000 рублей ($\Delta C = C0 - C1$). То есть коэффициент снижения стоимостных затрат за год составит 0,25 ($K_c = \Delta C / C1$) [3, с. 150].

Таким образом, мы видим, что данная система не только клиентоориентирована, но и экономически выгодна организации.

Список литературы:

1. Дубровин А.Д. Интеллектуальные информационные системы: учеб. пособие. М.: МГУКИ, 2008. — 232 с.
2. Ленгсторф Д. PHP и jQuery для профессионалов.: Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. — 352 с.
3. Смирнова Г.Н. Проектирование экономических информационных систем: учебник. М.: Финансы и статистика, 2003. — 512 с.
4. Электронный ресурс «Хабрахабр» — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://habrahabr.ru/> (дата обращения 15.12.2013).
5. Электронный ресурс федеральной налоговой службы — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.nalog.ru/> (дата обращения 11.03.2013).

СЕКЦИЯ 3.

КОСМОС, АВИАЦИЯ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Куропаткина Екатерина Венедитовна

*студент 1 курса магистратуры, кафедра ПЛА КНИТУ-КАИ,
РФ, республика Татарстан, г. Казань
E-mail: prostokatuha@list.ru*

Торопцова Дарья Михайловна

*студент 1 курса магистратуры, кафедра ПЛА КНИТУ-КАИ,
РФ, республика Татарстан, г. Казань
E-mail: dashatoropcova@yandex.ru*

Батраков Владимир Владимирович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент КНИТУ-КАИ,
РФ, республика Татарстан, г. Казань*

Прорывом в авиации, безусловно, стали композиционные материалы. Во-первых, они уменьшают общий вес летательного аппарата, вследствие чего растет необходимая нам полезная нагрузка; во-вторых, они наиболее долговечны.

Одним из часто применяемых в сфере самолето- и вертолетостроения композиционных материалов является углеволокно. На отечественных самолетах из углепластика чаще всего делают: створки шасси, створки грузового люка, залонжеронная часть крыла, передние створки; на вертолетах — лопасти, задние обтекатели.

Наиболее эффективными конструкциями из композиционных материалов, изготавливаемых по препреговым технологиям, являются интегральные. К наиболее весомым преимуществам интегральных конструкций следует отнести: отсутствие механического крепежа и подгонки конструктивных элементов при сборке, минимум оснастки для изготовления, масса по сравнению с металлическим аналогом и сборной композитной конструкцией

снижена не менее чем на 20 % и 10 % соответственно, механические и клеевые соединения отсутствуют, технологический цикл сокращен на 10—15 % за счет совместного формования элементов конструкции.

Господствующее положение в авиастроении занимают две компании: The Boeing Company и Airbus S.A.S. Эти компании одни из первых начали использовать в этой сфере композиционные материалы. На данный момент они разработали цельнокомпозитный фюзеляж дальнемагистрального пассажирского самолета. Российские ученые тоже работают над рядом разработок: на данном этапе у нас используют композиты в ряде деталей оперения, фюзеляжа и крепления.

Рассмотрим два самолета, которые появились сравнительно недавно на мировом рынке — это Boeing-787 Dreamliner и Airbus A-350.

Boeing-787 Dreamliner — широкофюзеляжный, двухмоторный, реактивный пассажирский самолет. Половина всей структуры Boeing-787 Dreamliner, в том числе крылья и фюзеляж, изготавливается из современных композиционных материалов на основе углерода, а не из традиционного алюминия, что делает его легче и позволяет экономить до 20 % топлива по сравнению с другими лайнерами. Например, изготавливая секцию фюзеляжа в виде одного цельного предмета, мы устраняем 1 500 алюминиевых листов и 40 000—50 000 заклепок. На 50 % новый лайнер построен из углеволоконных композиционных материалов, на 20 % — из алюминия, на 15 % — из титана и на 10 % — из стали. То есть, по сути, Boeing-787 Dreamliner на 50 % «неметаллический».

Airbus A-350 — дальнемагистральный широкофюзеляжный двухдвигательный пассажирский самолет, разрабатываемый концерном Airbus в качестве замены A-330 и A-340. Он сможет перевозить от 270 до 350 пассажиров, в зависимости от модификации. Авиалайнер составит конкуренцию Boeing-777 и Boeing-787. Начальная версия A-350 внешне напоминала A-330, так как фюзеляж в поперечном сечении и компоновка у них были одинаковыми. Но новые крылья, двигатели и хвостовые стабилизаторы в сочетании с новыми композиционными материалами

и методами производства фюзеляжа делали А-350 почти полностью новым самолётом. В конструкции А-350 будут широко использованы новейшие материалы: 52 % от веса самолёта будут составлять композиционные материалы, 20 % — алюминий, 14 % — титан, 7 % — сталь, 7 % — остальные.

Существует множество методов изготовления интегральных конструкций, но в рамках данной работы наиболее интересными показались 3 метода:

1. Co-curing — соединение двух и более деталей, из которых все полностью не отверждены.

2. Co-bonding — соединение двух и более элементов, из которых по крайней мере один полностью отвержден и по крайней мере один не отвержден.

3. Клеемеханическое соединение — соединение неметаллическим веществом посредством поверхностного схватывания (адгезии) и внутренней межмолекулярной связи (когезии) в клеящем слое, подкрепленное заклепочным, болтовым или каким-либо другим механическим соединением.

На основании данных методов был разработан план эксперимента и выбраны следующие виды соединений: co-curing, co-bonding, клеевое соединение, механическое соединение, инфузия, co-curing + прошивка, клеємеханическое соединение.

Далее разрабатывались образцы для испытаний и в системе SIEMENS UGS NX «Unigraphics» проектировалась оснастка для их изготовления. В отфрезерованной оснастке формовалась каждая партия образцов из препрега HexPlay 8552/34 %/ UD 134/AS4-12K/300 мм. Полученные образцы проверили на отсутствие дефектов методом неразрушающего контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа Olympus OmniScan MX2. Все образцы, за исключением соединений с заклепками, прошли неразрушающий контроль. Таких дефектов, как нарушение сплошности или однородности структуры в соединении испытуемых образцов, обнаружено не было. На универсальной электромеханической испытательной машине Instron 5882 провели испытания на сдвиг изготовленных пластин. По результатам испытаний были выбраны

средние значения и построены гистограмма предельных нагрузок соединений (рис.1) и гистограмма предельных напряжений при растяжении образцов, выраженных в процентном соотношении по отношению к материалу, из которого изготавливались образцы (рис. 2).

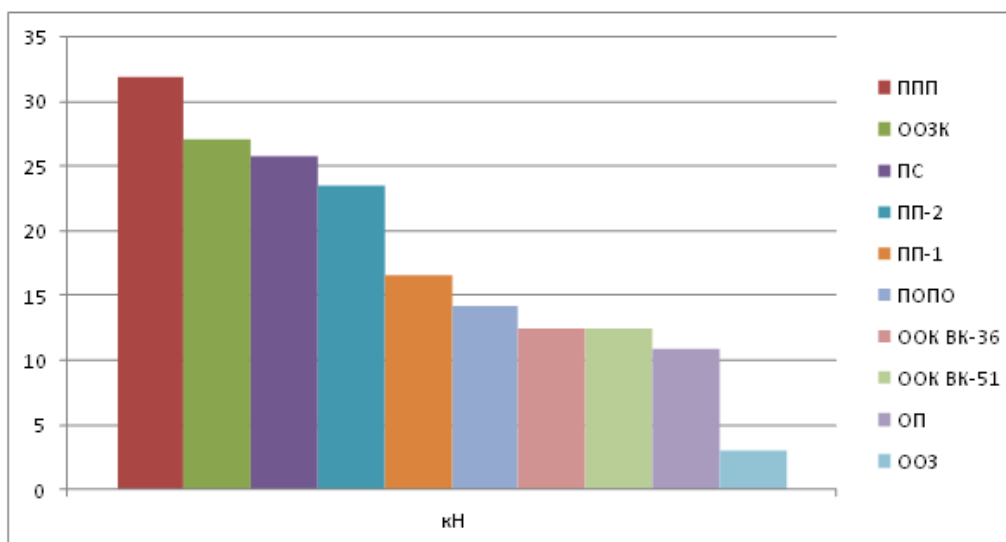


Рисунок 1. Гистограмма предельных нагрузок соединений: ПП — Препрег + Препрег, ОП — Отвержденная пластина + Препрег, ООК — Отвержденная пластина + Отвержденная пластина (Клей), ООЗ — Отвержденная пластина + Отвержденная пластина (Заклепка), ПС — Пропитка связующим (Препрег + Сухой материал), ПОПО — Полуотвержденный препрег + Полуотвержденный препрег, ППП — Препрег + Препрег (Прошивка кевларовой нитью), ООЗК — Отвержденная пластина + Отвержденная пластина (Заклепка + Клей)

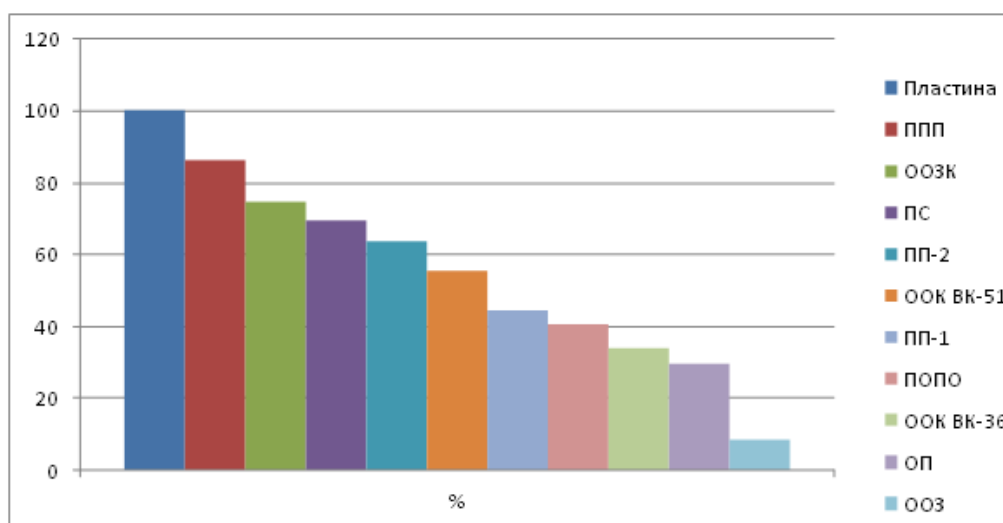


Рисунок 2. Гистограмма предельных напряжений при растяжении образцов

Самым прочным является соединение co-curing, прошитое кевларовой нитью. Так как препрег сам имеет хорошие прочностные характеристики, то в дополнении с кевларом они показали отличный результат как по напряжениям при растяжении, так и нагрузкам, выдерживаемым образцами.

В связи с этим данное соединение и было выбрано для изготовления фрагмента композитной интегральной панели фюзеляжа. На примере фюзеляжных панелей самолетов Boeing-787 Dreamliner и Airbus A-350 (рис. 3) в системе SIEMENS UGS NX «Unigraphics» был спроектирован фрагмент интегральной панели фюзеляжа, состоящий из обшивки и продольного силового набора (рис. 4).



Рисунок 3. Стрингерная панель самолета Boeing-787 Dreamliner

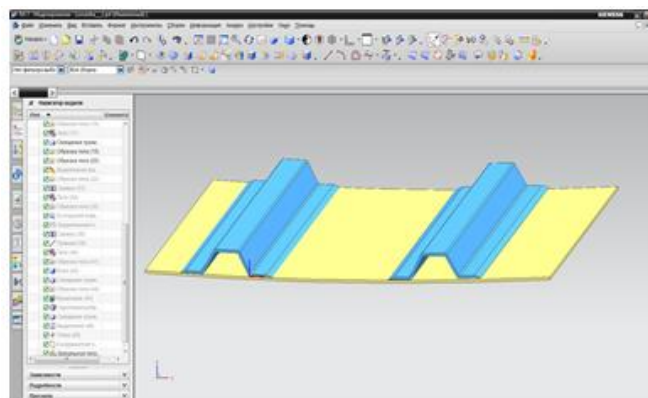


Рисунок 4. Разработанный фрагмент интегральной панели фюзеляжа

Проектирование оснастки для изготовления стрингерной панели выполнялось в системе автоматизированного проектирования SIEMENS UGS NX «Unigraphics». Размеры оснастки 380×380 мм. Оснастка закрытая,

с центрирующими отверстиями, состоящая из матрицы и пуансона, изготовлена из алюминия Д-16Т (рис. 5).

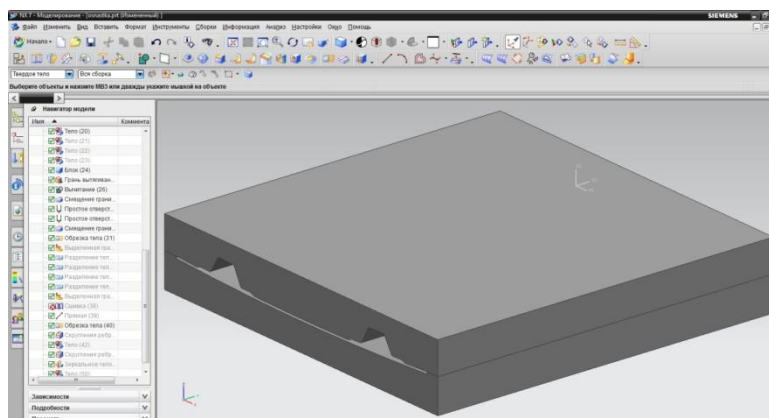


Рисунок 5. Спроектированная оснастка для изготовления интегральной панели фюзеляжа

В данной работе предложены два метода формования стрингерной панели:

1. комбинация жесткого прессования и термокомпрессионного формования (с использованием силиконового вкладыша);
2. комбинация жесткого прессования и формования на ядро (с использованием вспененного заполнителя).

Для создания избыточного давления на формуемый материал широко используются свойства некоторых марок силикона, которые существенно увеличивают объем при нагреве, за счет чего можно достигнуть значительного давления в замкнутом объеме. При нагреве вкладыш расширяется до 20 % по объему и создает давление на формуемый материал. Таким методом реализуется давление, которое может достигать 30 атм. Метод очень эффективен, обеспечивает высокое давление на формуемый профиль, благодаря чему поверхность получается качественно выполненной. Деталь получается прочной. В то же время ему присущи некоторые недостатки. Ресурс вкладышей невысок, так как силикон не выдерживает многократного использования при высоком давлении и разрушается. В данной работе для материала вкладышей использован силикон марки Axon Essil 291, который разводится с загустителем в пропорции 1:10 и отверждается при комнатной температуре в течении 2—3 часов.

Суть метода формования на ядро заключается в том, что заранее делается припуск на каждую сторону заполнителя для создания гарантированного натяга (0,15 мм по рекомендации фирмы производителя). Пена, имеющая изотропную ячеистую структуру, выполняет роль каркаса. Заполненный пенопластом трапецеидальный профиль вносит свой вклад в увеличение устойчивости тонкостенных конструкций из углепластика и их сопротивления продольному изгибу и осевой нагрузке. В то же время пенопласт имеет некоторые недостатки: является довольно дорогостоящим, приводит к увеличению веса конструкции и не выдерживает сильного давления (до 8 атм). Для материала вкладышей использован пенопласт марки ROHACELL 71XT.

В системе автоматизированного проектирования SIEMENS UGS NX “Unigraphics” были разработаны математическая модель формы для отливки силикона и математическая модель формы вспененного заполнителя, на основании которых в итоге были изготовлены силиконовые вкладыши и вкладыши из вспененного заполнителя.

Технология изготовления фрагментов интегральных панелей заключается в следующих основных операциях:

1. Раскроить препрег согласно размерам.
2. Нанести антиадгезионный слой на оснастку.
3. Выложить обшивку на матрице, укладка квазиизотропная.
4. Выложить продольный набор профилей на вкладышах с преформовкой каждых 4 слоев в вакуумном прессе при температуре 60 °С в течение 10 мин.
5. Выложить на пуансоне нулевой слой препрега и уложить преформованные профили стрингеров.
6. Сомкнутую оснастку ставить в пресс для преформовки при температуре 60 °С в течение 10—15 мин.
7. Вынуть оснастку и разомкнуть ее.
8. В местах соединения обшивки и стрингера просверлить отверстия Ø0,5 мм под кевларовую нить.
9. Прошить деталь кевларовой нитью.

10. Уложить панель в оснастку.

11. Сомкнутую оснастку ставить в пресс для формования согласно технологическому режиму (рис. 6).

12. Вынуть оснастку и разомкнуть ее.

Примечание. В случае термокомпрессионного формования вынуть силиконовые вкладыши.

13. Обрезать панель по контуру согласно размерам.

14. Окончательный контроль. Проверить панель на отсутствие механических повреждений.

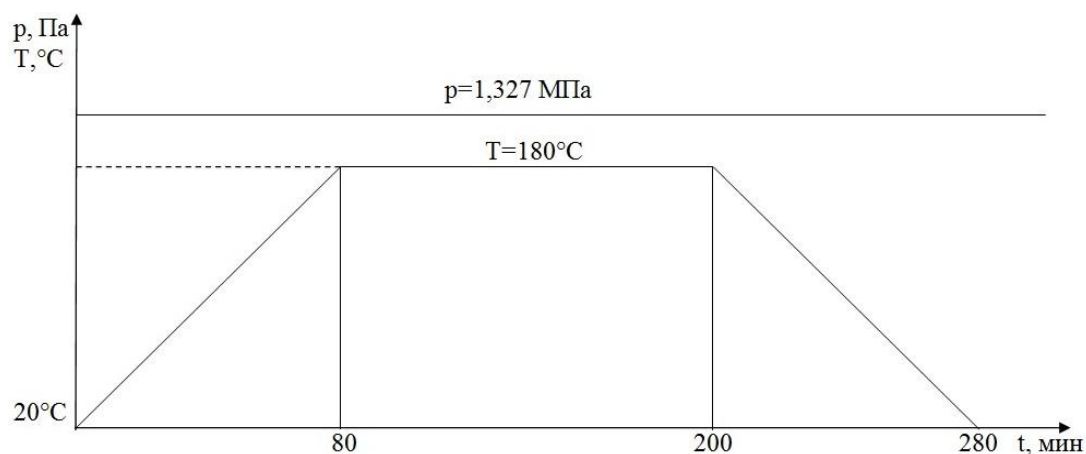


Рисунок 6. Технологический режим формования панели

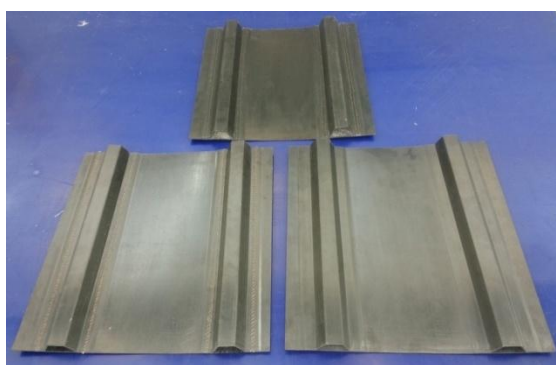


Рисунок 7. Готовые фрагменты стрингерной панели фюзеляжа

Изготовление деталей в прессе с использованием силиконовых вкладышей и вспененного заполнителя показало свою эффективность. Оба метода позволяют получить детали высокого качества и высокой прочности за один этап формования.

СЕКЦИЯ 4. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛИКАГЕЛЯ

Левина Мария Владимировна

Исеноманова Диана Айткалеевна

Колесниченко Алёна Сергеевна

студенты 4 курса, кафедра химии и МПХ ОГПУ,

РФ, г. Оренбург

E-mail: farusok@yandex.ru

Фарус Оксана Анатольевна

научный руководитель, канд. хим. наук, доцент ОГПУ,

РФ, г. Оренбург

В современной науке и промышленности особое место среди сорбентов отводится силикагелю, который представляет собой высушенный гель кремниевой кислоты. Для него характерны: химическая инертность, высокая термостойкость и пористая структура. Все эти свойства позволяют использовать его для производства различных сорбентов. Но недостатком силикагелей является их низкая водостойкость, которая ограничивает область их применения [2]. Это можно устранить путем измельчения фракций. Однако, и водостойкие силикагели имеют ряд недостатков. К ним относятся низкая прочность гранул, что сказывается на качестве готовой продукции, а также низкая влагоёмкость. Вследствие этих недостатков представляется актуальным проведение исследований по поиску решений, связанных с увеличением прочности гранул водостойкого силикагеля и увеличение соответственно их сорбционных свойств [1, 3].

Все вышеописанное затрудняет возможность использования гранул силикагеля в полевых условиях в качестве основы для тест-систем. Поэтому проблема получения таблеток на силикагеля является актуальной.

В литературе описаны способы получения таблеток с использованием активированного угля [4]. При добавлении углеродного компонента в тонкодисперсные вещества, можно добиться увеличения его прочности. И поэтому эти компоненты могут быть полезными для модификации ими различных сорбентов.

Экспериментальная часть. Нами было проведено исследование, которое предполагало введение в силикагель различных компонентов, с целью увеличения плотности гранул. Поскольку активированный уголь хороший сорбент, представляется интересным проведение исследований связанных с модификацией и последующим изучением свойств получившегося силикагеля, модифицированного активированным углем.

Введение модифицирующей добавки проводилось путём смешения измельченного активированного угля с силикатом натрия в отношении 2:10. В результате получили вязкую однородную массу, которую поместили в формы и раствор соляной кислоты. После 10 часов нами были получены пористые таблетки черного цвета, устойчивые к внешним механическим воздействиям (рис. 1, а). Аналогичный опыт был проведен с силикатом натрия и белым активированным углем.

В результате были получены таблетки более правильной формы с большей механической прочностью и белого цвета (рис. 1, б).





Рисунок 1 Вид таблеток, полученных в результате модификации силикагеля черным активированным углем (а) и белым углем (б)

Так как основным компонентом белого активированного угля является оксид кремния (IV) нами было принято решение разработать эффективную методику для получения таблеток силикагеля на основе силиката натрия и порошка оксида кремния (IV). Были проведены предварительные испытания, в ходе которых исходные компоненты были смешаны в следующих соотношениях (табл.1).

Таблица 1.


Результаты предварительных испытаний





Соотношение компонентов $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{SiO}_2$	Форма и прочность таблетки	Вид
2:10	Таблетки получить не удалось	—
3:10	Таблетки получить не удалось	—
4:10	Форму не держит, легко разрушается при внешнем воздействии	
5:10	Форма рыхлой таблетки, разрушается при нажатии	
6:10	Получить таблетки не удалось, так как исходная система очень густая	—

Из полученных данных мы видим, что наиболее интересными в практическом плане являются системы в пределах соотношений от 5:10 до 6:10 (табл. 2).

Таблица 2.

Оценка влияния соотношения исходных компонентов на форму и прочность таблеток на основе модифицированного силикагеля

Соотношение компонентов $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{SiO}_2$	Форма и прочность таблетки	Вид
5,2:10	Форма рыхлой таблетки, разрушается при воздействии массы в 40 г	

5,3:10	Форма плотной таблетки, с большим числом различных по диаметру пор не разрушается при воздействии массы в 100 г	
5,4:10	Форма плотной таблетки, с небольшим числом крупных пор, не разрушается при воздействии массы в 100 г	
5,5:10	Форма плотной единой целой таблетки, не разрушается при воздействии массы в 100 г	
5,6:10	Форма плотной единой целой таблетки, не разрушается при воздействии массы в 100 г	
5,8:10	Получить таблетки не удалось, так как исходная система очень густая	-

Обсуждение результатов. Было исследовано несколько образцов модифицированного силикагеля с различным содержанием добавленного оксида кремния (IV) и черного активированного угля. Таблетки, полученные на основе силикагеля и угля, в практическом плане не могут быть использованы для разработки тест-систем, так как имеют черную окраску и ее изменение будет не заметным.

Наиболее эффективным является использование в качестве модификатора оксида кремния (IV) при этом прочные таблетки можно получить в пределах соотношения компонентов $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{SiO}_2$ от 5,3:10 до 5,6:10. Однако эффективность использования полученных образцов определяется их сорбционной способностью, что и определяет дальнейшую возможность развития исследования.

Таким образом, данные, которые были получены в ходе работы, позволяют сделать вывод о том, что модифицирование сорбентов, в частности силикагеля, углеродными и кремниевыми компонентами позволяет увеличить прочность гранул конечного продукта.

Список литературы:

1. Крохин О.В., Свинцова Н.В., Обрезков О.Н., Шпигун О.А. Модифицированный силикагель для определения анионов одноколоночной ионной хроматографией // Журнал аналитической химии. — 1997. — Т. 52, — № 11. — С. 1176—1180.
2. Лисичкин Г.В. Химия привитых поверхностных соединений. М.: Физматлит, 2003. — 592 с.
3. Фоменко О.Е., Рёсснер Ф. Модифицирование силикатных поверхностей путем силилирования их кремнийорганическими соединениями // Сорбционные и хроматографические процессы. — 2009. — Т. 9. — Вып. 5. — С. 633—642.
4. Эйдлин А.Л. Способ получения таблеток силикагеля: описание изобретения к независимому авторскому свидетельству. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.findpatent.ru/patent/7/78372.html>

СЕКЦИЯ 5. МАШИНОСТРОЕНИЕ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ МАЛЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Валяшов Владимир Васильевич

*студент 1 курса, кафедра технико-технологических дисциплин ВлГУ,
РФ, г. Владимир
E-mail: ttd.tef@vlsu.ru*

Шарыгин Лев Николаевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, профессор ВлГУ,
РФ, г. Владимир*

В статье предложена конструкция простого и технологичного преобразователя малых механических линейных и угловых перемещений. Предложена функциональная схема дискретного преобразования первичного сигнала. В проекте использованы принципы оптического преобразования [3], теории конструирования механических устройств [1, 2] и электроники [4].

Конструкция преобразователя малых перемещений представлена на рис. 1—3. Монтажной основой служит основание 1. На этом основании винтами 2 закреплены два кронштейна 3,4, в которых с помощью подшипников 5,6 установлен вал 7. В средней части вала с помощью штифта 8 закреплен рычаг 9. С внешней стороны с помощью резьбы к рычагу присоединен измерительный щуп 10. Рычаг имеет регулируемый упор 11 в виде кулачка (эксцентрика), фрикционно установленного на кронштейне с применением кольцевой вставки 12, которая с натягом соединена с валом упора. В исходном положении рычаг 9 поджат к регулируемому упору пружиной 13. Пружина имеет спиральную форму, ее внутренний отгиб находится в плоскости пружины и установлен в поперечное отверстие вала 7 — это типовое соединение на чертеже не показано. Внешний отгиб 14 пружины вставлен в отверстие кронштейна 3.

На левом конце рычага (здесь и далее ориентация по чертежу) винтами 15 закреплена шторка 16. Дуговая часть 17 шторки размещена с зазором в оптическом блоке, который представлен корпусом, составленным из двух полукорпусов 18,19. Из технологических соображений для размещения шторки в оптическом блоке в полукорпусе 18 выполнена выборка 20, что позволяет упростить форму полукорпуса 19 и обеспечить удобство сборки всего устройства. Шторка (ее дуговая часть 17), перекрывает встречные щели 21, 22 в полукорпусах, соответственно 18,19. Щели ориентированы по дуге части 17 шторки 16, форма щелей может быть дуговой, а в простейшем случае прямоугольной. Последнее возможно, поскольку для малых углов хорда близка к дуге окружности.

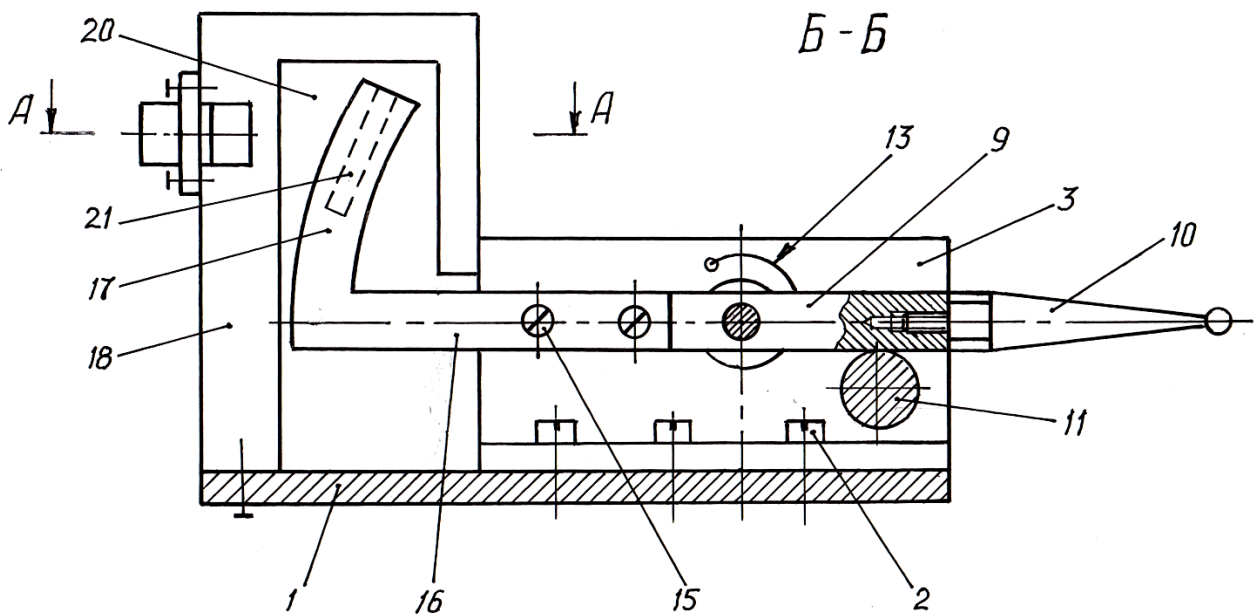


Рисунок 1. Вертикальный разрез преобразователя

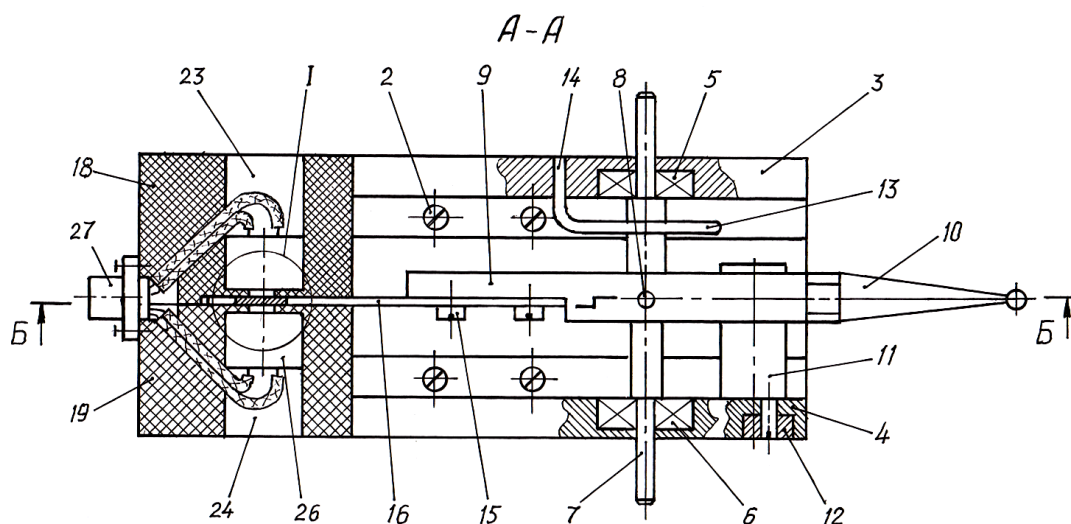


Рисунок 2. Разрез А-А по рис. 1

В расточках 23, 24 полукопусов оптического блока установлены осветитель 25 и фотоприемник 26. При выборе осветителя необходимо соблюдать требование — яркость по полю осветителя (или по части поля, ограниченного щелью) должна быть постоянной. Аналогичное требование предъявляется к фотоприемнику, но, соответственно, по фоточувствительности. В простейшем случае в качестве осветителя может быть применен полупроводниковый светодиод, а в качестве фотоприемника полупроводниковый фотодиод. Осветитель и фотоприемник монтажными проводами соединены с электрическим разъемом 27. При названных требованиях к осветителю и фотоприемнику фототок последнего будет пропорционален перемещению дуговой части 17 шторки 16, т. е. углу поворота рычага 9.

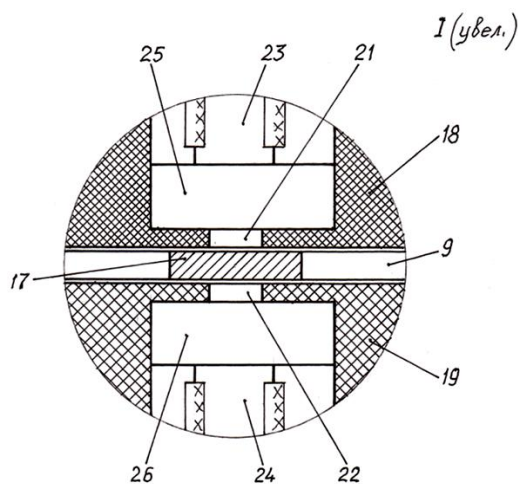


Рисунок 3. Увеличенное изображение фрагмента I по рис. 2

При измерении линейных перемещений основание 1 базируют на исследуемом объекте, а шаровой наконечник щупа 10 подводят к подвижному элементу объекта. В случае измерения угловых перемещений соединяют консольную часть вала 7 с измеряемым элементом исследуемого объекта либо с помощью фрикционного наконечника, либо с помощью гибкого вала. Заметим, что следует соблюдать направление углового перемещения, подключая соединительное звено к соответствующей консоли вала 7.

Выходной сигнал преобразователя малых перемещений используют в зависимости от целей исследования. При статических измерениях можно воспользоваться функциональной схемой рис. 4. В этом случае задавшись погрешностью дискретности устанавливают уровни напряжения задатчиком опорных напряжений 28. Задатчик представляет собой делитель, составленный из одинаковых резисторов $R_1 \dots R_n$. Фотоприемник 26 совместно с резистором R_u образует измерительную цепь 29, напряжение на R_u пропорционально углу поворота вала 7 преобразователя. Далее с помощью двух диодных ограничителей 30,31, двух усилителей 32,33, инвертора 34 и конъюнктора 35 выявляется попадание выходного сигнала измерительной цепи U_u в интервал дискретности $\Delta E_i = E_i - E_{i+1}$. Выходы конъюнкторов подключены к индикатору 36 в виде линейки светодиодов. Логическая единица на выходе i -го конъюнктора 35 образуется при условии $E_{i+1} < U_u < E_i$. В случае динамических измерений следует воспользоваться компьютерной обработкой сигналов конъюнкторов, при этом может быть учтена синусоидальная зависимость линейного перемещения щупа 10 преобразователя от угла поворота вала 7.

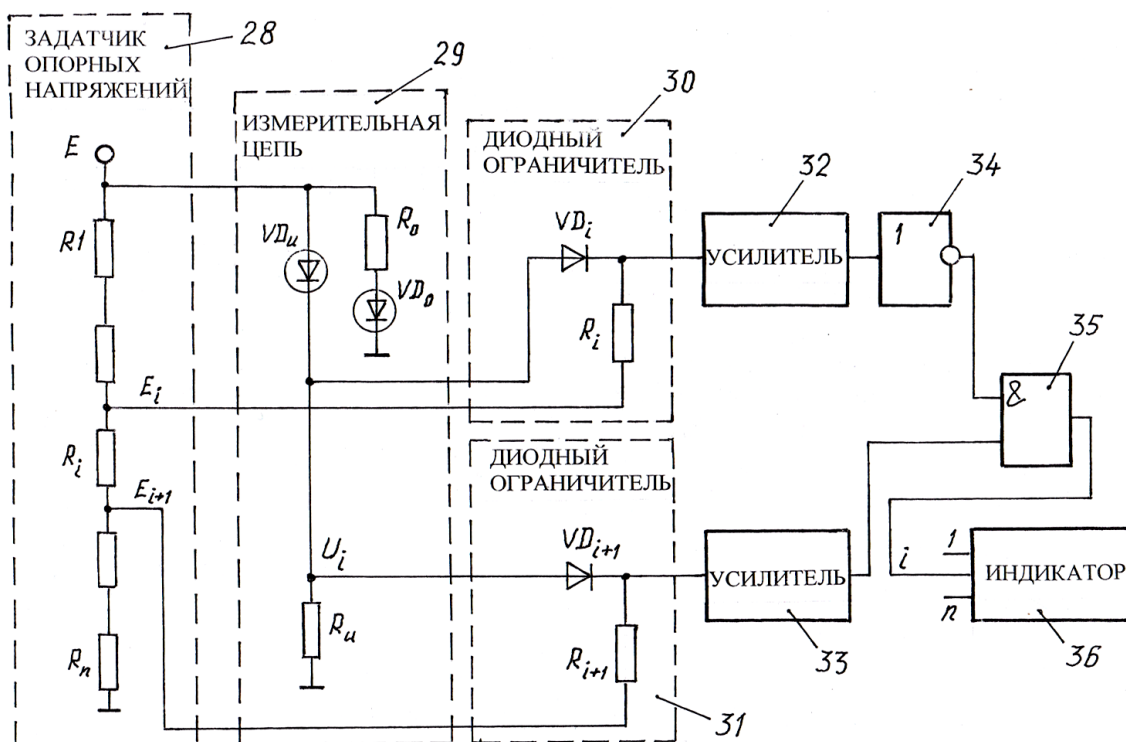


Рисунок 4. Функциональная схема электронного блока

Список литературы:

1. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие /П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. 12-е изд. стер. М.: издательский центр «Академия», 2009. — 496 с.
2. Первицкий Ю.Д. Расчет и конструирование точных механизмов: учеб. пособие 2-е изд. доп. и перераб. Л.: Машиностроение, 1976. — 456 с.
3. Устройство для измерения виброускорений. Патент RU 2 454 645С1, МПК G01М 7/02, G01Р 15/093. Опубл. 27.06.2012.
4. Щука А.А. Электроника. 2-е изд. перераб. И доп. СПб: БХВ-Петербург, 2008. — 752 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ

Потапов Георгий Кахаберович

*студент 1 курса, кафедра технико-технологических дисциплин ВлГУ,
РФ, г. Владимир
E-mail: ttd.tef@vlsu.ru*

Шарыгин Лев Николаевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, профессор ВлГУ,
РФ, г. Владимир*

В измерителях давления в качестве первичного преобразователя широкое распространение получили плоские и гофрированные мембраны. Вторичное преобразование осуществляют с применением емкостных, индуктивных, тензометрических [1, 2], оптических [3] датчиков. Аналоговая форма сигнала этих датчиков ограничивает точность измерения давления.

Предлагаем конструкцию измерителя давления с частотным преобразователем. Выходной частотный сигнал тоже можно рассматривать как аналоговый, но он с высокой точностью квантуется и дальнейшее преобразование можно проводить в цифровой форме.

Устройство первичной части измерителя давления показано на рис. 1—4. Имеется корпус 1, к которому винтами 2 присоединена скоба 3 П-образной формы. В корпусе закаткой по контуру закреплена мембрана 4. По осевой линии устройства размещено колебательное звено, представленное плоской упругой лентой (растяжкой) 5 прямоугольного сечения толщиной h и шириной b и инерционной массой (балансом) 6. Концы растяжки закреплены в тисковых зажимах. Нижний зажим (рис. 2) содержит опору 7 прямоугольного сечения в верхней части (здесь и дальше ориентация по чертежу). Имеется накладка 8, которая с помощью винтов 9 закрепляет нижний конец растяжки. Для удобства сборки ниже нижней кромки накладки в опоре выполнено глухое отверстие 10 диаметром, соответствующим сечению растяжки. Нижняя часть опоры 7 имеет цилиндрическую форму и развальцовкой закреплена по центру мембраны. Верхний зажим образован опорой 11, накладкой 12 и винтами 13. Верхняя часть опоры 11 имеет квадратное сечение с центральным резьбовым

отверстием и она размещена в отверстии квадратного сечения скобы 3. Крепление верхней опоры осуществляется винтом 14. Для базирования растяжки имеется отверстие 15.

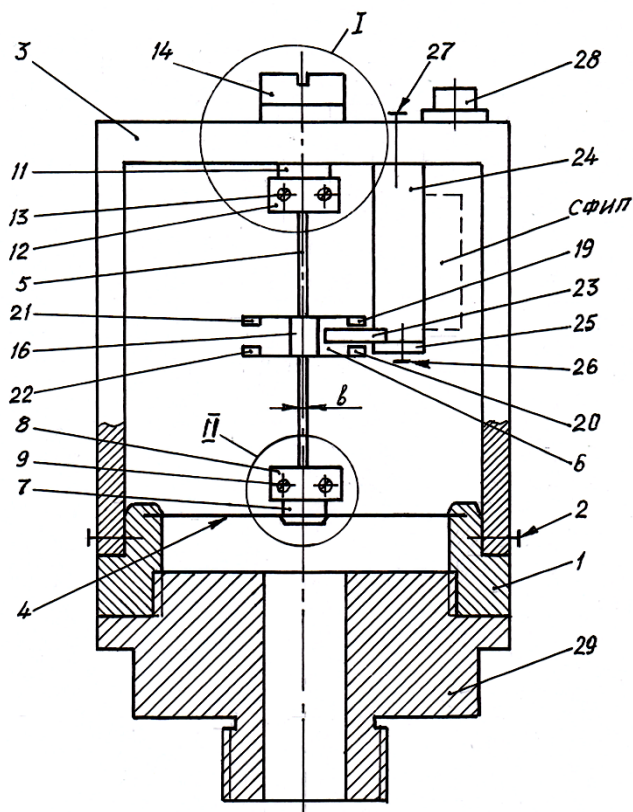


Рисунок 1. Осевой разрез измерителя давления

Конструктивно баланс представляет собой сборочную единицу, составленную магнитопроводной втулкой 16, к которой по торцам развальцовкой присоединены два плоских магнитопровода 17, 18. По одним концам этих магнитопроводов встречно прикреплены постоянные магниты 19, 20 осевой намагниченности с образованием магнитного зазора. Для приведения центра масс баланса к оси втулки 16 по другим концам магнитопроводов установлены противовесы 21, 22. Крепление баланса в средней части растяжки осуществляется полукруглыми коническими штифтами, устанавливаемыми в отверстие втулки 16 (на чертеже не показаны).

Для обеспечения автоколебательного движения баланса в его магнитный зазор помещена бескаркасная бифилярная (намотанная в два провода) катушка

23. Магниты 19, 20 и катушка образуют магнитоэлектрический привод, управление которым осуществляет электронная схема формирования импульсов привода — СФИП. Электрическая катушка закреплена в расточке электроизоляционной стойки 24 с помощью накладки 25 и винтов 26. Стойка, в свою очередь, крепится к скобе 3 винтами 27. Схема формирования импульсов привода в простейшем варианте может быть выполнена в виде электронного ключа по рис. 4 и смонтирована навесным монтажом на боковой поверхности стойки 24. Электрические выводы СФИП соединены с разъемом 28.

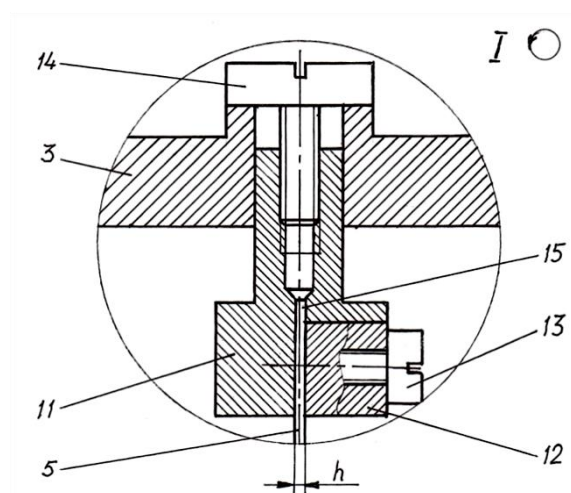


Рисунок 2. Фрагмент II по рис. 1

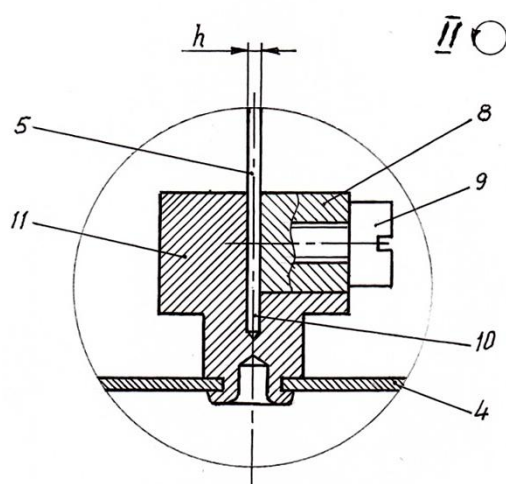


Рисунок 3 Фрагмент I по рис. 1

Присоединение измерителя давления к объекту исследования осуществляется с помощью переходника 29, который по внешней поверхности имеет шестигранную форму под стандартный гаечный ключ.

Сборку измерителя давления осуществляют в следующей последовательности:

- развальцовывают в центральном отверстии мембраны 4 опору нижнюю 7;
- закаткой крепят по внешнему контуру мембрану 4 к корпусу 1;
- присоединяют в средней части заготовки растяжки предварительно собранный баланс;
- крепят верхний конец растяжки к верхней опоре 11;
- снизу вверх вставляют верхнюю опору в квадратное отверстие скобы 3 и предварительно закручивает винт 14;
- устанавливают и крепят к корпусу 1 скобу 3;
- крепят нижний конец растяжки к нижней опоре 7;
- устанавливают предварительно смонтированную (с катушкой 23 и СФИП) стойку 24 и подпаивают выводы СФИП к разъему 28;
- винтом 14 осуществляют исходное натяжение растяжки.

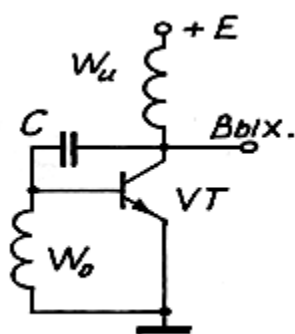


Рисунок 4. Схема формирования импульсов магнитоэлектрического привода

Последнюю операцию проводят исходя из амплитудного диапазона автоколебаний баланса. Большому натяжению растяжки соответствует большая частота автоколебаний, соответственно меньшая амплитуда автоколебаний баланса. По принципу работы магнитоэлектрического привода минимальная

амплитуда φ_{\min} баланса равна половине углового размера катушки. Поэтому, подключив СФИП к источнику электропитания E закручивают винт 14, выдерживая амплитуду баланса несколько больше φ_{\min} . Данной настройке будет соответствовать собственная частота колебаний баланса f_{\max} .

Под действием измеряемого давления исходный прогиб мембраны будет увеличиваться, следовательно, будет уменьшаться натяжение растяжки, что приведет к снижению частоты и увеличению амплитуды автоколебаний. Максимальная амплитуда φ_{\max} обычно принимается равной 270° , если при этом значении не будет превзойдено допустимое механическое напряжение в растяжке.

Таким образом, диапазон измерения давления будет определяется перепадом амплитуд $\varphi_{\max} - \varphi_{\min}$, которому в качестве выходного сигнала соответствуют частоты на выходе СФИП от f_{\max} до f_{\min} .

Найдем передаточную функцию измерителя давления. Для первичного преобразователя — мембраны — известны соотношения [5]

$$\delta = \frac{0,17 r^2}{E h_m^3} P; \quad \delta = 0,217 \frac{r^2}{E h_m^3} F; \quad (1)$$

где: r — радиус мембраны;

E — модуль упругости материала мембраны;

h_m — толщина мембраны;

P — давление;

F — сила, приложенная к центру мембраны;

δ — линейное перемещение центра мембраны.

Вторичным преобразователем является автоколебательное звено баланс-растяжка. Добротность этого звена высока в виду малых диссипативных потерь, поэтому частоту автоколебаний можно принять равной собственной частоте

$$f = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\delta}}{C}}, \quad (2)$$

где: J_{δ} — момент инерции баланса;

$$C = \frac{2}{3} \frac{bh^3G}{l} + \frac{Fb^2}{6l} \text{ — крутильная жесткость растяжки}; \quad (3)$$

здесь l, b, h — соответственно длина, ширина, и толщина растяжки;

G — модуль сдвига материала растяжки.

Расчет растяжки ведут из условия прочности [4]

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_0 + \sigma_F)^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma_{\text{доп}}], \quad (4)$$

где: σ_0, σ_F — соответственно нормальные напряжения в случае чистого изгиба и силы напряжения F ;

τ — касательные напряжения от угла поворота сечения.

Парциальные напряжения определяются по следующим формулам

$$\sigma_F = \frac{F}{bh}; \quad \sigma_0 = \frac{Eb^2}{12l^2} \varphi_{\text{max}}^2; \quad \tau = \frac{Gh}{l} \varphi_{\text{max}}. \quad (5)$$

Передаточная функция получится следующим образом. Из выражений (1) получим

$$F = 0,78r^2P. \quad (6)$$

Подставляя значение силы натяжения растяжки из формулы (3) в формулу (2), получим для частоты колебаний баланса

$$f = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\delta}}{\frac{2}{3} \frac{bh^3G}{l} + \frac{0,78b^2P}{6l}}}, \quad (7)$$

Или для периода колебаний ($T=1/f$)

$$T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2}{3} \frac{bh^3G}{l} + \frac{0,78b^2}{6l} P} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{A + B * P}, \quad (8)$$

где

$$A = \frac{2}{3} \frac{bh^3G}{lJ_\delta}; \quad B = \frac{0,78b^2}{6lJ_\delta}.$$

Обработку электрического сигнала с выхода СФИП целесообразно проводить компьютером, пользуясь выражением (8). В случае создания автономного прибора следует применить микроконтроллер, во флеш-память которого записать программу в соответствии с формулой (8).

Список литературы:

1. Беляев Н.М. Соппротивление материалов. М.: Гостехиздат, 1959. — 426 с.
2. Датчик давления. Патент RU 2137099C1, МПК G01L 7/08, 9/06. Оpubл. 10.09.1999.
3. Мембранный узел датчика давления. Патент RU 2280242C1, МПК G01L 7/08. Оpubл. 20.07.2006.
4. Микробарограф. Патент RU 2029933C1, МПК G01L 7/12. Оpubл. 27.02.1995.
5. Проектирование датчиков для измерения механических величин/Под ред. Е.П. Осадчего. М.: Машиностроение, 1979. — 480 с.

СЕКЦИЯ 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА LAN-КАБЕЛЯ

Головки Валерия Сергеевна

Федосеева Светлана Анатольевна

*магистранты 1 курса, кафедра Автоматики и управления
в технических системах СамГТУ,
РФ, г. Самара*

E-mail: adamantv@mail.ru

E-mail: charmlana@yandex.ru

Чостковский Борис Константинович

*научный руководитель, д-р техн. наук, профессор СамГТУ,
РФ, г. Самара*

В настоящей работе рассматривается задача параметрического моделирования параметров медной жилы с пористой изоляцией — диаметра изоляции и погонной емкости.

Изолированная жила является основой двухпроводной цепи, в данном случае, витой пары кабеля передачи данных (LAN-кабеля).

Наложение изоляции методом экструзии является наиболее массовой технологической операцией в кабельной промышленности. Объектом исследования является технологический процесс производства LAN-кабелей. Практически все экструзионные линии оснащены датчиками диаметра изоляции и погонной емкости, используемыми для регулирования степени пористости [5].

Цель управления — автоматическая стабилизация диаметра изоляции и степени пористости. Планируется на основе полученной параметрической

модели обеспечить оптимальные настройки регулятора на производственной линии.

Экспериментальные данные с экструзионной линии TEL-35 при изолировании провода ТППП-0,5-0,84 были предоставлены Самарской Кабельной компанией (СКК).

Реализации измеренных параметров имеют вид, показанный на рис. 1. Они позволяют построить математическую модель и осуществить имитационное моделирование технологического процесса экструзии пористой изоляции с целью оптимизации параметров законов управления данным процессом.

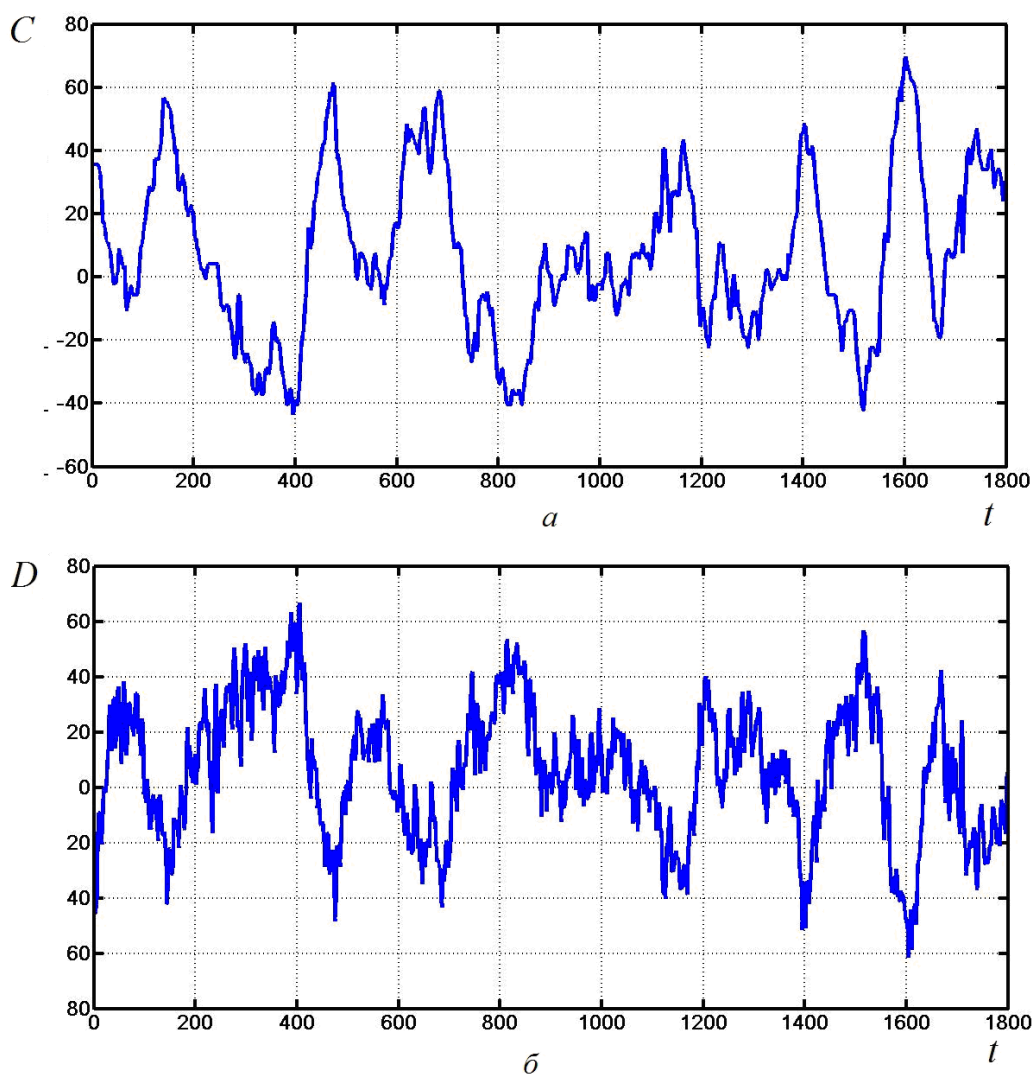


Рисунок 1. Экспериментально снятые реализации: *а* — погонная емкость $C(t)$ изолированной жилы; *б* — диаметр изоляции $D(t)$

Эксплуатационные характеристики кабеля (его частотные характеристики) могут быть оценены по известным функциям спектральных плотностей частных параметров качества: погонной емкости и диаметра изоляции.

В [4] на основе экспериментальных данных (рис. 1) были получены оценки спектральных плотностей и корреляционных функций для погонной емкости и диаметра изоляции в виде числовых массивов (рис. 2,3), которые будут использованы для построения параметрической модели. Приведенные характеристики рассматриваются в относительных величинах для наглядности отображения. Близость данных характеристик позволяет сделать выводы о том, что вариации погонной емкости в основном обусловлены вариациями диаметра изоляции, а вариации степени пористости изоляции, определяющие вариации ее диэлектрической проницаемости, малы.

Параметризация необходима, поскольку непараметрические оценки корреляционно-спектральных характеристик стационарных случайных процессов являются бесконечномерными моделями, которые неудобны для дальнейшего использования с целью синтеза и оптимизации систем управления [3].

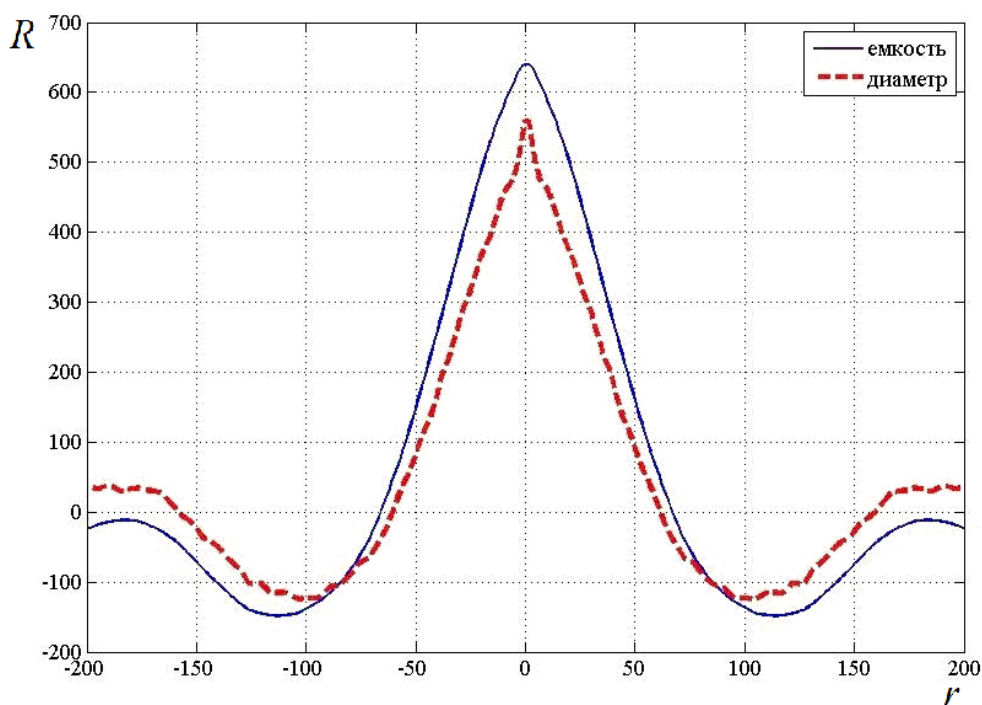


Рисунок 2. Статистические оценки корреляционных функций

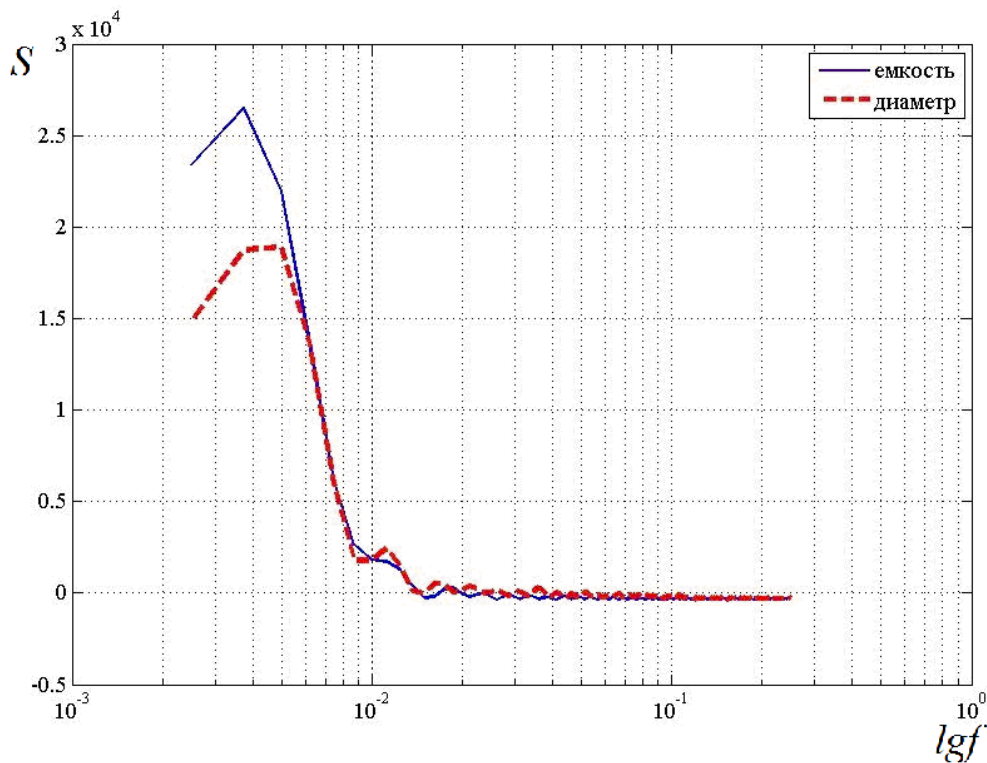


Рисунок 3. Статистические оценки спектральных плотностей

В качестве параметрической модели случайного процесса удобно использовать передаточную функцию формирующего фильтра [6]. Под формирующим фильтром понимают линейное динамическое звено, выходной сигнал которого имеет заданные корреляционно-спектральные характеристики при поступлении на вход фильтра белого шума $V(t)$, т. е. случайного процесса, корреляционная функция которого для непрерывных процессов имеет вид :

$$\hat{R}_v(\tau) = c \cdot \delta(\tau), \quad (1)$$

где: c — интенсивность белого шума;

$\delta(\tau)$ — единичный импульс (функция Дирака).

Спектральная плотность белого шума постоянна и равна интенсивности c на всех частотах [1].

Наиболее просто задача построения формирующего фильтра решается, если моделируемый случайный процесс $X(t)$ описывается одной из типовых

моделей корреляционной функции, например, экспоненциально затухающей или имеющей вид экспоненциально затухающей косинусоиды [6].

Простой математической моделью описывается случайный процесс на выходе звена первого порядка (апериодического звена) при поступлении на его вход белого шума:

$$R_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\alpha|\tau|}. \quad (2)$$

Двухсторонняя спектральная плотность данного процесса:

$$\begin{aligned} S_x(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} R_x(\tau) e^{-j2\pi f\tau} d\tau = \frac{2\alpha\sigma_x^2}{\alpha^2 + 4\pi^2 f^2} = \\ &= \frac{\sigma_x \sqrt{2\alpha}}{\alpha + j2\pi f} \cdot \frac{\sigma_x \sqrt{2\alpha}}{\alpha - j2\pi f} = \frac{\sigma_x \sqrt{\frac{2}{\alpha}}}{1 + j2\pi f \frac{1}{\alpha}} \cdot \frac{\sigma_x \sqrt{\frac{2}{\alpha}}}{1 + j2\pi f \frac{1}{\alpha}} = \left| \frac{K_F}{T_F j2\pi f + 1} \right|^2, \end{aligned} \quad (3)$$

где: K_F и T_F — параметры формирующего фильтра первого порядка, постоянная времени которого является величиной, обратной коэффициенту затухания α .

Если корреляционная функция изучаемого случайного процесса имеет колебательный характер, то обычно она описывается в виде:

$$R_x(\tau) = \sigma_x^2 e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau. \quad (4)$$

Если учесть, что

$$\cos \omega_0 \tau = \frac{e^{j\omega_0 \tau} + e^{-j\omega_0 \tau}}{2},$$

спектральная плотность данного процесса получается в виде

$$S_x(\omega) = 2\alpha\sigma_x^2 \frac{b^2 + \omega^2}{b^4 + 2(\alpha^2 - \omega_0^2)\omega^2 + \omega^4}, \quad (5)$$

где: $\omega_0 = 2\pi f$,

α — коэффициент затухания.

Рассмотрим алгоритм нахождения аналитических моделей оценок спектральных плотностей исследуемых случайных сигналов [6].

По корреляционной функции находится период колебательной составляющей, соответствующий экстремуму ее правой ветви (рис. 2). Расчет коэффициента затухания осуществляется по формуле

$$\alpha = \frac{1}{T} \cdot \ln \frac{A(t)}{A(t+T)}, \quad (6)$$

где: $A(t)$ — амплитудное значение корреляционной функции в начале периода,

$A(t+T)$ — в конце периода [2]. Значение корреляционной функции высчитывается в соответствии с дисперсией, которая равна максимальному значению корреляционной функции [1]. Находятся также угловая частота $\omega_0 = 2\pi f = 2\pi/T$ и параметр $b = \sqrt{\omega_0^2 + \alpha^2}$.

С учетом полученных расчетных данных получаем параметрические модели оценок спектральных плотностей емкости (8) и диаметра (9), пользуясь соотношением (5). Расчет производился с использованием пакета MATLAB.

$$S_C(\omega) \frac{5,819\omega^2 + 0,005}{\omega^4 - 0,002\omega^2 + 6,872 \cdot 10^{-7}}. \quad (8)$$

$$S_D(\omega) \frac{9,241\omega^2 + 0,012}{\omega^4 - 0,001\omega^2 + 1,315 \cdot 10^{-6}} \quad (9)$$

Убедимся в правильности найденных параметрических моделей (8), (9), сравнив их графики с графиками оценок спектральных плотностей на основе экспериментальных данных (рис. 4,5). Можно сделать вывод, что полученные модели адекватны ввиду идентичности экспериментальным оценкам спектральных плотностей.

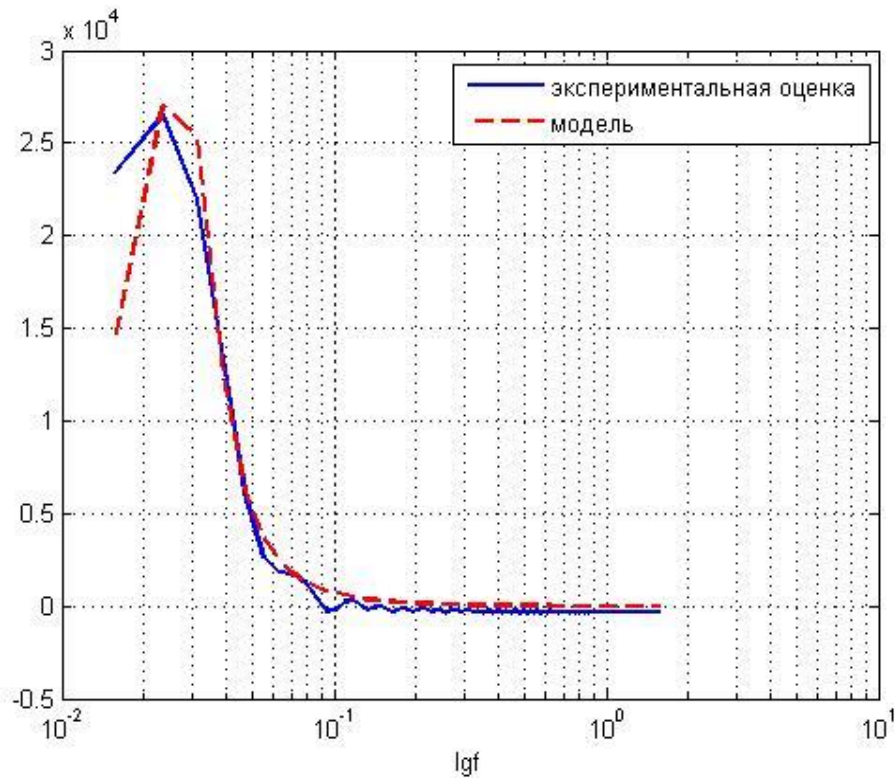


Рисунок 4. Проверка параметрической модели спектральной плотности погонной емкости на адекватность

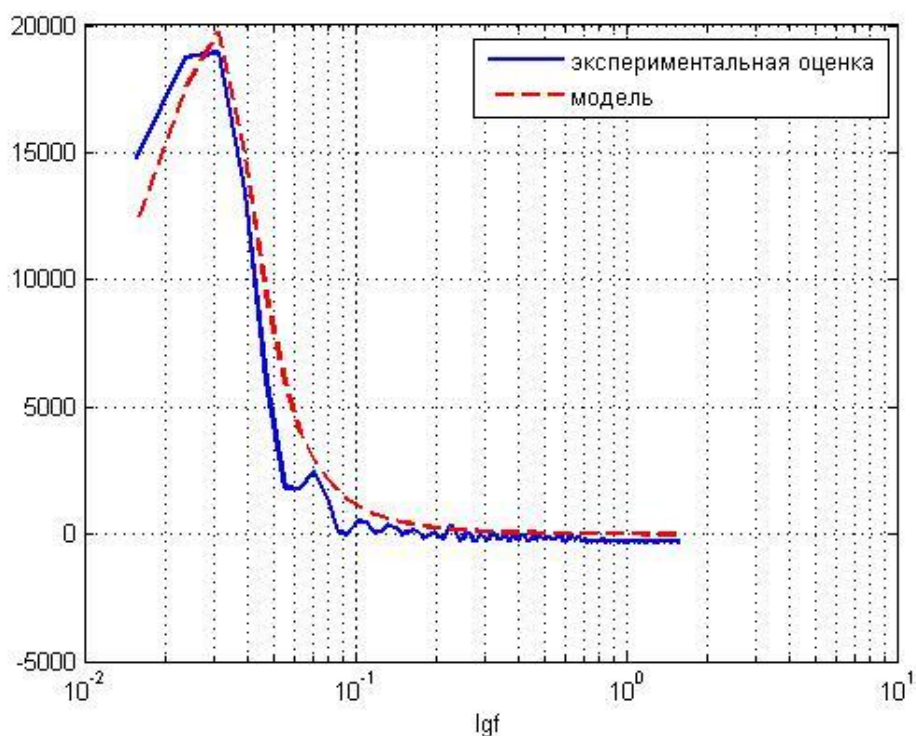


Рисунок 5. Проверка параметрической модели спектральной плотности диаметра изоляции на адекватность

На основе полученных параметрических моделей (8), (9) предполагается нахождение передаточных функций формирующих фильтров и получение окрашенных шумов, которые должны быть идентичны экспериментально снятым реализациям (рис. 1).

Параметрические модели возмущающих воздействий в виде формирующих фильтров будут найдены с целью синтеза имитационной модели системы стабилизации параметров качества LAN-кабеля.

Список литературы

1. Бендат Д., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. М: Мир, 1989. — 540 с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1990. — 478 с.
3. Чостковский Б.К., Волков С.А. Математические методы в задачах оптимизации стохастических систем: учеб. пособие. Самара: СамГТУ, 2007. — 72 с.

4. Чостковский Б.К., Головки В.С. Статистическая модель процесса изолирования жилы кабеля передачи данных // Вестник Самарского Государственного Технического университета. Серия «Технические науки». Самара: СамГТУ, — 2013. — № 2(38). — С. 33—41.
5. Чостковский Б.К. Методы и системы оптимального управления технологическими процессами производства кабелей связи: монография. М.: Машиностроение, 2009 — 190 с.
6. Чостковский Б.К. Моделирование и алгоритмизация процессов управления в стохастических системах с цифровыми регуляторами: учеб. пособие. Самара: СамГТУ, 2005 — 134 с.

СЕКЦИЯ 7. НАНОТЕХНОЛОГИИ

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ZRO₂ И «КОНТРАСТНЫХ» МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ

Чащин Вадим Олегович

*магистрант 1 курса, физико-технический факультет НИ ТГУ,
РФ, г. Томск
E-mail: chashchin91@gmail.com*

Калатур Екатерина Сергеевна

*научный руководитель, канд. техн. наук, ИФПМ СО РАН,
РФ, г. Томск*

Керамика — неорганический материал, получаемый из отформованных минеральных масс в процессе высокотемпературного обжига. В результате обжига (1200—2500 °С) формируется структура материала, и изделие приобретает необходимые физико-механические свойства.

Однако керамика — трудный в применении материал. Те же физические особенности строения и связей в атомной решетке, которые определяют ее преимущества, порождают и главный недостаток керамики как конструкционного материала — отсутствие пластичности, хрупкость.

Керамика на основе тетрагональной модификации диоксида циркония обладает уникальным сочетанием физических и механических свойств [3, с. 34], что позволяет успешно использовать ее для производства изделий конструкционного и инструментального назначения [1, с. 12]. Создание на ее основе композиционных материалов является перспективным направлением современного материаловедения.

Введением добавок можно изменять физико-механические, теплофизические, фрикционные и другие эксплуатационные характеристики базового материала. Выбор тех или иных добавок для создания композиций, отвечающих необходимым для эксплуатации требованиям, связан с их влиянием на свойства

композиции. Пористая керамика, пропитанная термостойкими полимерами, обладает высокой прочностью и стойкостью к термическому удару [2, с. 123]. На сегодняшний день нет материала, которому свойственна одновременно высокая биологическая активность и приемлемые прочностные свойства. Это обуславливает возрастающий интерес исследователей к биологически инертным материалам, к числу которых относится керамика ZrO_2 .

Основным направлением в области создания искусственных имплантатов является создание двухфазного материала с резко различающимися свойствами составляющих его фаз.

Целью работы являлось исследование деформационного поведения и механических свойств пористой керамики $ZrO_2(Y_2O_3)$ и «контрастных» материалов на ее основе.

В качестве материала для исследований была выбрана пористая керамика на основе диоксида циркония, полученная из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$, полученного методом плазмохимии. Образцы керамики были получены прессованием порошка и последующим спеканием прессовок в интервале температур 1400—1600 °С и изотермической выдержки от 1 до 5 часов. Пористость в керамике изменялась варьированием температуры спекания прессовок и составляла от 30 до 80 %.

В качестве материала для пропитки использовалась гелеобразующая композиция «ГАЛКА», представляющая собой маловязкий раствор, содержащий соль алюминия, карбамид и некоторые добавки. Введение геля в образцы пористой керамики осуществлялось методом пропитки в течение суток. Далее с целью гелеобразования производился отжиг пропитанных образцов при температуре 80 °С в течение часа, охлаждение происходило с печью.

Механические испытания на одноосное сжатие проводились на универсальной испытательной машине «Instron-1185» с постоянной скоростью нагружения $4 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$. Исследования структуры керамик осуществлялись на растровом электронном микроскопе Philips SEM 515.

Структура пористой керамики, полученной из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$, представляла собой ячеистый каркас, сформированный укладкой полых сферических частиц порошка. Ячейки имели нерегулярную форму и распределялись неравномерно по всему объему материала.

На рис. 1 изображены структуры образцов керамики $ZrO_2(Y_2O_3)$. Размер ячеек во много раз превышал толщину их стенок, представляющую собой однослойную укладку зерен ZrO_2 .

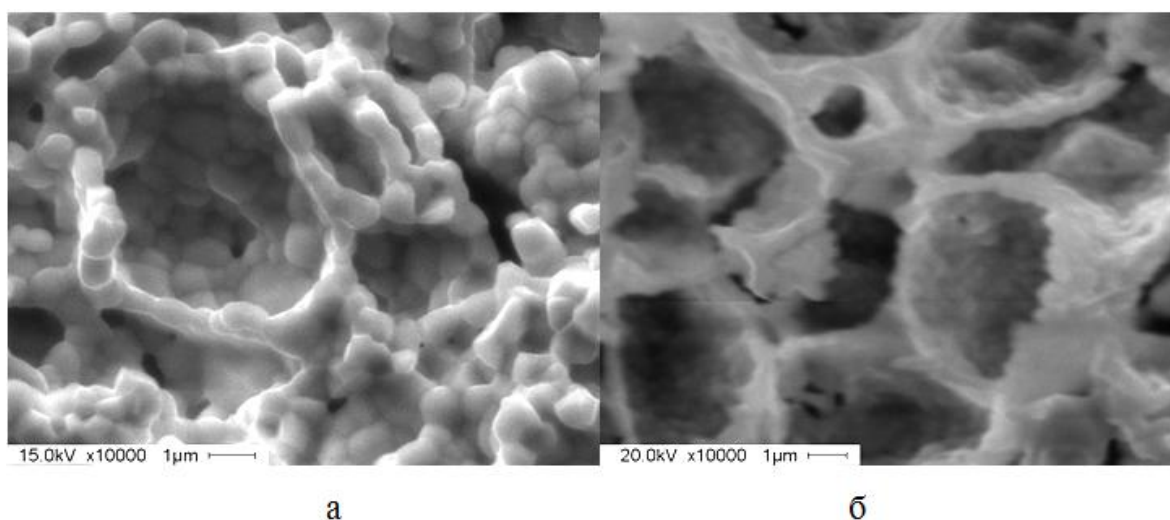


Рисунок 1. Изображения образцов керамики, полученной из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$:

а) Пористость = 30 % ($T_{сн.} = 1600^{\circ}C$), б) Пористость = 80 % ($T_{сн.} = 1400^{\circ}C$)

Формирование ячеистой структуры, наблюдалось при спекании образцов керамик в интервале от 1400 до 1600 °С при изотермической выдержке от 1 до 5 ч.

Кроме пустот в ячейках в керамике присутствовали 2 вида эквипартичных пор: поры, сформированные крупными частицами порошка, и поры, сформированные мелкими частицами порошка. При пористости $\approx 35\%$ средний размер ячеистых пустот в образцах керамики составил ≈ 2 мкм, а при пористости $\approx 80\%$, около 7 мкм.

В ходе механических испытаний были получены следующие деформационные диаграммы сжатия образцов керамики с пористостью от 30 до 80 % (рис. 2).

В начале деформационных диаграмм керамик имеется участок нелинейной связи между напряжением и деформацией.

При циклическом нагружении исследуемых пористых керамик на участке нелинейной связи между напряжением и деформацией до значений деформации, соответствующей окончанию нелинейного участка ε_1 , остаточной деформации не обнаружено, что говорит о нелинейно-упругом поведении исследуемой керамики (рис. 3).

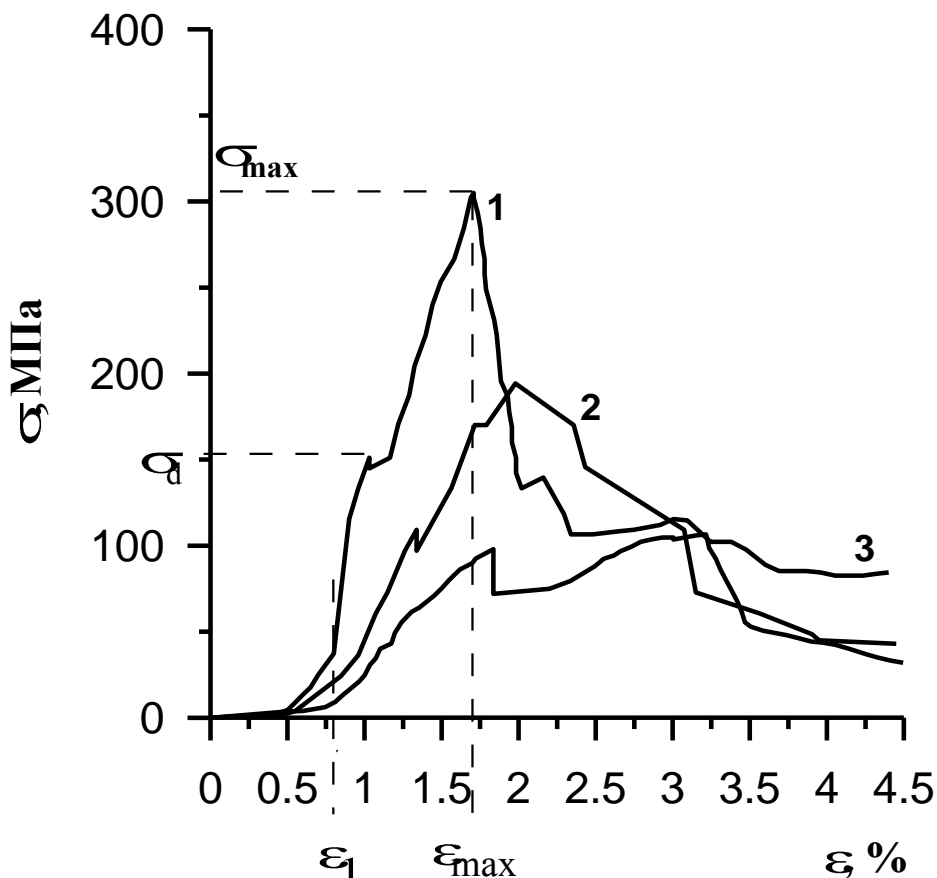


Рисунок 2. Деформационные диаграммы при сжатии пористой керамики $ZrO_2(Y_2O_3)$ с пористостью: 1 — 35 %; 2 — 60 %; 3 — 80 %

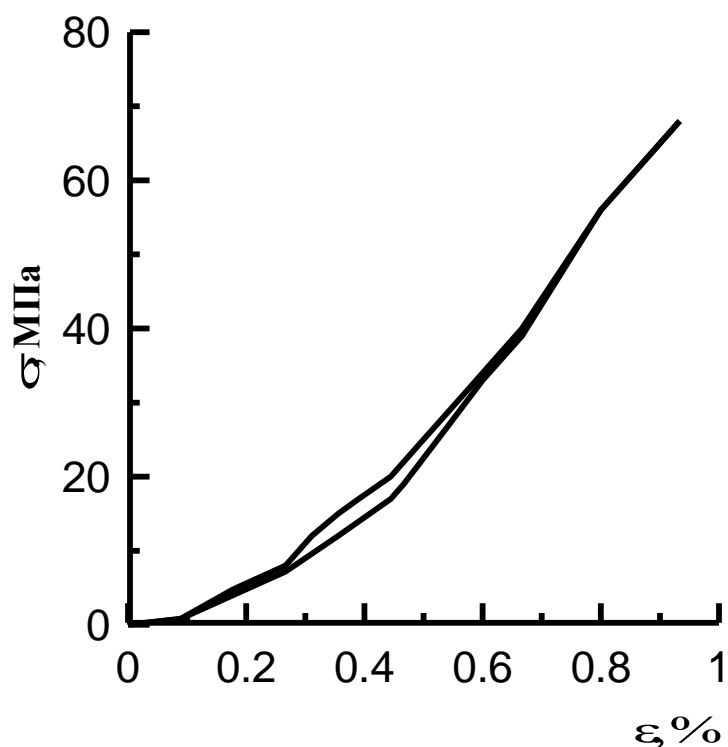


Рисунок 3. Диаграмма деформирования при циклическом нагружении пористой керамики, полученной из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$, с пористостью $\approx 30\%$

Также на деформационных диаграммах исследуемой пористой керамики присутствуют вертикальные участки сброса напряжения, связанные с появлением микроповреждений в материале.

Анализ деформационных диаграмм показал, что количество и протяженность вертикальных участков уменьшались с увеличением объема порового пространства в образцах.

Увеличением объема порового пространства от ≈ 30 до 80% приводит к снижению напряжения, отвечающего возникновению первых микроповреждений в образцах пористой керамики σ_d от ≈ 200 до 50 МПа и максимального напряжения σ_{max} от ≈ 350 до 50 МПа для керамик (рис. 4).

Значения σ_{max} и σ_d совпадали при объемной доле пор более $\approx 60\%$, т. е. из-за невысокой прочности материала ≈ 50 МПа появление первых микроповреждений ведет к разрушению материала.

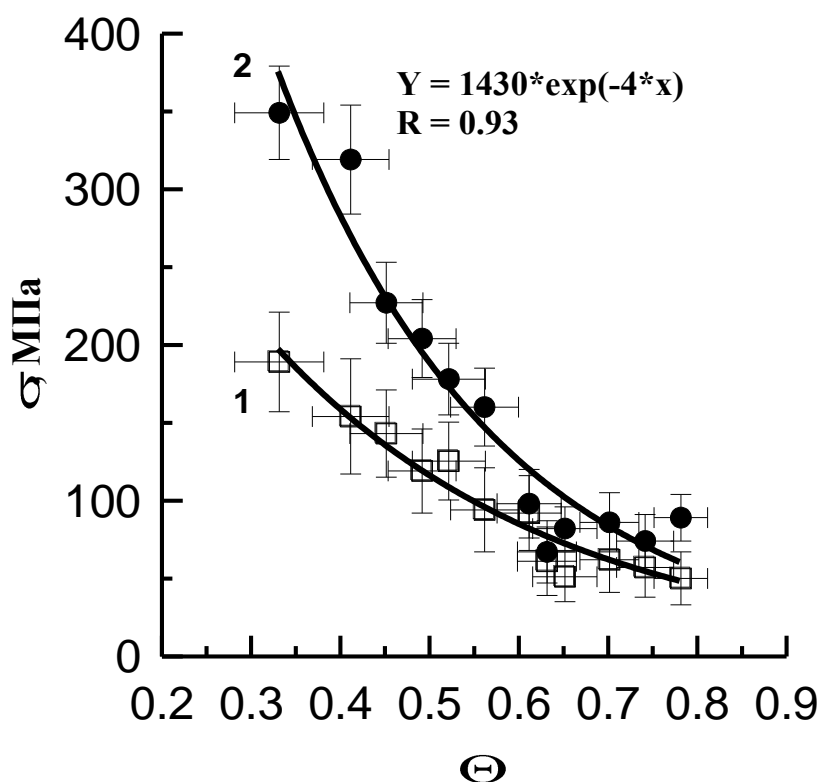


Рисунок 4. Зависимости величины σ_d (1), и σ_{max} (2) от объема порового пространства в керамике, полученной из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$

С увеличением объема порового пространства происходит рост величины предельной деформации ε_{max} до $\approx 4\%$ (рис. 5).

С увеличением объема порового пространства от ≈ 30 до 50% происходит уменьшение значений деформации, соответствующей участку нелинейной связи между напряжением и деформацией, ε_1 от ≈ 1.5 до $0,5\%$, при дальнейшем увеличении пористости величина деформации, соответствующая окончанию участка нелинейной связи между напряжением и деформацией, практически не изменяется и составляет $\approx 0,5\%$.

При увеличении объема порового пространства от ≈ 30 до 55% происходило уменьшение величины модуля упругости от ≈ 60 до 5 ГПа, дальнейший рост объема порового пространства до $\approx 80\%$ практически не сказывался на величине модуля упругости, которая составила ≈ 3 ГПа (рис. 6).

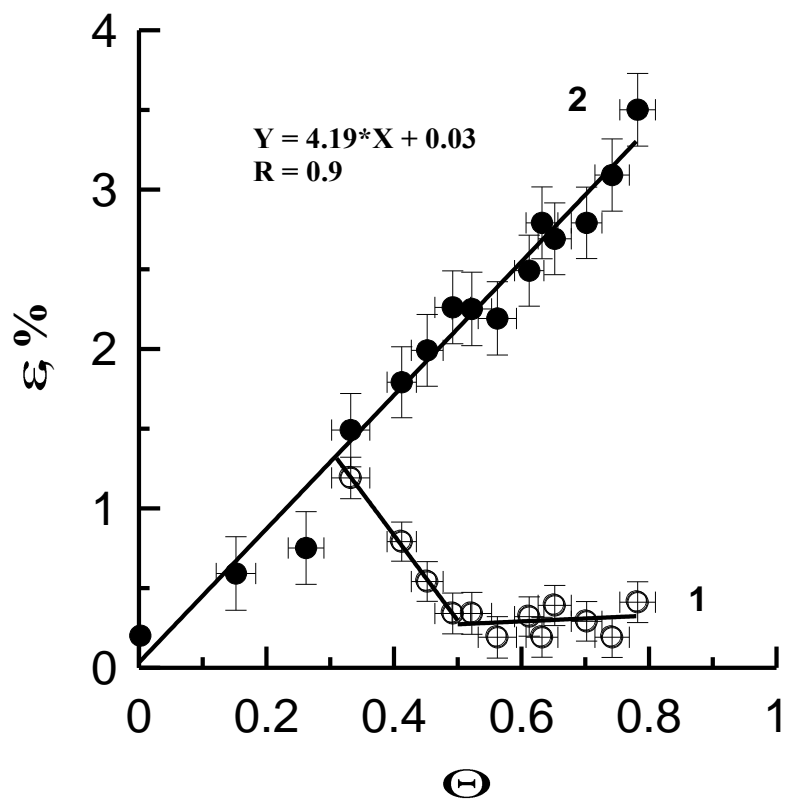


Рисунок 5. Зависимости ϵ_1 (1) и ϵ_{max} (2) от объема порового пространства в керамике, полученной из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$

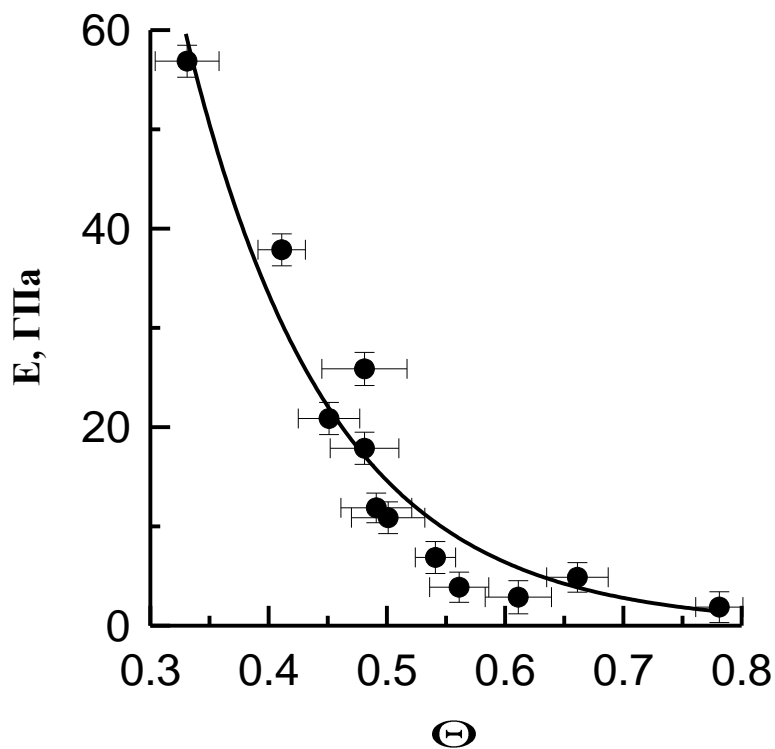


Рисунок 6. Зависимость величины модуля упругости от объема порового пространства в керамике, полученной из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$

В результате введения в керамики гелеобразной составляющей на деформационных диаграммах отсутствовали начальный участок нелинейной связи между напряжением и деформацией и вертикальные отрезки сброса напряжения на участках активной деформации (рис. 7).

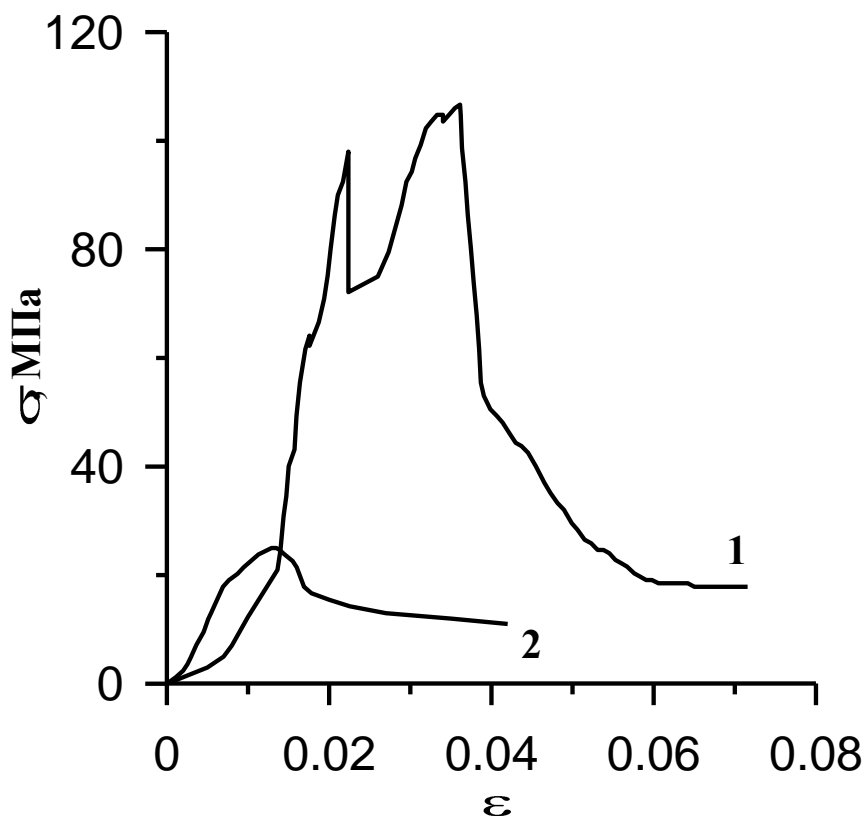


Рисунок 7. Деформационные диаграммы характерные для образцов пористой керамики $ZrO_2(Y_2O_3)$ с пористостью $\approx 80\%$: 1) пористая керамика, полученная из мелкокристаллического порошка $ZrO_2(Y_2O_3)$; 2) «контрастный» материал

С увеличением объемной доли гелеобразной составляющей от ≈ 30 до 80% величина максимальных напряжений для «контрастных» материалов практически не менялась и составляла ≈ 35 МПа (рис. 8).

При изменении объемной доли гелеобразной составляющей в «контрастных» материалах величины модуля упругости не изменяется и составляет в среднем $3,5$ ГПа (рис. 9).

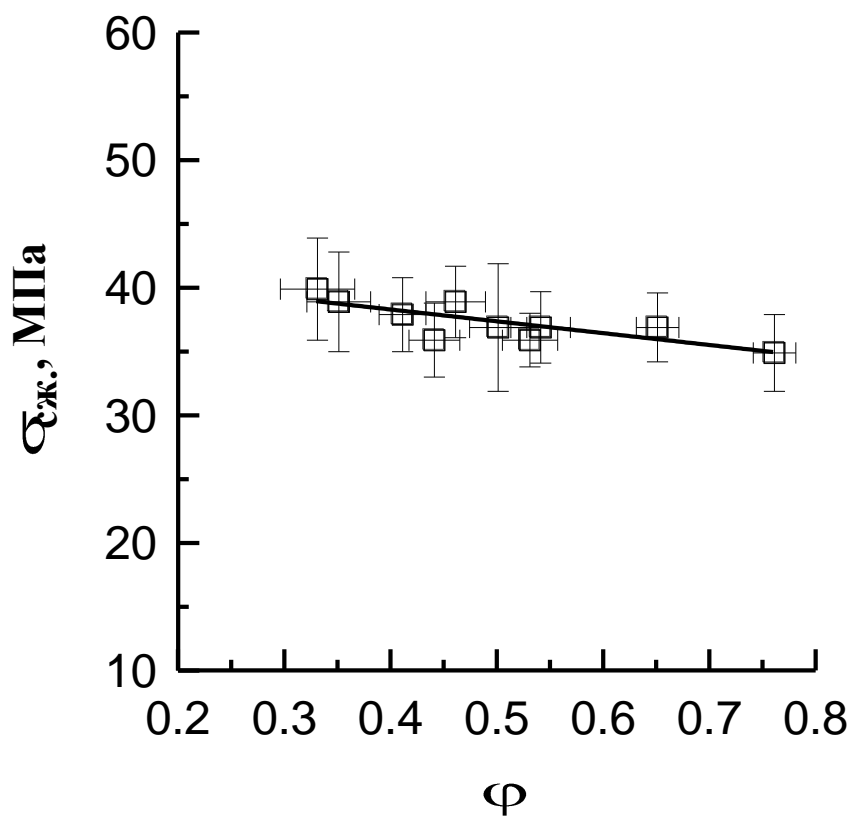


Рисунок 8. Зависимость максимально достигаемых напряжений от объемной доли гелеобразной составляющей в «контрастных» материалах

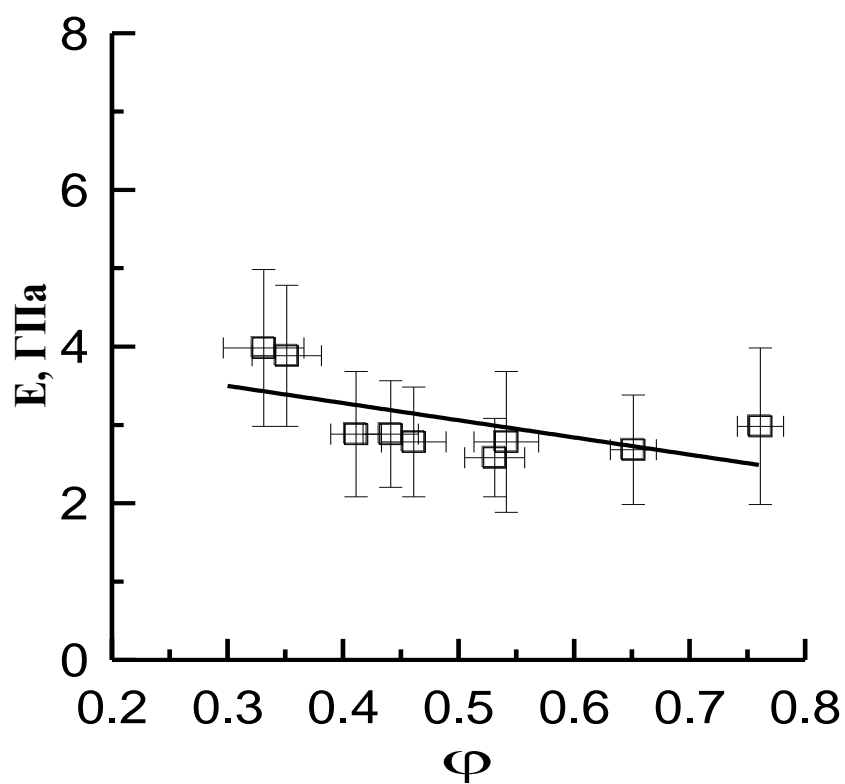


Рисунок 9. Зависимость величины модуля упругости от объемной доли гелеобразной составляющей в «контрастных» материалах

Список литературы:

1. Константинова Т.Е. Формирование структуры керамики ZrO_2 — 3 мол. % Y_2O_3 в процессе спекания и особенности ее разрушения / Т.Е. Константинова, И.А. Даниленко // Огнеупоры и техническая керамика. — 2001. — № 3. — С. 12—16
2. Неметаллические конструкционные материалы: [учеб. пособие] / Б.Б. Бобович М.: МГИУ, 2009. — 384 с.
3. Перколяционные переходы в поровой структуре керамики и ее физико-механические свойства / С.Н. Кульков [и др.] // Письма в ЖТФ. — 2011. — Т. 37, — вып. 8. — С. 34—40.

СЕКЦИЯ 8.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА

Разумова Анна Ивановна

*магистр 1 курса, кафедра Технология продуктов питания, ЮЗГУ,
РФ, г. Курск*

E-mail: belkarazym@mail.ru

Авилова Инга Анатольевна

*научный руководитель, д-р биол. наук, профессор, ЮЗГУ,
РФ, г. Курск*

Хлеб является основным продуктом питания, потребляемым ежедневно. За всю жизнь человек потребляет в общей сложности 15 т хлеба, причем основную часть — вместе с другими продуктами питания, то есть хлеб выступает как необходимая добавка почти к любой пище [5].

Суточная потребность хлеба в разных странах составляет от 150 до 500 г на душу населения.

В России его потребляют традиционно много — 120—125 кг в год (325—345 г в сутки), в том числе для городского населения 98—100 кг в год (245—278 г в сутки), для сельского 195—205 кг в год (490—540 г в сутки). Эти нормы зависят от возраста, пола, степени физической и умственной нагрузки, климатических особенностей мест проживания [3].

Пищевая ценность хлеба, как и всякого пищевого продукта, определяется в первую очередь его калорийностью, усвояемостью и содержанием в нем дополнительных факторов питания: витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот. Потребление хлеба обеспечивают получение в среднем 33,5 % потребной человеку энергии (1000—1200 ккал или 4100—5000 кДж), около 30 % белков (то есть большую часть потребности в растительных белках), 33—38 % необходимого количества фосфора, железа,

витаминов группы В и РР (при условии потребления хлеба из муки обойной и обдирной), а также значительную часть кальция, магния, микроэлементов и витаминов Е, Н, В₆ и другие [1].

Хлебопекарная промышленность нашей страны выпекает около 800 наименований хлебных, булочных, бараночных, сухарных, диетических и национальных хлебных изделий [2].

В последние годы в хлебопекарной промышленности находят широкое применение улучшители, пищевые добавки, обогатители различного принципа действия. Необходимость применения которых обусловлена распространением однофазных ускоренных способов приготовления теста, нестабильным качеством муки и другого сырья, используемого в производстве хлебобулочных изделий, производство хлеба для потребителей с различными заболеваниями, расширением ассортимента вырабатываемой продукции, продление срока хранения свежести изделиями [4].

Улучшители — это природные или синтезированные вещества, преднамеренно вводимые в пищевые продукты и позволяющие регулировать функциональные свойства пищевых продуктов. Они интенсифицируют технологический процесс производства хлеба; регулируют реологические свойства теста; усиливают цвет и запах хлеба; улучшают форму и объём изделий; улучшают структуру и свойства мякиша; усиливают степень свежести хлеба.

Необходимо грамотно использовать улучшители, корректируя различные отклонения в качестве основного и дополнительного сырья; правильно подбирать улучшители, чтобы не ухудшить качество готовых изделий.

В качестве объекта исследований использовался хлеб «Полевой», который вырабатывают из смеси муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и ржаной обдирной по ГОСТу 28807-90. Хлеб формовой, имеет продолговато-прямоугольную форму, размеры которого 24—26 см в длину и 10—12 см в ширину, высота около 8—10 см, массой 0,6 кг. Соотношение муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и ржаной обдирной 80:20.

Исследования включают 4 варианта, схема опыта представлена в таблице № 1. Технология производства хлеба «Полевой» состоит из следующих шести этапов: 1. Приём и хранение сырья; 2. Подготовка сырья к пуску в производство; 3. Приготовление теста; 4. Разделка теста (формование тестовых заготовок); 5. Расстойка и выпечка; 6. Хранение выпеченных изделий и отправка их в торговую сеть.

Таблица 1.

Схема опыта

Рецептура хлеба «Полевой»	Варианты опыта			
	1. Хлеб стандартный (контроль)	2. Хлеб стандартный с улучшителем	3. Хлеб с дрожжами низкого качества	4. Хлеб с дрожжами низкого качества, с добавлением улучшителя
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, кг	80 нормальная	80 нормальная	80 Короткорвущаяся клейковина	80 Короткорвущаяся клейковина
Мука ржаная обдирная, кг	20	20	20	20
Дрожжи прес-сованные, кг	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль, кг	1,5	1,5	1,5	1,5
Улучшитель, кг	-	0,3	-	0,3

Технология производства хлеба «Полевой» во втором варианте отличалась от первого тем, что при замесе теста в количестве 300 граммов на 100 кг муки вводился мажемикс «ослабление клейковины» в сухом виде.

Технология производства хлеба «Полевой» в третьем варианте отличается от первого тем, что в рецептуре использовалась мука с короткорвущейся клейковиной.

Технология производства хлеба «Полевой» в четвёртом варианте отличалась от первого тем, что в рецептуре использовалась мука с короткорвущейся клейковиной, и в тесто в виде сухого порошка в количестве

300 граммов на 100 кг муки вводился улучшитель мажемикс «ослабление клейковины».

Хлеб «Полевой», который вырабатывают из смеси муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и ржаной обдирной по ГОСТу 28807-90 должен отвечать следующим показателям качества: влажность мякиша — не более 48 %; кислотность не более — 6 градусов; пористость — не менее 68 %.

Одним из основных этапов производства хлеба является замес теста. Замес теста осуществляется на тестомесильных машинах с целью получения из компонентов рецептуры, однородного по своей массе и структуре теста. После замеса тесто подвергается брожению. Брожение осуществляется с целью получения теста с оптимальными органолептическими и реологическими свойствами. Эти свойства тесто приобретает в результате спиртового и молочнокислого брожения, вызываемых дрожжевыми клетками и молочнокислыми бактериями. Контроль над брожением теста осуществляется по органолептическим показателям (запах, структура, увеличение в объёме, вкус), влажности и кислотности. От качества теста зависит качество готового хлеба.

На продолжительность брожения большое влияние оказывает качество сырья, применяемая технология, температура теста.

Время брожения теста определяется по конечной температуре и кислотности. Для производства хлеба «Полевой» согласно производственной инструкции начальная температура теста должна быть 27 °С, заканчивается брожение теста при температуре 30 °С. Влажность теста должна составлять 49 %, кислотность 4,5 градуса. Оптимальное время брожения теста для хлеба «Полевой» с хорошим исходным сырьём составляет 60 минут, при этом выход теста будет 164 %.

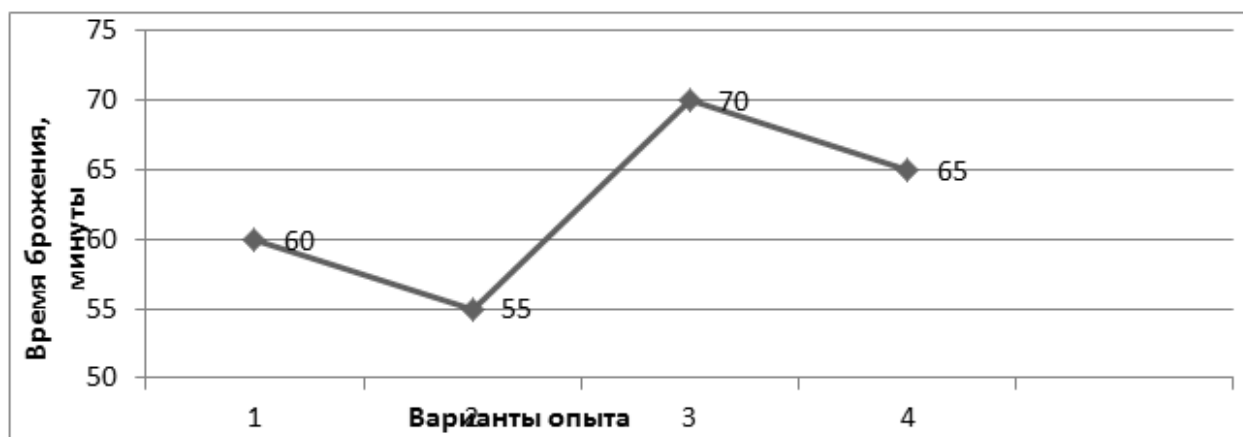


Рисунок 1. Влияние варианта опыта на продолжительность брожения теста

Как видно из данных рисунка 1 минимальное время брожения теста мы наблюдаем во втором варианте. В третьем варианте время брожения теста было максимальным, оно превышало контрольный вариант на 10 мин, это различие во времени связано с использованием муки низкого качества, вследствие чего тесто плохо подходило и не набирало необходимой температуры. В четвёртом варианте время брожения по сравнению с третьим было на 5 минут меньше, но оно также превышало контрольный вариант на 5 минут. Здесь по сравнению с третьим вариантом отмечается сокращение времени брожения, это вероятно связано с аскорбиновой кислотой, входящей в состав улучшителя мажемикс

При брожении теста под действием фермента аскорбиноксидаза аскорбиновая кислота переходит в неустойчивую дегидроаскорбиновую кислоту, действующую как окислитель. Распад аскорбиновой кислоты оказывает улучшающее влияние на качество теста путём воздействия на β -амилазу.

Анализируя данный рисунок можно сделать вывод о том, что применение улучшителя мажемикс «ослабление клейковины» при производстве хлеба «Полевой» приводит к сокращению времени брожения теста во втором варианте и позволяет приблизить время брожения теста в четвёртом варианте к контрольному.

По вариантам опыта изменялись и физико-химические показатели теста, которые представлены в таблице № 2

Таблица 2.

Влияние варианта опыта на физико-химические свойства теста

Варианты опыта	Влажность, %	Отклонение от ГОСТа	Кислотность, град	Отклонение от ГОСТа
1	49	—	4,5	—
2	49	—	4,5	—
3	52	+3	5,0	+0,5
4	50	+1	4,6	+0,1
ГОСТ		49		4,4—4,5

Как видно из данных таблицы № 2 в исследуемых вариантах влажность и кислотность теста были различные. Во втором и первом вариантах мы получаем тесто, которое по влажности и кислотности отвечало оптимальным требованиям. В третьем варианте мы наблюдаем повышение влажности и кислотности теста. Влажность была на 3 %, а кислотность на 0,5° выше контрольного образца. Это может быть связано с использованием муки низкого качества, в результате чего в тесте накапливается большое количество водорастворимых веществ. Повышение кислотности связано с тем, что в процессе своей жизнедеятельности кислотообразующие бактерии расщепляют глюкозу с образованием молочной кислоты. Одновременно в тесте в качестве побочных продуктов накапливается и некоторое количество других органических кислот: уксусной, янтарной, яблочной, лимонной, винной, муравьиной. А так как время брожения в данном варианте было дольше, то и содержание вышеуказанных кислот было больше. В четвёртом варианте можно наблюдать улучшение физико-химических свойств теста и приближение их показателей к контрольному варианту по сравнению с третьим вариантом. Это связано с применением улучшителя, который сократил время брожения теста и улучшил его показатели.

По вариантам опыта наблюдается и изменение выхода теста, данные по выходам теста представлены на рисунке 2.

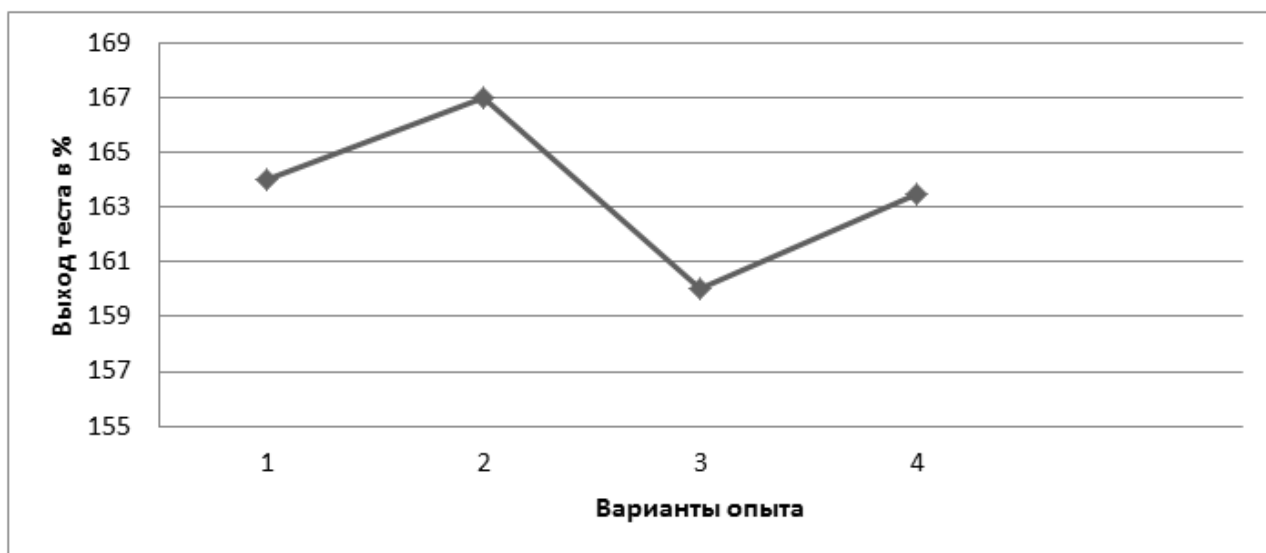


Рисунок 2. Выход теста по вариантам опыта

Как показано на рисунке 2, видно, что максимальный выход теста был получен во втором варианте, он превышал контрольный вариант на 3 %. В третьем варианте выход теста был минимальным, на 4 % ниже контроля. В четвёртом варианте, где мы использовали муку низкого качества и улучшитель, выход теста по сравнению с третьим (где также была мука низкого качества) был на 3,5 % выше и лишь на 0,5 % ниже контроля. Проанализировав данный рисунок можно сделать вывод о том, что применение улучшителя мажемикс «ослабление клейковины» при производстве хлеба «Полевой» приводит к увеличению выхода теста. Ведь в исследуемом четвёртом варианте именно применение улучшителя позволило получить выход теста близкий к выходу теста в контрольном варианте, а второй вариант показал больший выход из всех исследуемых вариантов.

Качество хлеба и основные методы оценки качества регулируются стандартами. Органолептические показатели определяются при осмотре и дегустации хлеба. При этом оценивают внешний вид хлеба, состояние мякиша, вкус и запах. Органолептические показатели качества изделий оказывают очень большое влияние на потребительскую потребность товара. Ведь все покупают лишь ту продукцию, у которой хороший внешний вид, а также удовлетворяющие наши потребности вкус и запах.

Наилучшие показатели органолептической оценки хлеба «Полевой» отмечаются во втором варианте. Хлеб имел гладкую и золотистую корочку, был с однородной и тонкостенной пористостью, с явно выраженным вкусом и запахом. Первый вариант по органолептическим показателям отвечал требованиям к хлебу «Полевой», отмеченные в ГОСТе 28807-90. Самым худшим по органолептическим показателям оказался вариант три, хлеб был неравномерно окрашен, на корке имелись надрывы, поверхность хлеба у данного образца была шероховатая, мякиш был не эластичным, с пустотами, хлеб имел кисловатый привкус и запах. Сравнивая между собой третий и четвёртый варианты, можно отметить, что в последнем хлеб имел гладкую поверхность, мякиш был без пустот и уплотнений, не липкий, с развитой пористостью. Вкус и запах были свойственны данному виду хлеба.

Можно сделать следующий вывод, что применение улучшителя мажемикс «ослабление клейковины» при производстве хлеба «Полевой» ведёт к улучшению его органолептических свойств: внешнего вида, вкуса, запаха, состояние мякиша и поверхности.

Физико-химические показатели качества хлеба характеризуют строгое соблюдение рецептуры и ведения технологического процесса хлебопекарными предприятиями. К данной группе относят следующие показатели: влажность, кислотность и пористость.

Данные по физико-химическим показателям хлеба «Полевой» по вариантам опыта отмечены в таблице № 3

Хлеб во всех исследуемых вариантах по кислотности отвечали требованиям и не превышали 6°. Влажность хлеба «Полевой» была также в пределах ГОСТа, за исключением третьего варианта. Аналогичная ситуация наблюдалась и по пористости, в третьем варианте она также была ниже требований ГОСТа.

Таблица 3.**Влияние вариантов опыта на физико-химические свойства хлеба
«Полевой»**

Варианты опыта	Влажность, %	Кислотность, град	Пористость, %
1 вариант (контроль)	48	5,5	68
2 вариант (с использованием улучшителя)	48	5,3	70
3 вариант (с дрожжами низкого качества)	50	6,0	66
4 вариант (с дрожжами ноского качества + улучшитель)	48	5,7	68
ГОСТ	Не более 48	5,5-6,0	Не менее 68

Во втором варианте хлеб «Полевой» имел лучшие физико-химические показатели. Увеличение пористости происходит за счёт усиленного выделения диоксида углерода вследствие активизации жизнедеятельной микрофлоры, теплового расширения пузырьков воздуха и диоксида углерода, перехода в газообразное состояние этилового спирта, образующегося в результате продолжающегося в начальный период выпечки процесса спиртового брожения, с последующим термическим расширением его паров. В третьем варианте хлеб «Полевой» по влажности и пористости уступал всем вариантам, кислотность была максимальной из всех вариантов и соответствовала верхнему пределу ГОСТа. В четвёртом варианте, где мы использовали муку низкого качества и улучшитель мажемикс, хлеб «Полевой» соответствовал требованиям. Проанализировав данные таблицы можно сделать вывод, что именно действие улучшителя мажемикс «ослабление клейковины» позволило четвёртому варианту по физико-химическим показателям качества хлеба отвечать требованиям ГОСТа 28807-90, а во втором варианте показать наилучшие показатели.

Выход хлеба является одним из основных технико-экономических показателей работы хлебопекарного предприятия. Под выходом хлеба понимают массу готовых изделий, выраженную в процентах к массе израсходованной муки (обычно на 100 кг муки).

Влияние улучшителя мажемикс «ослабление клейковины» на выход хлеба «Полевой» представлено на рисунке 3.

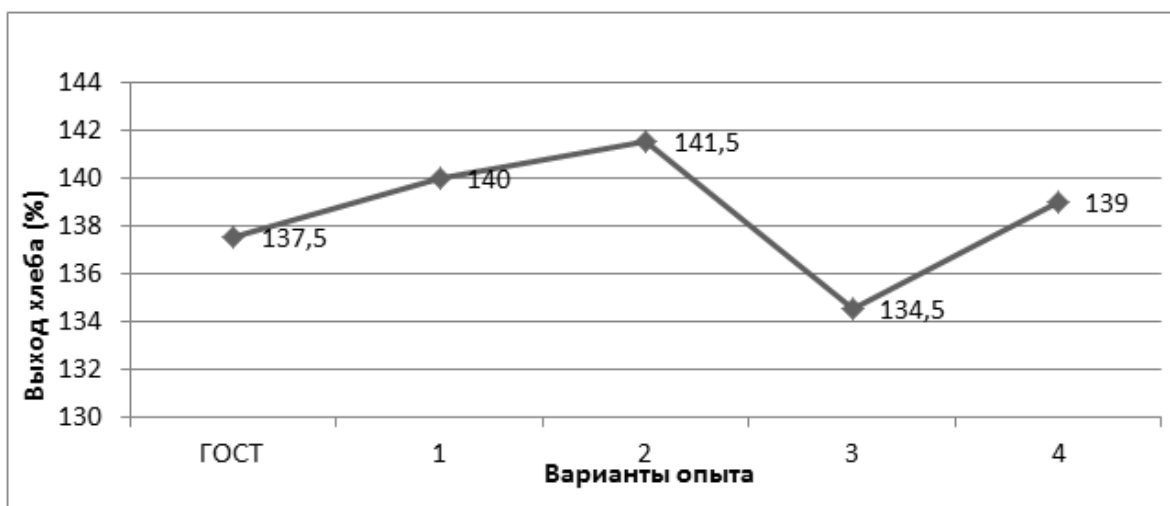


Рисунок 3. Выход хлеба по вариантам опыта

По данным рисунка 3 видно что, максимальный выход хлеба мы получили во втором варианте, который был на 4 % выше ГОСТа. При сравнении третьего и четвёртого варианта мы видим, что последний был выше третьего варианта на 4,5 % и лишь на 1 % был меньше контроля. Проанализировав данный рисунок можно сделать следующий вывод, что применение улучшителя маже-микс при производстве хлеба «Полевой» приводит к увеличению его выхода.

Таким образом, применение пищевых добавок приводит к существенному улучшению качественных показателей хлебобулочных изделий, а также могут применяться при использовании сырья с низким качеством для соблюдения нормативов предъявляемых к хлебобулочным изделиям.

Список литературы:

1. Рукосуев А.Н. Товароведение зерномучных и хлебных товаров: учебник. М.: Экономика, 1973. — 320 с.
2. Технология хлебопекарного производства / Под ред. Н.М. Личко. М.: Колос, 2000. — 552 с.
3. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства: Учеб. для нач. проф. образования. М.: Профобриздат, 2001. — 432 с.
4. Черных В., Цэцгээ Д. Улучшение качества мучных национальных изделий //Хлебопродукты. — 2007. — № 4. — С. 45—47.
5. Шилкина Е. Ингридиенты для улучшения качества хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты. — 2007. — № 12. — С. 40—43.

СЕКЦИЯ 9.

РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ P-N-ПЕРЕХОДА

Скотарев Иван Николаевич

*студент 2 курса, кафедра автоматики, электроники и метрологии СтГАУ,
РФ, г. Ставрополь
E-mail: dragon_007.ru@mail.ru*

Бондарь Сергей Николаевич

*научный руководитель, канд. тех. наук, доцент СтГАУ,
РФ, г. Ставрополь*

Техника полупроводниковых устройств стала самостоятельной областью электроники. Замена электронных ламп полупроводниковыми устройствами удачно осуществлена во многих радиотехнических устройствах, которые эксплуатируются в совершенно разных условиях.

Поэтому одним из важнейших параметров полупроводникового элемента является его зависимость от температуры.

Для проведения исследования я выбрал полупроводниковый диод на основе кремния (Si), потому что данный материал является сейчас наиболее используемым в современной радиоэлектронной аппаратуре.

В общем случае зависимость величины тока через p-n-переход от приложенного напряжения при различных температурах отражают вольт-амперные характеристики показанные на *рисунке 1*.

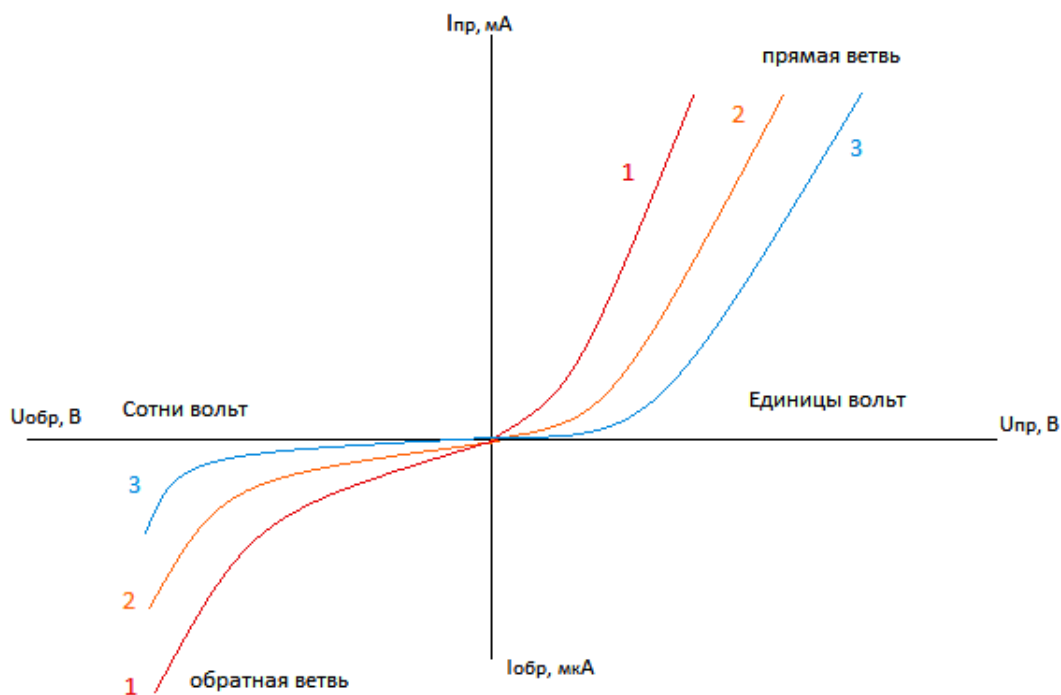


Рисунок 1. ВАХ в зависимости от температуры

Приведенные кривые соответствуют: 1 — T_1 , 2 — T_2 , 3 — T_3 , причем $T_1 > T_2 > T_3$ для одного типа материала.

В общем случае, для описания тока через p-n-переход используют следующие выражение:

$$I_{p-n} = I_0 \cdot \left(e^{\frac{U}{\varphi_T \cdot \gamma}} - 1 \right) + U \cdot G \quad (1)$$

где: I_{p-n} — ток через p-n-переход;

I_0 — тепловой ток, который зависит от температуры и определяется свойствами полупроводникового материала, из которого изготовлен переход (таблица 1);

$U = \pm 1,2 \cdot U^*$ — напряжение, прикладываемое к переходу;

U^* — напряжение открытого перехода при комнатной температуре (таблица 1);

$\varphi_T = k \cdot T = 0,025 \text{ В}$ — температурный потенциал при комнатной температуре ($+18^\circ\text{C}=291\text{K}$) (таблица 1);

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ или $k = 8,62 \cdot 10^{-5} \text{ эВ/К}$ — постоянная Больцмана;

T — термодинамическая температура;

γ — коэффициент инжекции, в зависимости от типа материала (таблица 1);

G — проводимость утечки, определяется поверхностным состоянием p-n-перехода (таблица 1);

Таблица 1.

Типовые значения I_0 , U^* , γ , G для кремния

Тип материала	I_0 , А [$t=20^\circ\text{C};$ $T=253\text{K}$]	I_0 , А [$t=20^\circ\text{C};$ $T=253\text{K}$]	I_0 , А [$t=20^\circ\text{C};$ $T=253\text{K}$]	γ	G , См	U^* , В
Si	$3,577 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1,714 \cdot 10^{-5}$	1,7	$1 \cdot 10^{-9}$	0,7

Исследование я проводил с использованием программы для моделирования электронных схем Electronic Workbench 5.12 (EWB 5.12).

Перед определением зависимости термосопротивления от температуры, нужно было построить ВАХ для диода на основе Si. Для снятия прямой ветви ВАХ в программе EWB 5.12 были построены электронные схемы, представленные на рисунке 2.

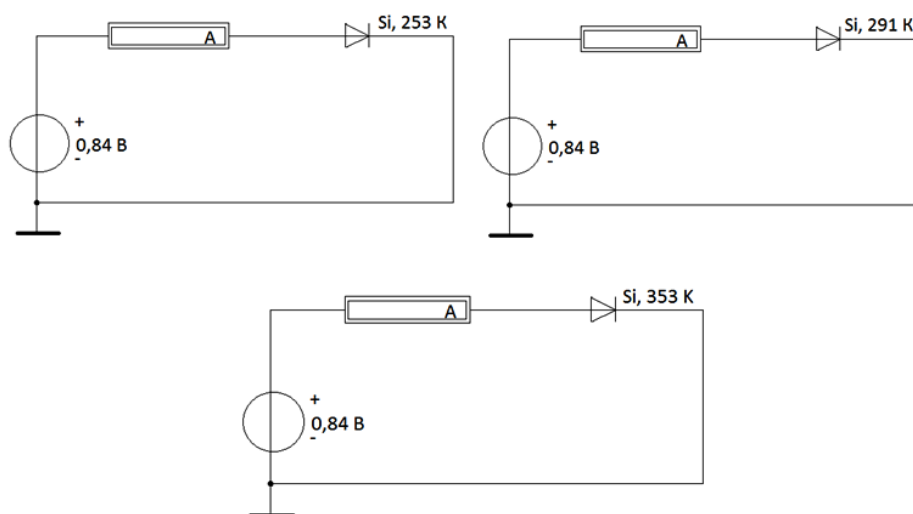


Рисунок 2. Схемы, необходимые для снятия прямой ветви ВАХ p-n-перехода при различных температурах

А для получения обратной ветви ВАХ были собраны следующие схемы (рисунок 3).

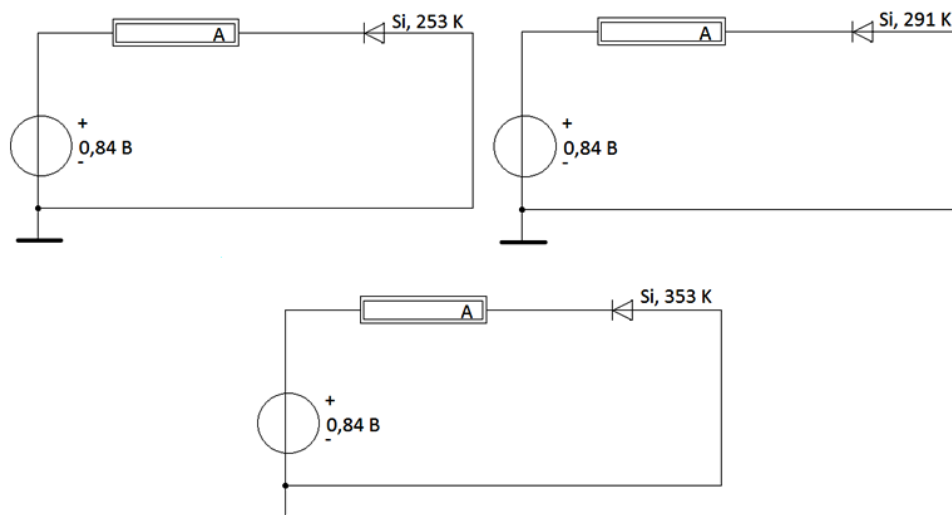


Рисунок 3. Схемы, необходимые для снятия обратной ветви ВАХ р-п-перехода при различных температурах

Все полученные данные были занесены в таблицу 2.

Таблица 2.

Протокол измерения тока через р-п-переход кремниевого диода

Прямая ветвь ВАХ р-п-перехода								
t=-20°C	U _{ПР} , В	0,84	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,62
T=253 К	I _{ПР} , мА	195	76,37	27,52	9,562	3,276	1,117	0,651
t=18°C	U _{ПР} , В	0,84	0,79	0,74	0,69	0,64	0,59	0,56
T=291 К	I _{ПР} , мА	270,4	99,86	33,13	10,50	3,276	1,017	0,503
t=80°C	U _{ПР} , В	0,84	0,73	0,62	0,51	0,40	0,29	0,18
T=353 К	I _{ПР} , мА	4428	2572	1087	262	37,82	4,626	0,538
Обратная ветвь ВАХ р-п-перехода								
t=-20°C	U _{ОБР} , В	0,84	0,63	0,42	0,21	0		
T=253 К	I _{ОБР} , мкА	0,001	0,001	0	0	0		
t=18°C	U _{ОБР} , В	0,84	0,63	0,42	0,21	0		
T=291 К	I _{ОБР} , мкА	0,002	0,002	0,001	0,001	0		
t=80°C	U _{ОБР} , В	0,84	0,63	0,42	0,21	0		
T=353 К	I _{ОБР} , мкА	17,14	17,13	17,10	16,80	0		

По полученным данным таблицы 2 с использованием программы MathCAD были построены графики функции $I = f(U)$ (рисунок 4).

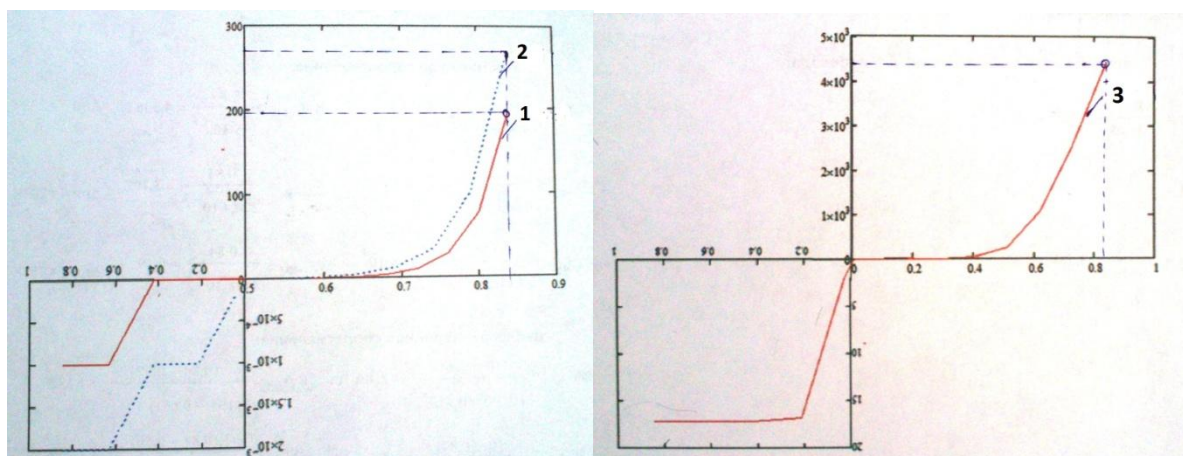


Рисунок 4. ВАХ для 1 — 253 К, 2 — 291 К, 3 — 353 К

ВАХ, показанные на рисунке 4, для температур 253 К и 291 К я построил в одной координатной плоскости, а ВАХ для температуры 353 К в отдельной, потому что, как видно из *таблицы 2*, изображение всех трех ВАХ на одной координатной плоскости просто не целесообразно.

В общем случае р-п-переход характеризует три составляющих:

1. $R = \frac{U}{I}$ — статистическое сопротивление (сопротивление р-п-перехода постоянному току); (2)

2. $R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ — дифференциальное сопротивление (сопротивление р-п-перехода переменному току); (3)

3. $K_{кв} = \frac{R_{обр}}{R_{пр}}$ — коэффициент выпрямления. (4)

Поэтому в результате расчета параметров р-п-перехода, выполненного в среде MathCAD и с использованием выражения (1), (2), (3), (4), были получены следующие данные, которые я занёс в *таблицу 3*.

Таблица 3.

Результаты расчета параметров р-п-перехода

t, °C T, К	Дан- ные	I _{обр} мкА	R _{ст.обр.} кОм	I _{пр} мА	R _{ст.пр} Ом	K _в	ΔU _{обр} В	ΔI _{обр} мкА	R _{диф.обр} кОм	ΔU _{пр} В	ΔI _{пр} мкА	R _{диф.обр} Ом
t=-20°C T=253К	Эксп. Расч.	0,001 0,0008	840· 10 ³ 1050·10 ³	195 140	4,308 6	1,95·10 ⁵ —	0,84 —	0,001 —	840· 10 ³ —	0,22 —	194,34 —	1,132 —
t=18°C T=291К	Эксп. Расч.	0,002 0,0018	420· 10 ³ 460· 10 ³	270,4 383	3,107 2,2	1,35·10 ⁵ —	0,84 —	0,002 —	420·10 ³ —	0,28 —	269,49 —	1,039 —
t=80°C T=353К	Эксп. Расч.	17,14 17,14	49,01 49,01	4428 6572	0,149 0,128	0,23·10 ⁵ —	0,84 —	17,14 —	49,01 —	0,66 —	4427 —	0,149 —

Не смотря на расхождения между экспериментальными и расчетными данными, на их основани можно сделать следующий вывод:

1. Изменение температуры оказывает значительное влияние на электро-сопротивление р-п-перехода.

С увеличением температуры полупроводникового элемента уменьшается его сопротивление и увеличивается его проводимость. С ростом температуры в полупроводнике увеличивается число свободных электронов и «дырок».

2. С ростом температуры увеличивается ток, который протекает через р-п-переход.

В зависимости от того где и при каких условиях будет эксплуатироваться полупроводниковый элемент на основе кремния, данные свойства могут быть неприемлемыми.

Список литературы:

1. Бондарь С.Н., Жаворонкова М.С., Лопатин А.С. Электроника. Методические указания и задания для выполнения лабораторных работ: учеб. пособие Ставрополь: Сервисшкола, 2013. — 140 с.
2. Жеребцов И.П. Основы электроники. Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд-ние, 1989. — 352 с.
3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учеб. пособие для вузов. М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. — 488 с.

СЕКЦИЯ 10. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МЕХАНИЧЕСКОГО МГНОВЕННОГО ПРЕРЫВАНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ ПЛАЗМОТРОНА

Перинская Есения Дмитриевна

*студент 2 курса, кафедра «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», физико-технический факультет, СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов
E-mail: perinskayaiv@mail.ru*

Богачёв Ростислав Юрьевич

*студент 5 курса, кафедра «Оптики и биофотоники», физический факультет,
СГУ им. Чернышевского Н.Г.,
РФ, г. Саратов
E-mail: perinskayaiv@mail.ru*

Перинская Ирина Владимировна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», физико-технический факультет,
СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

Установки плазменного напыления позволяют наносить керамические защитные покрытия на металлы, создавая термобарьерные, электроизоляционные, износостойкие покрытия.

Методы газопламенного напыления позволяют защитить от высокотемпературной, язвенной, атмосферной коррозии. Металлизация алитированием и напылением нержавеющей проволоки позволяет заменить цинкование, полимеры и лакокрасочные покрытия для покрытия труб и ёмкостей. Декоративные покрытия создаются при нанесении меди, бронзы и латуни.

При производстве дентальных имплантатов эти установки используют для нанесения на титановые заготовки порошка титана и гидроксиапатита (и его аналогов) для получения биосовместимых покрытий, которые способствуют остеоинтеграции, а, следовательно, лучшему приживлению в организме.

Установка ВРЕС 744.3227.001 предназначена для плазменного нанесения порошковых покрытий на изделия медицинского назначения (рис. 1).

Режим плазменного напыления - оказывает главное влияние на свойства получаемых покрытий и предусматривает несколько параметров, которые можно разделить по их характеристикам и зоне действия, на внутренние и внешние.

Внутренние параметры включают зернистость порошка, показатели работы плазмотрона, вид плазмообразующего газа.



Рисунок 1. Общий вид плазменной установки ВРЕС 744.3227.001

Зернистость частиц порошка выбирается из условия необходимости их быстрого нагрева до температуры плавления и распыления, что соответствует пределам размеров частиц 60—100 мкм. С увеличением размера частиц замедляется их нагрев и снижаются показатели эффективности напыления.

Скорость введения порошка составляет 15...120 г/мин и определяется для порошка расходом транспортирующего газа, который при этом должен быть равен значениям 2...4 л/мин.

Показатели работы плазмотрона представляют электрическую мощность его дуги и расход плазмообразующего газа. Они определяют важнейшие термокинетические характеристики плазменной струи и потока частиц, параметры плотности покрытия и эффективности напыления.

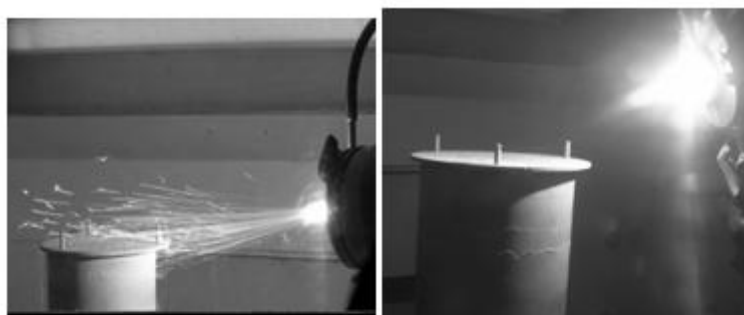
Наиболее рациональное регулирование мощности дуги, параметров напыления и качества получаемого покрытия обеспечивается при максимально

возможном напряжении в пределах 27 В и изменении силы тока в диапазоне от 470 А.

Повышение расхода плазмообразующего газа снижает теплофизические характеристики потока частиц, плотность покрытия и эффективность напыления, увеличивая при этом дисперсность и скорость частиц. В зависимости от требуемых показателей дисперсности частиц и плотности покрытия следует устанавливать наименьший возможный расход плазмообразующего газа на уровне 20...40 л/мин.

Вид плазмообразующего газа оказывает большое влияние на условия теплообмена в плазменном потоке, что связано с различными значениями теплосодержания газов. В процессе напыления применяют инертные газы, на базе СГТУ имени Гагарина Ю.А. используют аргон.

Внешние параметры напыления объединяют в себе расположение плазмотрона (рис. 2) и изделия на определенной дистанции, а также их взаимное перемещение.



а б

***Рисунок 2. Процесс напыления на цилиндрические имплантаты:
а — порошка титана; б — порошка ГА на подслой титана***

Дистанция напыления влияет на термокинетические характеристики плазменного потока и составляет в зависимости от режима работы плазмотрона величину от 50 до 190 мм.

Процесс напыления гидроксиапатита (ГА) на поверхность титановых имплантатов должен обеспечивать воспроизводимость и точность толщины

и структуры напыляемой биоактивной пленки. Структура пленки ГА, механически и физические свойства (твердость, прочность, пористость) обеспечиваются режимом работы плазмотрона, скоростью подачи и дисперсностью порошка ГА, расстоянием от плазмотрона до напыляемой поверхности.

В исходной установке плазменного напыления, время напыления контролировалось операцией электрического включения и выключения плазмотрона, при этом скорость напыления от времени не была постоянной величиной (рис. 3а).

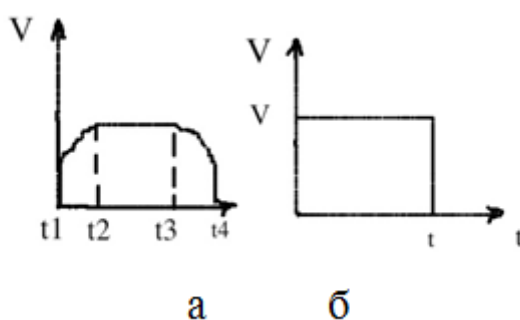


Рисунок 3. График зависимости скорости напыления от времени

Области t_1 , t_2 и t_3 , t_4 не контролировались и получаемая толщина покрытия имела значительный неконтролируемый разброс.

Цель настоящей работы: разработка устройства механического мгновенного прерывания плазменной струи плазмотрона, а так же мгновенное открытие свободного движения напыляемого порошка.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. разработка конструкции механической металлической заслонки;
2. разработка электрической схемы управления движением заслонки;
3. выполнение технологичности графика напыления согласно рис.3б.

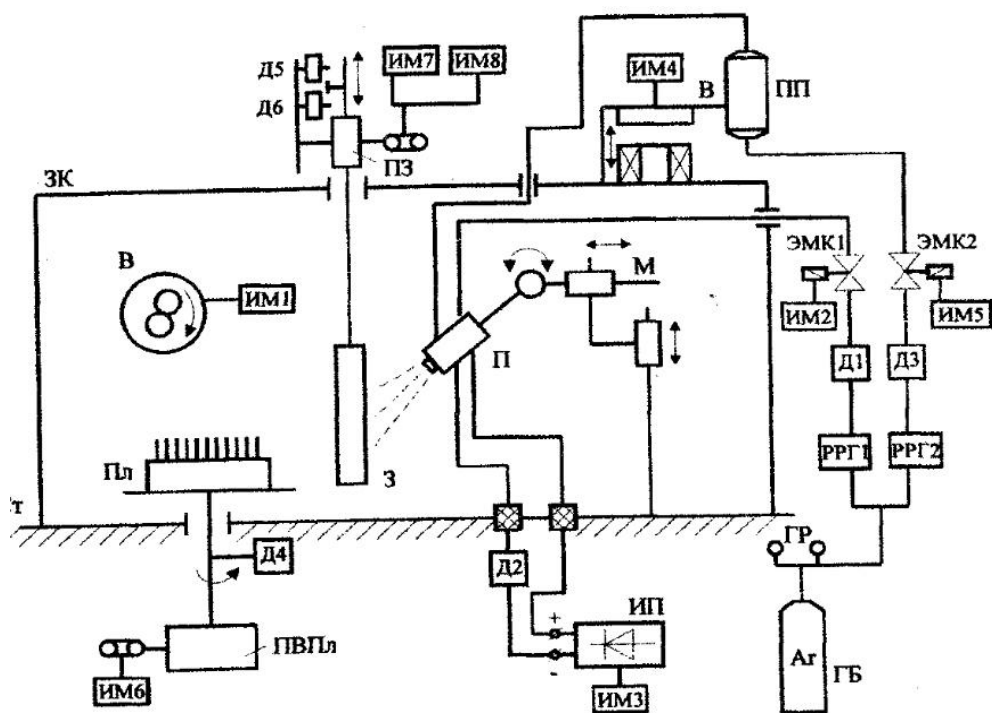


Рисунок 4. Функциональная схема установки для плазменного напыления порошковых покрытий после модернизации

Внутри защитной камеры размещаются вытяжная вентиляция (В), планшайба (Пл) для размещения на ней обрабатываемых изделий, плазмотрон (П), манипулятор (М) перемещения плазмотрона и заслонка (З). На верхней поверхности защитной камеры находятся привод заслонки (ПЗ) и порошковый питатель (ПП), оснащенный электромагнитным вибратором (В).

Для получения равномерного покрытия, а также исключения перегрева обрабатываемых деталей, они в процессе напыления вращаются совместно в планшайбой, на которой они закрепляются. Подвижная заслонка обеспечивает строго заданный момент начала процесса напыления, что необходимо для получения заданной толщины и равномерности покрытий.

Для контроля расхода газа нами был выбран калориметрический датчик, который обладает высокими динамическими характеристиками. Принцип действия калориметрических измерителей расхода газа основан на измерении тепловой мощности переносимой потоком газа от электронагревателя к чувствительному элементу.

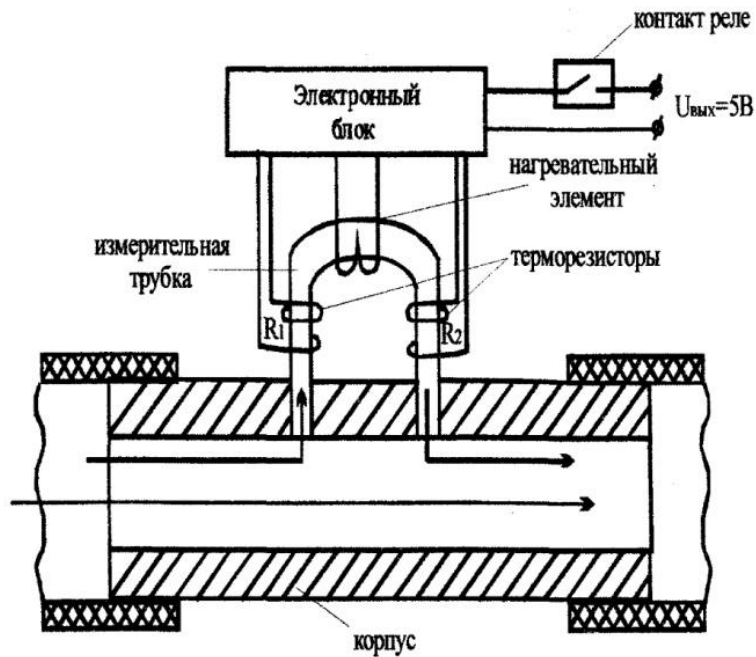


Рисунок 5. Функциональная схема датчика расхода газа

Первичный преобразователь датчика представляет собой тонкую трубку ($\text{Ø}1\text{-}3\text{ мм}$) из устойчивого к воздействию агрессивных сред материала, на которую намотан проволочный нагревательный элемент, а по обе стороны от него намотаны два терморезистора R_1 и R_2 (обычно из никеля). Нагревательный элемент и терморезисторы подключаются к электронному блоку, который содержит стабилизированный источник питания для нагревательного элемента, измерительный мост, в плечи которого включаются терморезисторы R_1 , R_2 , электронный усилитель, компаратор для преобразования аналогового сигнала на входе электронного усилителя в дискретный.

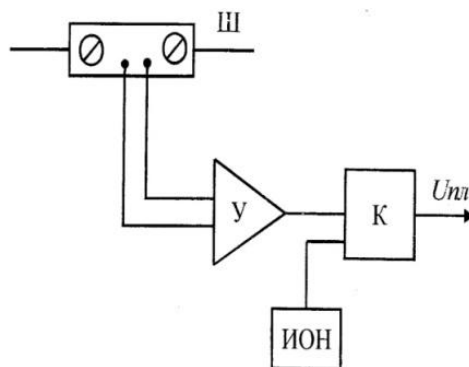


Рисунок 6. Структурная схема датчика тока плазмотрона

В качестве первичного преобразователя в датчике тока плазмотрона используется измерительный шунт. Датчики положения заслонки представляют конечные выключатели. Исполнительными механизмами установки являются электроприводы и электромагнитные устройства и контакторы.

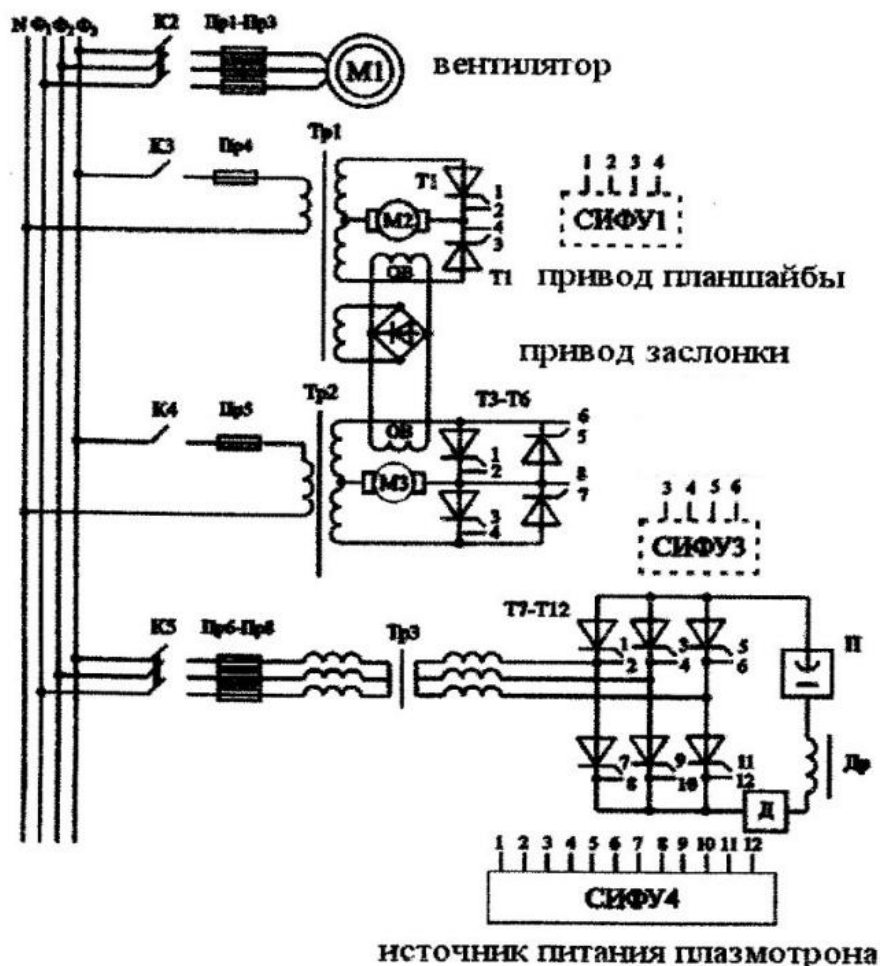


Рисунок 7. Электрическая схема исполнительных механизмов установки после модернизации

Включение и отключение электродвигателей осуществляется системой импульсно-фазового управления (СИФУ), воздействующей на тиристоры. С помощью СИФУ производятся пуск, останов и реверс электродвигателей.

Для автоматизации данного технологического процесса плазменного напыления порошковых покрытий разработан шаговый словесный алгоритм последовательности работы установки.

Результатом процесса автоматизации установки плазменного нанесения порошковых покрытий на изделия медицинского назначения явился годовой экономический эффект в размере 69393 рублей.

Список литературы:

1. Бутовский К.Г., Лясников В.Н. Напыленные покрытия, технология и оборудование: уч. пособ./К.Г. Бутовский, В.Н. Лясников//Саратов: СГТУ, 2000 г. — 118 с.
2. Лясникова А.В., Лепилин А.В. и др. Электроплазменное напыление в производстве внутрикостных имплантатов/А.В. Лясникова, А.В. Лепилин// Саратов: СГТУ, 2006 г. — 199 с.
3. Таран В.М., Лясникова А.В. Автоматизированное оборудование для плазменного напыления порошковых покрытий / В.М. Таран, А.В. Лясникова: Учеб. пос. Саратов: СГТУ, 2007. — 232 с.
4. Таран В.М. Проектирование электроплазменных технологий и автоматизированного оборудования / В.М. Таран, С.М. Лисовский, А.В. Лясникова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2005. — 256 с.

СЕКЦИЯ 11. ЭНЕРГЕТИКА

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ НЕСУНУСОИДАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ СЭС

Киселёв Богдан Юрьевич

*студент 3 курса, кафедра электроснабжение промышленных предприятий
ОмГТУ,
РФ, г. Омск
E-mail: bob_93_kz@mail.ru*

Ширяев Александр Сергеевич

*студент 4 курса, кафедра электроснабжение промышленных предприятий
ОмГТУ,
РФ, г. Омск
E-mail: Alex2793@bk.ru*

Иващенко Александра Валерьевна

*студент 3 курса, кафедра электроснабжение промышленных предприятий
ОмГТУ,
РФ, г. Омск
E-mail: ivashenko@mail.ru*

Новикова Светлана Юрьевна

*студент 3 курса, кафедра электроснабжение промышленных предприятий
ОмГТУ,
РФ, г. Омск
E-mail: svetlanchik_novikova@mail.ru*

Осинов Дмитрий Сергеевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент ОмГТУ,
РФ, г. Омск*

Существующие методики расчета уравнения теплового баланса для элементов СЭС относятся к случаю стационарного (установившегося) теплового режима. Однако, как правило, нагрузки большинства элементов являются резкопеременными (суточные, сезонные изменения нагрузок). Вследствие этого возникает задача разработать алгоритм учета фактического

нагрева токоведущих частей при расчете несинусоидальных режимов СЭС при переменном характере нагрузок.

В данной работе приведены методика и алгоритм расчета потерь при нестационарных тепловых процессах, разработан критерий применимости указанной методики. Проведенные при этом исследования показали, что неучет изменения графика нагрузок во времени при расчете тепловых режимов и потерь может приводить к значительной погрешности (более 10 %).

1. Уравнения теплового баланса нестационарного теплового процесса для трансформаторов.

Распределение потерь по элементам сети определяется соотношениями между токами и активными сопротивлениями элементов сети. Если элементы сети имеют существенно разные загрузки, то независимо от условий охлаждения их температуры будут различными. Так как диапазон изменения температуры проводника, обусловленный изменением тока, обычно составляет чуть больше половины диапазона его рабочих температур, то в этом диапазоне сопротивление может изменяться примерно на 25 %, а отношение сопротивлений разных элементов - соответственно примерно на 50%, то есть неучет нагрева может вызвать погрешность оценки отношения потерь в одном элементе к потерям в другом элементе до 50 %.

Производная потерь по току определяется по формуле:

$$\frac{\partial P_{\text{потр}}}{\partial I} = 6I \cdot R + 3 \cdot I^2 \frac{\partial R}{\partial I}. \quad (1)$$

Эта формула имеет два слагаемых, первое из которых при изменении температуры меняется в тех же пределах, что и сами потери, а второе меняется от нуля при малых загрузках до некоторой положительной величины, сравнимой с первым слагаемым. Это значит, что диапазон изменения производной потерь при изменении температуры больше, чем диапазон изменения потерь. Из этого, а также из соображений по поводу распределения

потерь, приведенных выше, следует, что учет температурной зависимости сопротивления при расчете потерь с целью выбора мероприятий по их снижению может привести к более серьезным ошибкам, чем при расчете потерь без указания конкретной цели.

Учтем, что ток I и соответственно полная мощность (нагрузка) S , а также температура окружающей среды в общем случае являются функциями времени, и введем параметры w и b , значения которых определяются по формулам

$$w = \frac{\alpha \cdot R_0}{U^2}, \quad (2)$$

$$b = \frac{1}{\alpha} + T_{\text{окр}}, \quad (3)$$

где: U — напряжение.

Тогда, если пренебречь небольшими изменениями напряжения во времени, средние за интервал времени от t_1 до t_2 потери мощности можно записать в виде:

$$P_{\text{потр}} = \frac{1}{t_1 - t_2} \cdot w \cdot \int_{t_1}^{t_2} S^2 \cdot (b + T_{\text{п}}) dt. \quad (4)$$

Перегрев проводника зависит от нагрузки и поэтому тоже является функцией времени, причем однозначной связи мгновенных значений нагрузки и температуры в связи с тепловой инерционностью элементов сети не существует. Можно говорить лишь о связи зависимостей перегрева и нагрузки от времени, которая задается дифференциальными уравнениями нагрева элемента сети. Если пренебречь скоростью изменения температуры окружающей среды, то в простейшем случае имеем одно уравнение нагрева:

$$S^2 \cdot w \cdot (b + T_{II}) = C \frac{\partial T_{II}}{\partial t} + A_T \cdot T_{II}, \quad (5)$$

где: C — теплоемкость элемента сети;

A_T — коэффициент теплоотдачи

Таким образом, потери можно определить путем решения уравнения (4) и интегрирования (5). В общем случае это можно сделать только численными методами.

Уравнение теплового баланса сухого трансформатора в нестационарном режиме примет вид:

$$\frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_T + 3(1 + \alpha \theta_{пр.т}) \sum I_v^2 R_{kv.0} = C_T \frac{d\theta_T}{dt} + A_T \theta_{пр.т}^{1.25}, \quad (6)$$

где: C_θ — теплоемкость обмоток трансформатора [2].

В качестве численного решения исходного дифференциального уравнения используем метод Рунге-Кутты четвертого порядка, так как он не требует вычисления второй производной и имеет малую погрешность. Суть которого, состоит в нахождении четырех коэффициентов, определяющих приращение.

$$k1 = \left(\frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_T - A_T \theta_{пр.т}^{1.25} \right) / C_T, \quad (7)$$

где: $k1$ — первый коэффициент, характеризующий приближение.

На следующем этапе к температуре обмоток θ_θ прибавляется половина значения первого коэффициента, умноженного на шаг ($h \cdot k1/2$), и расчет режима начинается заново.

$$h = \frac{T}{n}, \quad (8)$$

где: h — шаг сетки, сек.;

T — период, на котором меняется температура, сек.;

n — число шагов.

Экспериментально установлено, что наиболее приемлемым для данных расчетов, является шаг $h=240$ секунд. В нахождении следующего коэффициента участвуют уже другие величины. Это связано с тем что при изменении температуры обмоток изменяется сопротивление обмоток трансформатора, а соответственно изменяются и мощности.

Находим второй коэффициент.

$$k_2 = \left(\frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_T - A_T \theta_{\text{пр.Т}}^{1.25} \right) / C_T. \quad (9)$$

Далее к температуре обмоток θ_0 прибавляется половина значения, но уже второго коэффициента, умноженного на шаг $hk_2/2$, и расчет режима начинается заново.

$$k_3 = \left(\frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_T - A_T \theta_{\text{пр.Т}}^{1.25} \right) / C_T, \quad (10)$$

При нахождении четвертого коэффициента к температуре обмоток θ_T прибавляется второй коэффициент, умноженный на шаг hk_3 .

$$k_4 = \left(\frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_T - A_T \theta_{\text{пр.Т}}^{1.25} \right) / C_T. \quad (11)$$

Новое значение температуры находим по формуле:

$$\theta_{\text{т.новое}} = \theta_{\text{т.пред}} + \frac{h \cdot k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4}{6}, \quad (12)$$

где: $\theta_{\text{т.новое}}$ — новое значение, полученное при решении производной;

$\theta_{\text{т.пред}}$ — предыдущее значение температуры.

Задается уровень точности Δ . Проверяется — проходит ли новое значение температуры по уровню точности. Для этого новая температура просчитывается заново по формулам (6—12), но уже с удвоенным шагом $2h$. Находим новое значение температуры. Обозначим его как $\tilde{\theta}_{\text{т.новое}}$. Проверяется, проходит ли новое значение по уровню точности.

$$|\tilde{\theta}_{\text{т.новое}} - \theta_{\text{т.новое}}| < \Delta. \quad (13)$$

Если выполняется условие (13), то продолжаем вычисления $\theta_{\text{т.новое}}$ с прежним шагом, если нет, то делим шаг $h=h/2$ и вычисления начинаем заново.

Цикл повторяется n раз. При помощи этого метода находится ряд значений температуры.

В зависимости от того, нагревается или охлаждается тело, меняется его сопротивление, а значит меняются и потери в нем.

Список литературы:

1. Гиршин С.С. Расчет потерь в кабелях с учетом нагрева при их прокладке в земле. Омск, 2001. Деп. в ВИНТИ 5.07.01, № 1609-B2001.
2. Гиршин С.С. Расчет потерь в обмотках силовых масляных трансформаторах с учетом нагрева. Омск, 2001. Деп. в ВИНТИ 5.07.01, № 1610-B2001.
3. Горюнов В.Н. Вопросы моделирования устройств обеспечения качества электрической энергии / А.Г. Лютаревич, В.Н. Горюнов, С.Ю. Долингер, К.В. Хацевский// Омский научный вестник. — 2013. — № 1(117). — С. 168—173.

4. Горюнов В.Н. Расчет потерь мощности от влияния высших гармоник / В.Н. Горюнов, Д.С. Осипов, А.Г. Лютаревич // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2009. — № 2. — С. 268—273.
5. Осипов Д.С. Расчет несинусоидальных режимов систем электроснабжения с учетом тепловых процессов в элементах сети.// Динамика систем, механизмов и машин. Сб. материалов международной научно-практической конференции. Омск: 2004. — С. 257—260.
6. Осипов Д.С. Учет фактического нагрева токоведущих частей при расчете потерь в сетях промышленных предприятий с нелинейной нагрузкой. Энергосбережение и энергетика Омской области № 4 (13), 2004.
7. Основы кабельной техники. Под ред. В.А. Привезенцева. Изд. 2-е, перераб. И доп. М.: Энергия, 1975. — 472 с.

ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВХОДНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЕЙ

Скотарев Иван Николаевич

студент 2 курса, кафедра автоматики, электроники и метрологии СтГАУ,
РФ, г. Ставрополь
E-mail: dragon_007.ru@mail.ru

Папанцева Евгения Ивановна

научный руководитель, канд. тех. наук, доцент СтГАУ,
РФ, г. Ставрополь

Качество средств измерений и результатов измерений принято характеризовать, указывая их погрешности.

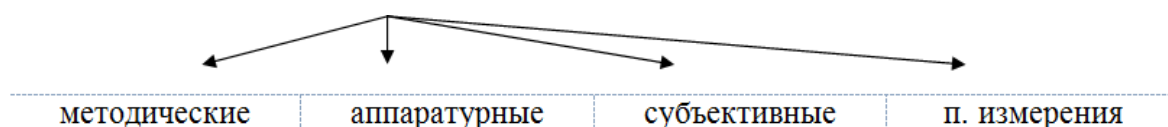
По форме представления погрешности бывают:

абсолютная погрешность	относительная погрешность	приведенная погрешность
<p>- это разница между результатом измерения $X_{изм}$ и истинным (действительным) значением $X_{д}$ измеряемой величины.</p> $\Delta = X_{изм} - X_{д}$	<p>- это отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины.</p> $\sigma = \pm \frac{\Delta}{X_{д}} \cdot 100\%$	<p>- это погрешность, в которой абсолютная погрешность СИ отнесена к нормирующему значению X_N, постоянному во всем диапазоне измерений или его части.</p> $\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$

По характеру проявления:

систематическая погрешность	случайная погрешность	грубая погрешность (промах)
изменяется <i>случайным образом</i> (по знаку и значению) в серии повторных измерений одной и той же ФВ, проведенных с одинаковой тщательностью в одних и тех же условиях.	остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же ФВ	это случайная погрешность результата отдельного наблюдения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда.

Систематические погрешности, в зависимости от причины возникновения делятся на:



Методические погрешности — возникают из-за:

- несовершенства метода измерения (пример — косвенное измерение сопротивления методом амперметра — вольтметра);
- неточности формул, используемых при вычислениях,
- ошибок округления.

Аппаратурные (инструментальные) погрешности — обусловлены погрешностями применяемых средств измерения.

Субъективные погрешности (личные) — связаны с индивидуальными особенностями наблюдателя и возникают вследствие несовершенства органов чувств человека.

Погрешности измерения (ПИ) — возникают из-за изменения условий измерения — являются следствием неучтенного влияния отклонения от нормы

какого-либо из параметров, характеризующих условия измерения (влияние температуры, магнитных полей, вибрации, неправильной установки СИ).

По зависимости от измеряемой величины ПИ:

← аддитивные

↓ мультипликативные

↘ нелинейные

Аддитивные Δ_a — не зависят от измеряемой величины (*рисунок 1,а*).

Мультипликативные Δ_m — прямо пропорциональны измеряемой величине (*рисунок 1,б*).

Нелинейные Δ_n — имеют нелинейную зависимость от измеряемой величины (*рисунок 1,в*).

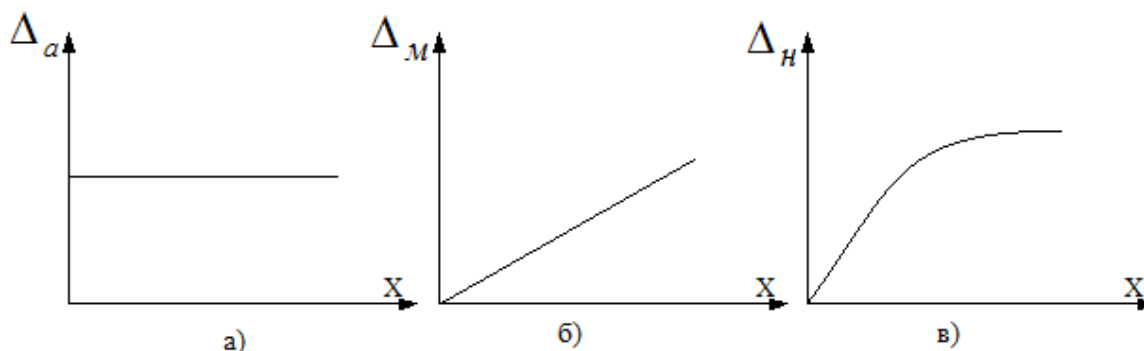


Рисунок 1. Зависимость погрешности от изменения измеряемой величины

В процессе исследования измерения входных сопротивлений проводились по схеме включения генератора «жила-оболочка» для одной из фаз кабельной линии распределительной подстанции РП-9 при различных режимах противоположного конца фазы (замкнутой на землю или изолированной). И по схеме «жила-жила» (фаза-фаза) при различных режимах противоположных фаз (замкнутых накоротко или разомкнутых) [1].

На *рисунках 2 и 3* показано присоединение измерительной аппаратуры и установка закоротки. Для присоединения измерительной аппаратуры к оболочке кабеля был использован один из болтов нижнего фланца концевой муфты, так как металлическая оболочка соединена с корпусом концевой муфты в зоне нижнего фланца. Для выполнения режима короткого замыкания

на концевых муфтах противоположного конца ставились закоротки голым медным многопроволочным проводом диаметром 6 мм ($S=28 \text{ мм}^2$).

Измерения входных сопротивлений выполнялись с помощью аппаратуры: дифференциальный мост полных проводимостей (МПП-300), звуковой генератор (Г4-79), электронный вольтметр ЦВ2101-010-В-2 100В, цифровой частотомер [3].

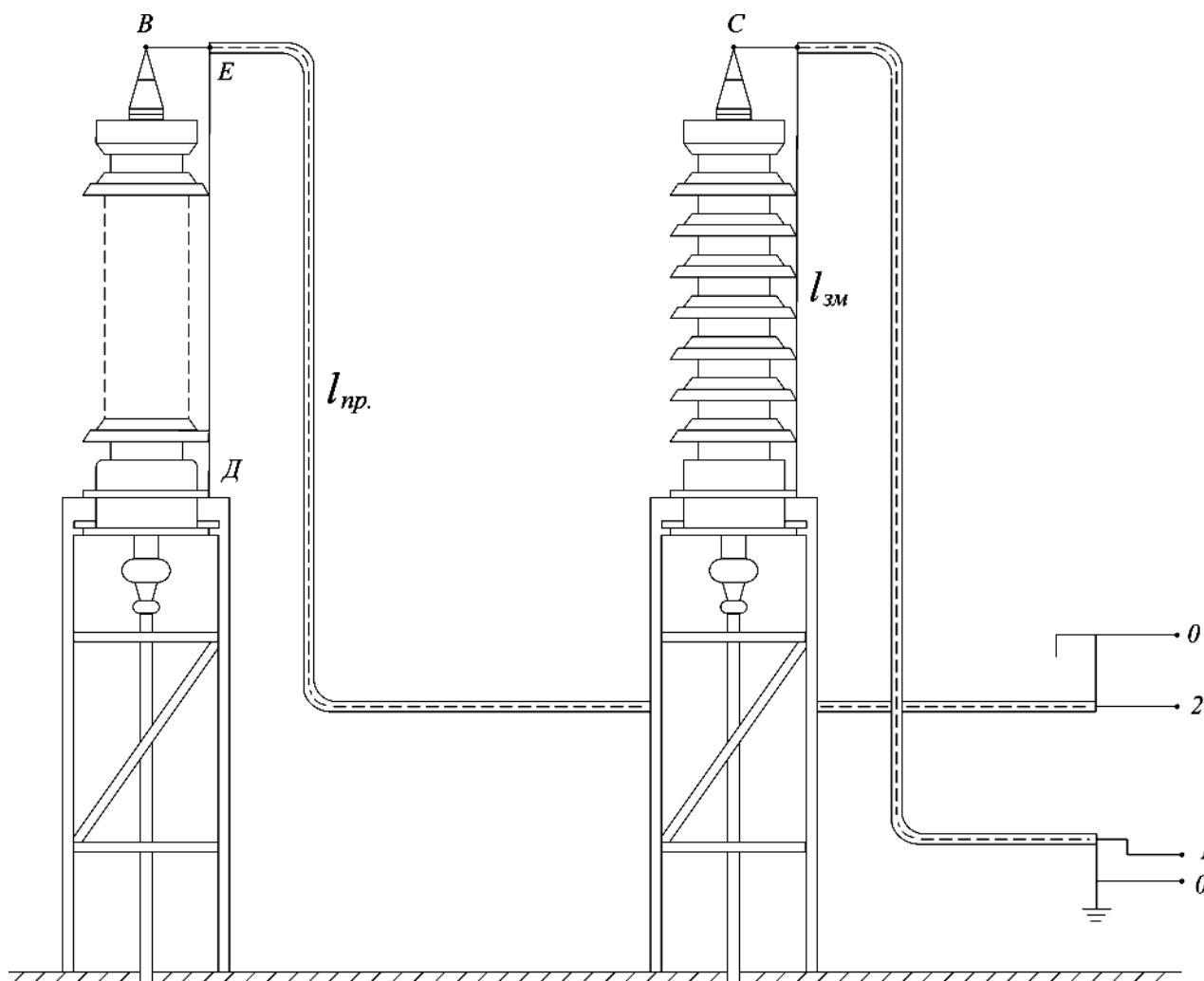


Рисунок 2. Присоединение измерительной аппаратуры к концевым муфтам (В и С) на РП-9 кабелей РК-100 $l_{пр} - 7 \text{ м}$; $l_{зм} - 2,43 \text{ м}$

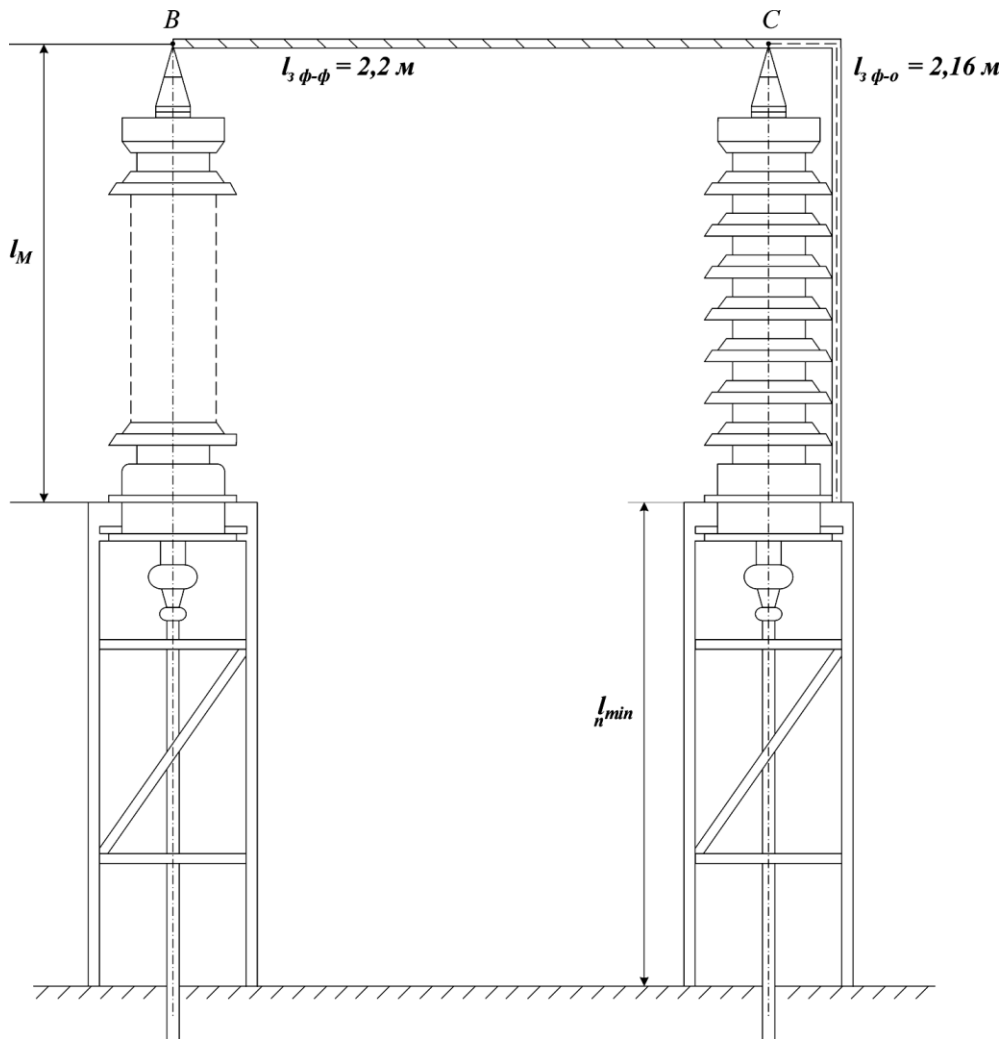


Рисунок 3. Установка закороток (BC) на противоположном конце кабельных линий: МКМС-8-110 (1x500) $l_M=2,025\text{ м}$ $\varnothing 330\text{ мм}$ (ОРУ-ТЭЦ-2) $l_{\text{min}} \approx 2,7\text{ м}$ МКМС-2-110 (1x270) Севкабель (36п/см) $l_M=1,72\text{ м}$ $\varnothing 225\text{ мм}$

Таблица 1.

Протоколы измерения входного сопротивления КЛ К-III

f, кГц	Знак	C, мкФ	G, 1/МОм	f, кГц	Знак	C, мкФ	G, мСм
Режим XX при присоединении по схеме "фаза С-оболочка" (110 кВ, S=270 мм ²)							
30	-	0,0410	7	170	+	0,0390	30
35	-	0,081	14	175	+	0,013	21
45	+	0,41	150	185	-	0,014	48
50	+	0,14	25	190	+	0,012	79
55	+	0,041	12	195	+	0,032	50
60	-	0,028	12	200	+	0,024	27
65	-	0,110	24	205	+	0,012	21
70	-	0	300	210	+	0,0008	26
75	+	0,1	200	215	-	0,008	41
80	+	0,084	28	220	+	0,003	70
85	+	0,03	16	225	+	0,024	53

90	–	0,014	17	230	+	0,02	30
95	–	0,065	39	235	+	0,012	23
100	–	0	120	240	+	0,003	28
105	+	0,079	70	245	–	0,0026	43
110	+	0,062	24	250	+	0,007	59
115	+	0,019	17	255	+	0,02	46
120	–	0,011	21	260	+	0,017	29
125	–	0,04	44	265	+	0,009	24
130	–	0,01	10	270	+	0,003	28
135	+	0,06	58	275	+	0	42
140	+	0,04	21	280	+	0,008	56
145	+	0,017	19	285	+	0,017	47
150	–	0,0033	21	290	+	0,016	29
155	–	0,024	43	295	+	0,011	24
160	+	0,042	55	300	+	0,005	26
Режим КЗ, схема "фаза С-оболочка" (110 кВ, S=270 мм ²)							
60	+	0,210	90	190	+	0,01	21
75	–	0,032	20	200	–	0,01	50
80	–	0,08	30	215	+	0,021	31
90	+	0,12	60	220	+	0,009	24
105	–	0,017	21	230	–	0,004	55
110	–	0,09	50	240	+	0,023	40
120	+	0,07	50	250	+	0,008	24
130	+	0,013	16	260	+	0	49
140	–	0,03	50	270	+	0,019	40
150	+	0,049	47	280	+	0,008	25
165	–	0,009	26	290	+	0,004	46
170	–	0,017	52	300	+	0,015	30
180	+	0,04	50				

С помощью моста полных проводимостей на частотах диапазона 30—300 кГц непосредственно определялись значения емкости C_0 и проводимости G_0 при разных знаках реактивности входного сопротивления (таблица 1). Модуль и аргумент (угол) измеряемого входного сопротивления определяются расчетом следующим образом: $|Z_{\text{изм}}| = \frac{\cos\varphi_{\text{изм}}}{G_0}$, где $\varphi_{\text{изм}} = \arctg\left|\frac{\omega C_0}{G_0}\right|$ [4].

Активная и реактивная составляющие рассчитываются через модуль и аргумент полного сопротивления:

$$R_{\text{изм}} = |Z_{\text{изм}}| \cos\varphi_{\text{изм}}; X_{\text{изм}} = |Z_{\text{изм}}| \sin\varphi_{\text{изм}}, \text{ как в режиме XX, так и в режиме КЗ.}$$

Очень важно учитывать систематические погрешности при измерении входных сопротивлений кабелей — погрешности, вносимые измерительной аппаратурой. Систематические погрешности измерения входных сопро-

тивлений зависят от ряда факторов, основными из которых являются инструментальные погрешности измерительного моста, генератора, частотомера и индикатора, а также влияние соединительных проводов и закороток. Влиянием соединительных стопорных и концевых муфт можно пренебречь. Основная погрешность моста переменного тока определяется погрешностью образцовых сопротивлений, величиной асимметрии плеч моста, величиной паразитных плеч и других. Для МПП-300 в диапазоне частот до 300 кГц погрешность по модулю сопротивления не превышает 2 % и по аргументу $\pm 10^0$ при измерении полных сопротивлений от 10 Ом до 1 кОма [2].

Измерительный генератор обладает основной погрешностью установки частоты меньшей, чем основная погрешность моста. Погрешность индикатора определяется его классом точности и составляет $\leq 3\%$ [4].

Согласно приведенным данным, суммарная погрешность измерительной частоте $\leq 2\%$.

Присоединение измерительной аппаратуры к кабельной линии выполнялось экранированным кабелем РК-100 путем соединения жилы кабеля с фазным выводом концевой муфты, а экрана с болтом крепления нижнего фланца концевой муфты (оболочкой измерительного кабеля).

Контур присоединения образован жилой муфты и проводом, соединяющим нижний фланец муфты с экраном соединительного кабеля РК-100. Сопротивление, вносимое в измерительную схему контуром присоединения и соединительным кабелем, определяется из эквивалентной схемы контура и кабеля.

Контур присоединения представлен в виде Т-образной схемы замещения с индуктивностью L_1 и емкостью C_1 , соединительный кабель в виде П-образной схемы с индуктивностью L_2 и емкостью C_2 .

Эквивалентную схему контура присоединения (рисунк 4,а) заменили расчетной схемой (рисунк 4,б). Сопротивления, входящие в расчетную схему:

$$\underline{Z}_1 = j\frac{\omega L_1}{2}; \quad \underline{Z}_2 = \frac{1}{j\omega C_2}; \quad \underline{Z}_4 = \frac{1}{j\omega C_2}; \quad \underline{Z}_5 = j\frac{\omega L_2}{4};$$

Входное сопротивление Z_{bx} определялось по измеренной величине $Z_{изм}$ с учетом расчетной схемы [2].

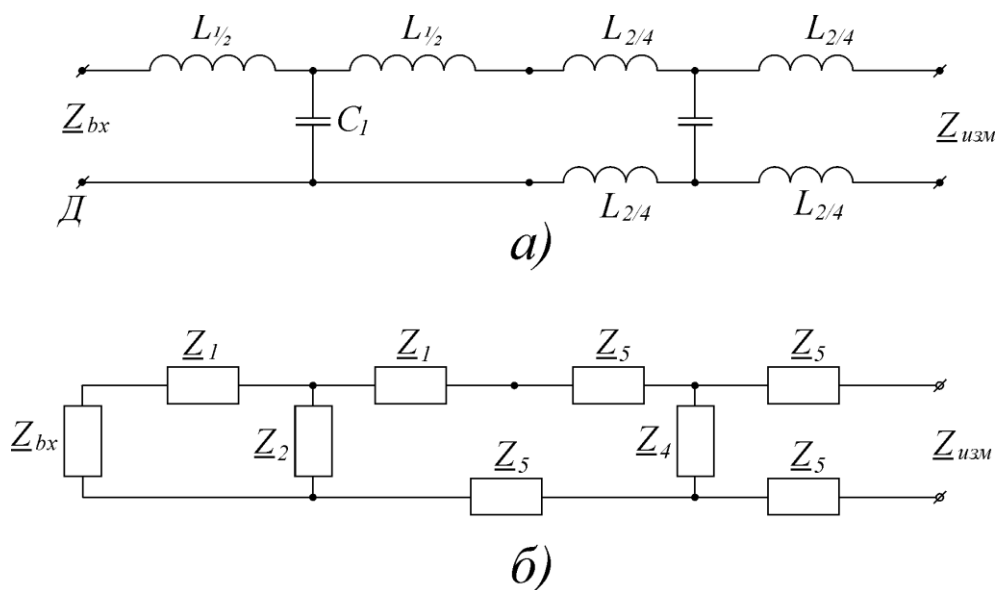


Рисунок 2. Эквивалентная (а) и расчетная (б) схемы контура присоединения «фаза-оболочка»

Согласно приведенным данным и по результатам эксперимента, можно сделать вывод:

- Суммарная погрешность измерительной аппаратуры (инструментальная погрешность) составляет по модулю сопротивления $\leq 5\%$ и по частоте $\leq 2\%$.
- На высоких частотах паразитные индуктивности и емкости контура присоединения заметно влияют на результаты измерения.

Список литературы:

1. Белоруссов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1988. — 536 с.
2. Ишкин В.Х., Шкарин Ю.П. Расчет параметров высокочастотных трактов по линиям электропередач/ Под ред. А.И. Перова М.: Издательство МЭИ, 1999 г. — 122 с.
3. Папанцева Е.И. Передача информации по высоковольтным кабелям // Сельский механизатор. — 2011. — № 4. — с. 32—33.
4. Папанцева Е.И., Жаворонкова М.С. Анализ погрешностей при экспериментальном определении параметров высоковольтных кабелей / Современная наука: теория и практика: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции. 2011. — с. 132—137.

СЕКЦИЯ 12. МАТЕМАТИКА

ПРОГНОЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Скорова Юлия Олеговна
студент 1 курса факультета экономики и управления здравоохранением
КГМУ,
РФ, г. Курск
E-mail: businka145@yandex.ru

Тарасова Светлана Анатольевна
научный руководитель, преподаватель кафедры физики, информатики
и математики КГМУ,
РФ, г. Курск

Во всех странах действует закон взаимозависимости между социально-экономическим и демографическим развитием общества. Действие этого закона выражается в устойчивой связи между динамикой численности населения и параметрами развития экономики и социальной сферы. Следовательно, демографические прогнозы являются основой для построения прогнозов развития экономики страны и жизни общества. Поэтому прогнозирование демографического развития в большинстве случаев предшествует разработкам других видов прогноза.

Демографический прогноз — это научно обоснованное предвидение основных параметров движения населения и будущей демографической ситуации: численности, рождаемости, смертности, миграции, качественных характеристик населения.

В настоящее время существует множество прогнозов демографического развития России. Они носят авторский характер и отличаются друг от друга постановкой задач, гипотезами, результатами и лежащими в их основе методами.

В настоящем исследовании мы предлагаем свой прогноз численности населения России, построенный с помощью методов математической статистики.

Таблица 1 отражает изменение численности населения России с 1970 по 2013 год.

Таблица 1.

Статистика изменения численности населения России

Год, t_i	Численность населения России (миллионов человек), y_i
1970	129,9
1971	130,6
1972	131,3
1973	132,1
1974	132,8
1975	133,6
1976	134,5
1977	135,5
1978	136,5
1979	137,4
1980	138,1
1981	138,8
1982	139,6
1983	140,5
1984	141,6
1985	142,5
1986	143,6
1987	144,8
1988	146
1989	147
1990	147,7
1991	148,3
1992	148,5
1993	148,6
1994	148,4
1995	148,5
1996	148,3
1997	148
1998	147,8
1999	147,5
2000	146,9
2001	146,3
2002	145,2
2003	145
2004	144,2
2005	143,5
2006	142,8
2007	142,2

2008	142
2009	141,9
2010	142,9
2011	142,9
2012	143,1
2013	143,3

Графическое изображение данного ряда представлено на рисунке 1:

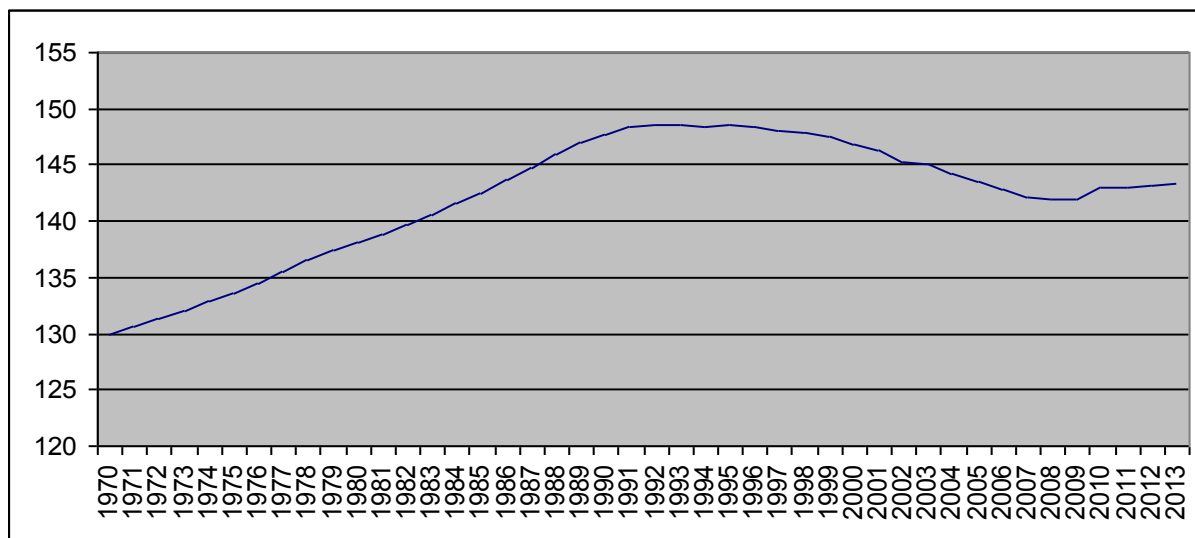


Рисунок 1. Динамика изменения численности населения России

По данным таблицы и рисунка можно сделать следующие выводы: до 90-х годов наблюдается устойчивое увеличение численности населения России, следующий период, примерно до 2010 года, характеризуется значительным уменьшением населения, и только с 2010 года опять можно заметить небольшой рост. Эти изменения обусловлены различными социальными, экономическими, политическими и другими явлениями, которые имели место в нашей стране на протяжении этого периода.

Построим математическую модель изменения численности населения России. Как видим, тенденция не похожа ни на одну известную нам функцию, поэтому для данного ряда мы выбрали авторегрессионную модель 2-го порядка.

Пусть:

$$Y = \begin{pmatrix} 131,3 \\ 132,1 \\ \dots \\ 143,3 \end{pmatrix}, Y_1 = \begin{pmatrix} 1 & 130,6 & 129,9 \\ 1 & 131,3 & 130,6 \\ \dots & \dots & \dots \\ 1 & 143,1 & 142,9 \end{pmatrix},$$

$$Y_1^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 130,6 & 131,3 & \dots & 143,1 \\ 129,9 & 130,6 & \dots & 142,9 \end{pmatrix},$$

$$Y_1^T \cdot Y_1 = \begin{pmatrix} 42 & 5977,3 & 5964,1 \\ 5977,3 & 851851,17 & 850038,29 \\ 5964,1 & 850038,29 & 848247,57 \end{pmatrix},$$

$$(Y_1^T \cdot Y_1)^{-1} = \begin{pmatrix} 21,88 & -0,73 & 0,57 \\ -0,73 & 0,08 & -0,07 \\ 0,57 & -0,07 & 0,07 \end{pmatrix},$$

$$Y_1^T \cdot Y = \begin{pmatrix} 5990 \\ 853579,58 \\ 851747,17 \end{pmatrix},$$

$$A = (Y_1^T \cdot Y_1)^{-1} \cdot (Y_1^T \cdot Y) = \begin{pmatrix} 3,4319 \\ 1,7525 \\ -0,7762 \end{pmatrix}.$$

Тогда уравнение, описывающее численность населения России имеет вид:

$$y(t_i) = 3,4319 + 1,7525y_{i-1} - 0,7762y_{i-2}.$$

На рисунке 2 представлен график этого уравнения (светлая линия) вместе с эмпирическими данными:

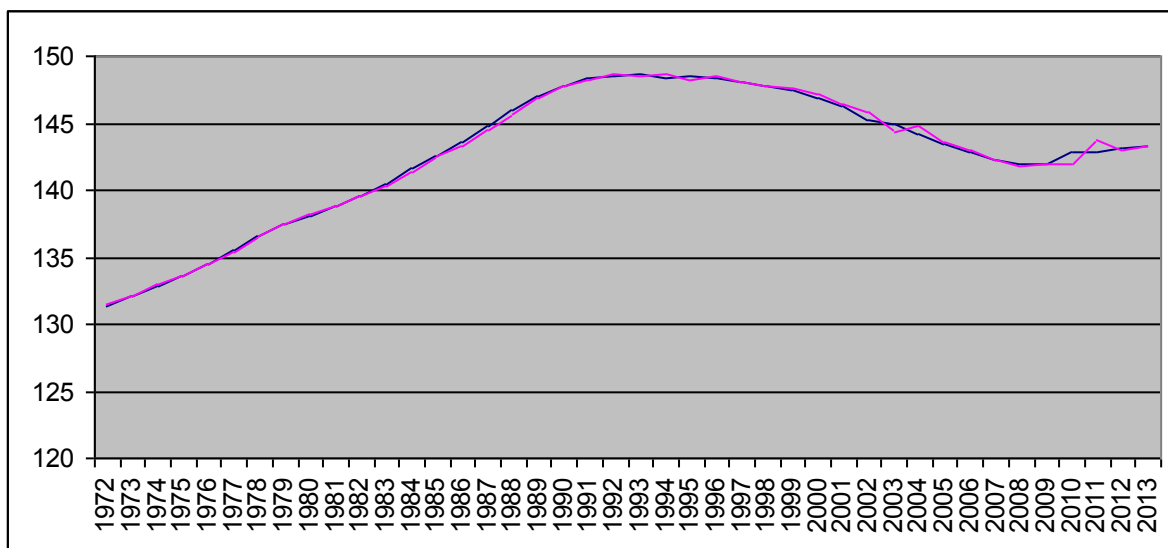


Рисунок 2. График изменения численности населения России

Сделаем прогноз на 2014 год:

$y(2014) = 3,4319 + 1,7525 \cdot y_{t=2013} - 0,7762 \cdot y_{t=2012} = 3,4319 + 1,7525 \cdot 143,3 - 0,7762 \cdot 143,1 = 143,49$ миллионов человек составит численность населения России в 2014 году — точечный прогноз.

Для нахождения доверительного интервала прогноза воспользуемся формулой:

$$\Delta y = t_{\text{кр}}(n-3) \cdot S \cdot \sqrt{1 + Y_0^T (Y_1^T \cdot Y_1)^{-1} Y_0},$$

где

$$Y_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 143,3 \\ 143,1 \end{pmatrix},$$

$$Y_0^T (Y_1^T \cdot Y_1)^{-1} Y_0 = (1 \quad 143,3 \quad 143,1) \begin{pmatrix} 21,88 & -0,73 & 0,57 \\ -0,73 & 0,08 & -0,07 \\ 0,57 & -0,07 & 0,07 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 143,3 \\ 143,1 \end{pmatrix} = 0,025,$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y(t_i) - y_i)^2}{n - m}} = \sqrt{\frac{3,94}{42 - 3}} = 0,32,$$

Тогда $\Delta y = 2,02 \cdot 0,32 \sqrt{1+0,025} = 0,65$.

$143,49 \pm 0,65$ миллионов человек составит численность населения России в 2014 году — интервальный прогноз.

Необходимость демографического прогноза связана с задачами планирования и прогнозирования экономических и общественных процессов в целом. Без предварительного прогноза динамики численности и структуры населения невозможно представить себе перспективы производства и потребления товаров и услуг, строительства жилья, развития здравоохранения и образования, социальной сферы, пенсионной системы и так далее. Именно поэтому деятельность по демографическому прогнозированию составляет важнейшую часть общей деятельности международных, государственных и неправительственных организаций, учреждений и научных институтов.

Список литературы:

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (дата обращения 08.03.2014).

ЭЛЕМЕНТЫ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ

Чуркина Людмила Александровна

*студент 2 курса, предметно-цикловая комиссия физико-математических
дисциплин КЭиБ ОГУ,
РФ, г. Оренбург
E-mail: Salbert230@Gmail.com*

Нурманова Сабиля Андреевна

*научный руководитель, преподаватель КЭиБ ОГУ,
РФ, г. Оренбург*

Математика и экономика-это самостоятельные области знаний, которые имеют свой объект и предмет исследования. Понятие матрицы и основанный на нем раздел математики, который называется, матричная алгебра, имеют большое значение для экономистов, основная часть математических моделей экономических объектов и процессов записывается в простой и компактной матричной форме.

Матричной алгеброй называют область математики, которая изучает алгебраические операции над числовыми массивами, записанными в форме строк и столбцов. Матричная алгебра относится к числу наиболее важных для экономистов областей математики. Объясняется это тем, что записываются в матричной форме: математические модели отражающие взаимосвязи экономических структур, динамику их развития, многообразие действующих факторов. Это в свою очередь позволяет использовать современные методы матричной алгебры в экономических исследованиях и расчетах. Чтобы интерпретировать математически закономерности реальных явлений в экономике, используют математические модели относительно одной или нескольких переменных. Ни одна модель не может полностью отражать все многообразие действительного мира и является лишь некоторым его приближением. Широкое распространение в экономических исследованиях получили линейные модели, которые нередко с высокой точностью соответствуют описываемым

ими явлениям. Многие линейные модели сводятся к системам алгебраических линейных уравнений или неравенств.

Между экономикой и математикой существует как прямая, так и обратная связь: создание нового математического аппарата и его применение позволяет экономике по-новому решать существующие задачи.

Экономика ставит перед математикой новые задачи и стимулирует поиск методов их решения.

Применение математики в экономических исследованиях, позволяет объяснить прошлое, увидеть будущее и оценить последствия действий, которые потребует еще огромных усилий, новых фундаментальных знаний. С помощью матриц удобно описывать различные экономические закономерности. Например, различные таблицы, которые содержат в себе разные данные, какого-либо предприятия. Рассмотрим на примере задач экономического содержания.

Задача № 1.

Побывав на Оренбургском Локомотиворемонтном Заводе, были определены ежесуточные экономические показатели ОЛРЗ, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Экономические показатели ОЛРЗ

Вид изделия	Расход сырья (кг)	Время изготовления (ч)	Количество изделий	Цена изделий (рублей)
1. Протяжки шпоночные	8	72	5	30000
2. Резец токарный, пластина из твердого сплава T15K6	1	15	500	58
3. Развертка	2	42	2	2500
4. Головка торцевая	9	20	5	600

Найти: цены, расходы и затраты сырья.

Решение:

Введем четыре вектора для рассмотрения производственного процесса.

C — вектор цены.

T — вектор времени .

P — вектор расхода сырья.

B — вектор изделия товара.

В соответствии с данными таблицами получим:

$$C = (30000, 58, 2500, 200)$$

$$T = (72, 15, 42, 20)$$

$$P = (8, 1, 2, 9)$$

$$B = (5, 500, 2, 5)$$

Заметим, что соответствующие скалярные произведения векторов, будут представлять собой искомые величины, которые делиться на три других вектора.

$$B * P = 8 * 5 + 1 * 500 + 2 * 2 + 9 * 5 = 40 + 500 + 4 + 45 = 589 \text{ килограмм}$$

$$B * T = 5 * 72 + 500 * 15 + 2 * 42 + 5 * 20 = 360 + 7500 + 84 + 100 = 8 044 \text{ часа}$$

$$B * C = 30000 * 5 + 58 * 500 + 2500 * 2 + 200 * 5 = 150000 + 29000 + 500 + 1000 = 180 500$$

денежных единиц.

Ответ: 589 килограмм, 8044 часа и 180 500 денежных единиц.

Задача № 2.

В этой задаче работникам ОЛРЗ, по трем категориям выплатили заработную плату наличными, с такими купюрами как 100 рублей — 30 купюр, 500 рублей — 70 купюр, 1000 рублей — 50 купюр. Причем, I категории выдали 1000 рублей, II категории — 2000, III категории — 3000. Нужно определить, сколько сотрудников каждой категории работает на предприятие, если каждому работнику заработную плату выдали минимальным числом купюр.

Для начала составим таблицу, где x_1, x_2, x_3 -количество работников с I по III категорию.

Таблица 2.

Экономические показатели заработной платы ОЛРЗ

Общее количество купюр.	Категории			Достоинство купюры
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	
30	1	1	1	100
70	2	3	2	500
50	3	1	1	1000

Теперь составлю систему линейных уравнений решим систему методом Гаусса.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 30 \\ 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 70 \\ 3x_1 + 1x_2 + 1x_3 = 50 \end{cases}$$

Находим Δ по правилу треугольника Сарруса

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = 6 + 12 + 1 - 2 - 9 - 4 = 4, 4 \neq 0, \text{ делаем вывод что решение существует.}$$

Затем, составляю расширенную матрицу системы, приписывая справа стороны главной матрицы системы матрицы свободных членов (A/B)

$$(A/B) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 2 & 3 & 2 & 70 \\ 3 & 1 & 1 & 50 \end{array} \right)$$

С помощью элементарных преобразований приводим расширенную матрицу к треугольному виду. Прямой ход.

Для этого прибавляю (-2) ко второй строке и (-3) к третьей строке.

Получим:

$$(A/B) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 2 & 3 & 2 & 70 \\ 3 & 1 & 1 & 50 \end{array} \right) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & -2 & -2 & -40 \end{array} \right)$$

Теперь умножим третью строку матрицы на (-1/2) и прибавляю (-1)

$$(A/B) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 2 & 3 & 2 & 70 \\ 3 & 1 & 1 & 50 \end{array} \right) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & -2 & -2 & -40 \end{array} \right) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & 1 & 1 & 20 \end{array} \right) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 30 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 & 10 \end{array} \right) =$$
$$= \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 20 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 & 10 \end{array} \right) = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 & 10 \end{array} \right)$$

Выполняем обратный ход, то есть из матрицы треугольного вида последовательно находят неизвестные.

В нашем случае, X_1 , X_2 , X_3 равны 10.

Ответ: 10 сотрудников каждой категории работает на предприятие, если каждому работнику заработную плату выдать минимальным числом купюр.

Задача № 3.

Побывав на трех предприятиях, занимающиеся выпуском различной продукции. Каждое предприятие выпускает 3 вида продукции с потреблением трех разных видов сырья, у каждого есть продолжительность работы в году, а так же цена.

Определить:

1. Производительность каждого предприятия, по каждому виду изделия за год.
2. Потребность каждого предприятия по каждому виду сырья за год.
3. Родовую сумму каждого предприятия для закупки сырья, необходимого при определенном количестве рабочих дней и выпуска изделий.

Начнем с того что составим таблицу со всеми нашими данными.

Таблица 3.

Экономические показания трех предприятий

<i>Вид изделия</i>	<i>Производительность предприятия</i>			<i>Затраты сырья</i>		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<u>1</u>	3	5	7	2	4	8
<u>2</u>	7	3	3	8	2	2
<u>3</u>	8	2	4	9	4	6
	<i>Кол-во дней отработанных за год</i>			<i>Цена каждого сырья</i>		
	200	160	180	200	100	50

Теперь составим матрицы, которые представляют экономическую совокупность производства.

$$B = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 7 & 3 & 3 \\ 8 & 2 & 4 \end{pmatrix}$$

Построив нашу таблицу мы знаем, что каждый столбец матрицы соответствует производительности каждого предприятия по каждому виду продукции. Отсюда следует, что годовая производительность каждого предприятия по каждому виду продукции получается умножение первого столбца матрицы А на количество рабочих дней в году, для каждого предприятия (i=1,2,3,4,5), где i-это количество рабочих дней в году. Таким образом годовая производительность каждого предприятия по каждому изделию описывается матрицей.

$$V_{\text{год}} = \begin{pmatrix} 500 & 800 & 1260 \\ 1260 & 500 & 500 \\ 1600 & 320 & 720 \end{pmatrix}$$

Матрица затрат сырья на единицу изделия имеет вид:

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

Теперь, для того чтобы определить расход по всем видам сырья, необходимо матрицу V умножить на матрицу C .

$$V * C = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 7 & 3 & 3 \\ 8 & 2 & 4 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 2 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 82 & 48 & 89 \\ 50 & 68 & 93 \\ 56 & 76 & 104 \end{pmatrix}$$

Чтобы получить ответ на второй вопрос моей задачи, мы должны матрицу VC умножить на количество дней, обработанных за год.

Каждую строку матрицы V умножаю на столбец матрицы C

$$\begin{pmatrix} 82 & 48 & 89 \\ 50 & 68 & 93 \\ 56 & 76 & 104 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 200 & 180 & 160 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 82 * 200 & 48 * 160 & 89 * 180 \\ 50 * 200 & 68 * 160 & 93 * 180 \\ 56 * 200 & 76 * 160 & 104 * 180 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16400 & 7680 & 16020 \\ 100000 & 10880 & 16740 \\ 11200 & 12160 & 18720 \end{pmatrix}$$

Чтобы определить стоимость годового запаса сырья для каждого предприятия необходимо матрицу $CV_{\text{год}}$ умножить на вектор d , где вектор d это стоимость сырья, то есть $d=(200,100,50)$

$$\begin{pmatrix} 16400 & 7680 & 16020 \\ 100000 & 10880 & 16740 \\ 11200 & 12160 & 18720 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 200 & 100 & 50 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3280000 & 768000 & 801000 \\ 20000000 & 11088000 & 837000 \\ 2240000 & 1216000 & 936000 \end{pmatrix}$$

Следовательно, мы нашли суммы кредитования предприятий для закупки сырья, которые определяются соответствующим компонентам вектора d .

	3280000	768000	801000
Ответ:	20000000	11088000	837000
	2240000	1216000	936000

Вывод: Рассмотрев теоретические аспекты линейной алгебры, мы применили изученный нами материал к решению задач экономического содержания на примере ОЛРЗ, что позволило сформировать навыки умения решений экономических задач.

Список литературы:

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов: учеб. пособие. Спб.: Питер, 2005. — 466 с.
2. Кремер Н.Ш. Высшая математика для экономистов: учебник. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010 — 479 с.
3. Сирл С., Госман У. Матричная алгебра в экономике / Пер. с англ. и научное редактирование Е.М. Четыркина и Р.М. Энтова. М.: Статистика 1974 — 375 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**«НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

*Электронный сборник статей по материалам XVIII студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 3 (18)
Март 2014 г.

В авторской редакции

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, ул. Залесского, 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info



СибАК
www.sibac.info

