

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<sup>1</sup>Траутвайн А.И., <sup>1</sup>Акимов А.Е., <sup>1</sup>Денисов В.П., <sup>1,\*</sup>Лашин М.В.

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

\*E-mail: Nedostypnbli@yandex.ru

## ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ОБЪЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПО ТЕХНОЛОГИИ SUPERPAVE

---

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена технология проектирования асфальтобетонных покрытий, по методу Superpave. Система Superpave (SUperior PERforming Asphalt PAVEments) была разработана стратегической программой исследований автомобильных дорог (SHRP) в США. Целью программы был поиск новых способов проектирования, асфальтобетонных покрытий, которые будут работать лучше при экстремальных температурах и интенсивных транспортных нагрузках. Система Superpave в первую очередь касается двух проблем, связанных с дорожным покрытием: постоянная деформация, которая является следствием недостаточной прочности асфальтобетона на сдвиг при высоких температурах и низкотемпературных разрушений, которые образуются, когда асфальтобетонное покрытие сжимается, а растягивающее напряжение превышает прочность на растяжение. Решение данных проблем осуществляется путем наиболее рационального подбора составляющих асфальтобетонной смеси. В России данной технологией заинтересовались относительно недавно. В 2016 году были переведены и выпущены предварительные национальные стандарты, в которых описаны требования к материалам и по которым осуществляется проектирование и подбор смеси. В статье проведен обзор технической документации с целью разработки методологии подбора асфальтобетонной смеси. В ходе исследований рассмотрены технологические особенности подбора и проектирования асфальтобетонной смеси по данной методике, составлена блок-схема подбора состава асфальтобетона. На основе данной системы возможно проектирование крупнозернистых, мелкозернистых и щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Внедрение иностранного опыта в строительстве дорог, может способствовать улучшению и повышению качества российских автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** Superpave, проектирование, асфальтобетонные покрытия, методы испытаний.

---

<sup>1</sup>Соков В.Н., <sup>1</sup>Баженова С.И., <sup>1,\*</sup>Петров М.А., <sup>1</sup>Пепеляева А.Ю.

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет  
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

\*E-mail: bk\_msk@mail.ru

## РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННОЙ КРАСКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНОЙ ДИСПЕРСИИ

---

**Аннотация.** Интерьерная краска занимает особое место при проведении внутренних отделочных работ, вследствие чего, человек вынужден длительное время контактировать и работать с красящим материалом, а затем и постоянно находиться в помещениях с данным видом покрытия. К сожалению, не все краски способны обеспечить комфортное и безопасное использование ее в закрытом помещении. В данной работе разработан компонентный состав экологически чистой водно-дисперсионной краски на основе поливинилацетатной дисперсии, обеспечивающей защиту человека от канцерогенного, мутагенного и токсического воздействия. Также рассматриваются основные экологические требования, предъявляемые нормами, установлен контроль содержания входящих в состав краски веществ, способных нанести вред человеку. В работе раскрыта роль влияния отдельных компонентов краски на функциональность человека и возможность их замены без понижения качества исследуемого продукта. Определены основные физико-механические свойства материала: условная вязкость, плотность, массовая доля

нелетучих веществ, адгезия покрытия, степень перетира, стойкость к статическому воздействию воды, атмосферостойкость и другие. Уделено внимание применяемым методикам исследования. По результатам испытаний была получена водно-дисперсионная краска с высокими техническими характеристиками, которая может применяться для всех типов зданий и сооружений, а также носить рекомендательный характер для детских, лечебных и профилактических учреждений.

**Ключевые слова:** краска, краска интерьерная, безопасность, экологичность, отделочный материал, поливинилацетатная дисперсия.

---

<sup>1</sup>**Шорстова Е.С., <sup>1</sup>Клюев С.В., <sup>1</sup>Клюев А.В.**

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46

\*E-mail: [klyuyev@yandex.ru](mailto:klyuyev@yandex.ru)

### **ФИБРОБЕТОН ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ**

---

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы возможности применения 3-D печати в строительной индустрии. Проведен анализ работ, выполненных по этому направлению в мире. Также представлены основные преимущества такого способа возведения конструкций и зданий в целом. Были проведены экспериментальные исследования с применением компонентов смеси: «Себряковцемент» марки ЦЕМ I 42,5Н, тонкомолотый кварцитопесчаник с удельной поверхностью 700 м<sup>2</sup>/кг с использованием гипса. В качестве мелкого заполнителя использовался песок. Для придания смеси пластичности применялись такие добавки как пластификатор ПФМ-НЛК и Mugarol Kombi 756. В качестве армирующей была использована базальтовая фибра. Были разработаны составы бетонной смеси дисперсно армированной базальтовой фиброй. В работе удалось разработать состав фибробетонной смеси, который можно использовать для 3D-печати. Были определены его прочностные характеристики, позволяющие сделать вывод о том, что данный состав соответствует всем требованиям, предъявляемым для такой технологии.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, строительство, 3D-печать, строительные технологии, конструкции, здания, структурная оптимизация.

---

<sup>1,\*</sup>**Экба С.И.**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет  
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

\*E-mail: [ekba.s.ig@gmail.com](mailto:ekba.s.ig@gmail.com)

### **ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ЗОНУ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

---

**Аннотация.** В данной работе рассмотрен вопрос комплексного обследования несущих конструкций зданий и сооружений с применением BIM-технологий (Building Information Model) и систем автоматизированного проектирования (САПР). Освещены ключевые задачи, решаемые в ходе оценки технического состояния зданий, сооружений и застройки, попадающей в зону влияния нового строительства. Предложен системный подход к оценке технического состояния зданий и сооружений. Данный подход и используемый инструментарий позволяет повысить эффективность производства работ по обследованию зданий и сооружений и снизить последующие эксплуатационные издержки. Произведен анализ и расчетное обоснование наиболее эффективных вариантов предотвращения сверхнормативных осадков зданий и сооружений в период нового строительства в городских условиях плотной застройки. Разработаны рекомендации по комплексному обследованию зданий и сооружений, в том числе попадающих в зону влияния нового строительства с применением BIM-модели и расчетной модели на основе метода конечных элементов.

**Ключевые слова:** комплексное обследование здания, BIM-модель, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, расчетная модель, САПР.

---

<sup>1,\*</sup>Кононова М.С., <sup>1</sup>Жерлыкина М.Н., <sup>1</sup>Мальшева А.Н.

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет

Россия, 394026, Воронеж, Московский проспект, 14

\*E-mail: kniga18@mail.ru

## КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ СРАВНЕНИЯ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ

---

**Аннотация.** Системы естественного освещения вносят существенный вклад в энергетический баланс здания. Изменение их геометрических и оптических характеристик влияет не только на освещенность в помещении, но и определяет эксплуатационные расходы, связанные с обслуживанием, теплопоступлениями и теплопотерями через светопрозрачные ограждения. Рассмотрена задача сравнения нескольких систем естественного освещения зданий. Для сравнения предложен комплексный критерий, учитывающий оптические, теплозащитные, эксплуатационные свойства, а также капитальные затраты. Предложенный критерий позволяет убирать несущественные для конкретного здания показатели или добавлять новые в соответствии с требованиями заказчика. Приведены расчетные зависимости по определению численных значений отдельных коэффициентов, входящих в комплексный критерий. Для удобства сравнения все коэффициенты представлены безразмерными. Разработан алгоритм и составлена методика применения предложенного комплексного критерия для сравнения систем естественного освещения.

**Ключевые слова:** система естественного освещения, энергетический баланс здания, коэффициент естественной освещенности.

---

<sup>1</sup>Оберемок М.И., <sup>1,\*</sup>Наумов А.Е., <sup>1</sup>Щенятская М.А.

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

\*E-mail: naumov.ae@bstu.ru

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

---

**Аннотация.** Одним из сегментов жилой недвижимости города являются квартиры, характеризующиеся особым видом из окна. Квартиры с уникальными видовыми характеристиками, как правило, пользуются повышенным спросом у населения, отчего стоимость таких объектов превышает среднерыночную. С учетом высокой ликвидности видовой недвижимости в процессе разработки проектов девелоперы стараются наилучшим образом использовать визуальные перспективы строящегося жилого комплекса. Данная статья представляет собой квалитетрический анализ удельных стоимостей видовых характеристик квартир в г. Белгороде по основным базовым спросообразующим факторам. Производится классификация характеристик видов из окна жилой недвижимости на основании градостроительных, эстетических, эмоциональных и прочих функций. Формируются выводы о стоимости видовых параметров жилой недвижимости с учетом критериев их привлекательности. Получена функциональная зависимость, позволяющая определить надбавку к стоимости жилой недвижимости на основании различий вида из окна. Практическая значимость определения специфики ценообразования в сегменте видовых квартир состоит в возможности управления спросом и повышении эффективности девелопмента жилой недвижимости.

**Ключевые слова:** квалитетрический анализ, рыночная стоимость, оценка недвижимости, жилая недвижимость, факторы спроса.

---

<sup>1,\*</sup>**Петрусенко Ю.В.**

<sup>1</sup>Южный Федеральный Университет. Академия архитектуры и искусств  
Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42

\*E-mail: miss.smiyukha21@yandex.ru

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ И АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПАВИЛЬОНА КРЫТОГО РЫНКА НА СТАРОМ БАЗАРЕ В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ**

---

**Аннотация.** В данной статье автором рассматриваются архитектурно-художественные и конструктивные особенности павильона крытого рынка на Старом базаре. Производится поиск и выявление аналогов крытого рынка, архитектура которых повлияла на внешний и внутренний облик здания. Определяются основные условия проектирования, значение объекта в исторической застройке. Целью исследования является выявление конструктивных и архитектурно-художественных особенностей павильона крытого рынка на Старом Базаре в Ростове-на-Дону. В творчестве его автора архитектора Соколова Николая Матвеевича (1859–1906), как и в архитектуре данного объекта прослеживается влияние «архитектора-наставника» Китнера Иеронима Севастьяновича (1839–1929) – представителя рационального направления архитектуры XIX в. Одной из важнейших проблем данного исследования стало выявление влияния зодчих-наставников на творческую деятельность городского архитектора Н.М. Соколова на примере рассматриваемого павильона крытого рынка на Старом базаре.

**Ключевые слова:** архитектура, строительство, крытые рынки, аналоги, архитектор Соколов Н.М., архитектурная практика, Старый базар, Ростов-на-Дону.

---

<sup>1,\*</sup>**Колесникова Л.И., <sup>1</sup>Цветкова Ю.П.**

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

\*E-mail: архитектура\_bgty@mail.ru

## **ДРЕВНИЙ БЕЛГОРОДСКИЙ ПАМЯТНИК АРХИТЕКТУРЫ «УСПЕНСКО-НИКОЛАЕВСКИЙ СОБОР», 1692–1703 ГОДОВ, – ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА**

---

**Аннотация.** В статье освещается история строительства древнейшего в Белгородской области, сохранившегося до наших дней, русского православного храма «Успенско-Николаевский собор». Приводятся библиографические сведения, касающиеся истории и времени строительства храма, возведенного в эпоху московского барокко – нового стилевого направления в архитектуре Москвы и Подмосковья конца XVII – начала XVIII вв., для которого характерны логичность в соотношении масс, пышность белокаменного декора, в котором своеобразно интерпретированы орнаментальные и ордерные элементы западноевропейского барокко – картуши, «разорванные» фронтоны, колонки и пилястры с растительными капителями и т.п.

Описываются местоположение храма, возведенного в бывшей слободе Жилой, расположенной западнее города Белгорода, застроенного по генеральному плану 1768 г. арх. А.В. Квасова после пожара, случившегося в 1766 г., и современная градостроительная ситуация местоположения храма в структуре современной городской застройки. Рассматривается исторический планировочный каркас.

Анализируются: объемно-планировочное и объемно-пространственное решение соборного храма в исторической хронологии, а также конструктивные решения четверика храма, колокольни и двухстолпной трапезной, возведенной в первой половине XIX века, декоративное оформление фасадов и интерьеров. Рассмотрены основные строительные этапы храма от его создания до проведения реставрационных работ, выполненных в 2005 году. Описываются укрепительные и реставрационные работы по сохранению объекта культурного наследия. Приводится картографический материал, планы здания храма разных строительных этапов, архивные и современные фотографии экстерьеров и интерьеров, как в процессе реставрационных работ, так и после реставрации.

---

---

**Ключевые слова:** храм, собор, объем, планировка, реставрация, фасад, свод, купола, фриз, апсида, четверик, колокольня, шатер, укрепительные работы, картография, фото фиксация, зодчество, московское барокко.

---

<sup>1,\*</sup>Уморина Ж.Э.

<sup>1</sup>Уральский государственный архитектурно-художественный университет  
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23

\*E-mail: umorina87@yandex.ru

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

---

**Аннотация.** Благодаря развитию научно-технического прогресса в архитектуре возникло и активно развивается новое явление – бионическая архитектура. Основываясь на уже созданных методиках проектирования в рамках «зеленых стандартов», бионическая архитектура способствует улучшению экологического баланса окружающей среды и сохранению природных ресурсов. Использование новейших технологий строительства, формообразования, проектирования, альтернативных источников энергии позволило сформировать этот инновационный стиль, который по сути своей является ветвью развития экологического подхода. В статье раскрыты основные достижения в области применения технических устройств повышения эффективности применения ресурсов в объектах архитектуры и их влияние на формообразование.

**Ключевые слова:** бионическая архитектура, инженерное оборудование, экология, форма, комфорт.

---

<sup>1,\*</sup>Пермякова А.А., <sup>1</sup>Авилова И.П., <sup>1</sup>Даниленко Е.П., <sup>1</sup>Стрекозова Л.В.

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

\*E-mail: permakova.aa@bstu.ru

## АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПЛАНА МОДЕРНИЗАЦИИ МОНОГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТОЛЬЯТТИ

---

**Аннотация.** Исследование обусловлено остротой и масштабностью проблем монопрофильных муниципальных образований. Моногорода являются «слабым местом» России. В таких муниципальных образованиях явно выражена зависимость населенного пункта от градообразующего предприятия, что вызывает обоснованные опасения в условиях экономического кризиса, в котором уже долгое время пребывает Российская Федерация. Население моногородов может остаться без рабочих мест и заработных плат, городской бюджет потеряет денежную составляющую от налогов градообразующего предприятия. В такой ситуации может начаться отток населения, город теряет свою социальную привлекательность и может в конечном итоге перестать существовать как муниципальное образование. Комплексный инвестиционный план – это основной инструмент государственной финансовой поддержки комплексного развития моногородов, который направлен на устранение зависимости монопрофильного образования от градообразующего предприятия, улучшение социально-экономического состояния города, благоустройство и обретение инвестиционной привлекательности муниципального образования. В статье рассматриваются проблемы пространственного развития территории монопрофильного города Тольятти с учётом социально-экономической направленности. Производится поиск решения градостроительного использования территории города на основе комплексного инвестиционного плана модернизации. Приводится оценка предшествующего состояния территориальной единицы, процесс реализации комплексного инвестиционного плана модернизации и прогноз постреализационного состояния города.

**Ключевые слова:** моногород, общественное пространство, территориальное планирование, градообразующее предприятие, «умный город».

---

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

<sup>1,\*</sup>Бессмертный В.С., <sup>2</sup>Соколова О.Н., <sup>3</sup>Бондаренко Н.И., <sup>3</sup>Бондаренко Д.О.,  
<sup>4</sup>Брагина Л.Л., <sup>1</sup>Макаров А.В., <sup>2</sup>Кочурин Д.В.

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Россия, 309516, г. Старый Оскол, Белгородская обл., микрорайон Макаренко, 42

<sup>2</sup>Белгородский университет кооперации, экономики и права  
Россия, 308023, Белгород, ул. Садовая, д. 116а

<sup>3</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

<sup>4</sup>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»  
Украина, 61002, Харьков, ул. Курпичева, д.2

\*E-mail: vbessmertnyi@mail.ru

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ БЛОЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ДЕКОРАТИВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

**Аннотация.** Исследовано воздействие плазмы электродугового плазмотрона на плазмохимическую модификацию двухслойного термостойкого декоративного покрытия на ограждающих блоках пеностекла. Определены оптимальные технологические параметры плазменной обработки ограждающих блоков пеностекла с предварительной основе тонкоизмельченной стеклотары и боя сортовых стекол. Показана, что на фактуру и качество двухслойного термостойкого декоративного покрытия существенно влияют скоростные характеристики факела плазмы. Экспериментально установлено, что при скорости оплавления электродуговой плазмой – 5 мм/с на поверхности блока пеностекла образуется сплошное волнистое покрытие, а при 10 мм/с – сплошное покрытие с ровным разливом.

Разработаны промежуточные термостойкие и основные составы декоративного поверхностного двухслойного покрытия для плазмохимического модифицирования ограждающих блоков теплоизоляционных материалов. Промежуточный термостойкий состав включал следующие ингредиенты: термостойкий глиноземистый цемент, измельченный и фракционированный высокоглиноземистый огнеупор и жидкое стекло. Основной состав включал смесь тонкомолотого стеклопорошка из тарных и сортовых стекол с измельченным фракционированным высокоглиноземистым огнеупором.

Исследованы такие эксплуатационные показатели блоков пеностекла с двухслойным термостойким декоративным покрытием как прочность сцепления покрытия с матрицей: морозостойкость, микротвердость, кислотостойкость, водостойкость, истираемость, влагостойкость и стойкость к соляному нейтральному туману.

**Ключевые слова:** блочное пеностекло, декоративное термостойкое декоративное покрытие, плазмохимическое модифицирование.

<sup>1,\*</sup>Виноградова Л.А., <sup>1</sup>Русакова Ю.П.

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет  
Россия, 153000, г. Иваново, пр-т Шереметевский, 7

\*E-mail: lavinogradova@ya.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА СП-2ВУ НА СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕТОНА

**Аннотация.** Эффективными модификаторами структуры и свойств бетонной смеси являются химические добавки, в первую очередь, пластификаторы и суперпластификаторы. В ходе работы изучено влияние введения суперпластификатора «Полипласт СП-2ВУ» в бетонную смесь, что позволяет модифицировать строительно-технологические показатели бетона. Анализ данных, полученных при определении скорости схватывания системы на основе цемента и различных концентраций регулятора, показал, что введение СП-2ВУ в цементный раствор

приводит к существенному замедлению процесса схватывания вяжущей композиции по сравнению с бездобавочным цементом, отодвигая его начало схватывания с ~ 2 ч до ~ 12,5 ч. Вместе с тем также наблюдается постепенное замедление продолжительности схватывания системы в ~ 2 раза по сравнению с обычным бетоном. В присутствии СП-2ВУ (до концентрации 0,7 %) повышается прочность модифицированных бетонов по сравнению с обычным. Кроме того, установлена оптимальная концентрация добавки (0,5 %), способствующая набору необходимой скорости структурообразования системы, формированию плотного и прочного конгломерата с более упорядоченной и стабильной затвердевшей структурой, и определенными эксплуатационными характеристиками. При этом прочность образцов с содержанием 0,5 % модификатора в бетонной смеси повышается на 40 %.

**Ключевые слова:** суперпластификаторы, добавка СП-2ВУ, цементные растворы, добавки в бетоны, модифицирование бетонов, технология бетона, свойства бетонов.

---

**<sup>1</sup>,\*Вендин С.В.**

<sup>1</sup>Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

Россия, Белгородская область, п. Майский

\*E-mail: elapk@mail.ru

## **К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ДИФФУЗИИ В СЛОИСТЫХ СРЕДАХ**

---

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы нестационарной диффузии в слоистых структурах. При разработке конструкций аппаратов для реализации массообменных процессов необходимо учитывать свойства вещества и характер протекаемых процессов. Сроки проектирования значительно сокращаются, а КПД аппаратов получается выше, если удастся построить хорошую физическую модель и применить математический анализ с учетом кинетики процессов. Трудности теоретического анализа и расчета массопереноса определяются сложностью механизма переноса к границе раздела фаз и от нее. Поэтому применяют упрощенные модели процессов массопереноса в которых механизм массоотдачи характеризуется сочетанием молекулярного и конвективного массопереноса. Многие важные практические задачи предполагают расчет нестационарной диффузии (второго закона Фика) для определенного объема вещества (веществ). Для качественной оценки процессов, в случае симметрии, объемные задачи можно рассматривать как одномерные задачи, т.е. зависящие от одной координаты. Предложено общее решение уравнения нестационарной диффузии для слоистых сред. При этом рассматривался случай нестационарных граничных условий третьего рода на внешней поверхности и граничных условий сопряжения четвертого рода для соприкасающихся слоев. Решение получено методом разделения переменных Фурье по собственным функциям задачи применением интеграла Дюамеля. Предложенная форма решения имеет явный вид и благодаря рекуррентной форме записи основных соотношений может быть полезной при численных расчетах

**Ключевые слова:** нестационарная диффузия, закон Фика, слоистые структуры, нестационарные граничные условия третьего рода, граничные условия сопряжения четвертого рода.

---

# МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

<sup>1,\*</sup>Круглова Т.Н.

<sup>1</sup>Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова  
Россия, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132

\*E-mail: tatyana.kruglova.02@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ НАГРУЖЕНИЯ

---

**Аннотация.** Основными элементами технологического оборудования, в значительной степени определяющими его надёжность и эффективность функционирования, являются электродвигатели постоянного и переменного тока. Поэтому постоянный контроль их технического состояния с помощью методов технического диагностирования позволит существенно продлить ресурс оборудования и сократить финансовые издержки. Для реализации данного подхода необходимы специализированные методы, позволяющие с высокой степенью достоверности определять техническое состояние электродвигателей постоянного и переменного тока, отличая их неисправное состояние от изменения режима работы. Диагностика должна выполняться в режиме функционирования оборудования, поэтому применение сложных измерительных устройств не допустимо. В данной статье приведены результаты поисковых исследований метода диагностирования, удовлетворяющих вышеперечисленным требованиям. В качестве диагностических параметров выбраны ток, напряжение и вибрация анализ которых предлагается осуществлять с помощью вейвлет преобразования. В результате многочисленных экспериментов установлена зависимость между изменениями коэффициентов вейвлет преобразования на характерных масштабах, позволяющая однозначно определить техническое состояние электродвигателя и режим его нагрузки, на основе которой разработан метод диагностирования с применением нейронной сети.

**Ключевые слова:** диагностика электропривода, нейросетевой метод, вейвлет преобразование, режим работы привода

---

<sup>1</sup>Поляков А.Н., <sup>1</sup>Гончаров А.Н., <sup>1,\*</sup>Парфёнов И.В.

<sup>1</sup>Оренбургский государственный университет  
Россия, 460018, Оренбург, просп. Победы, д. 13.

\*E-mail: ivparfenov@mail.ru

## МЕТОДИКА КОРРЕКЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ СТАНКА С ЧПУ

---

**Аннотация.** Работа посвящена вопросу обеспечения точности обработки на станках с числовым программным управлением за счет коррекции возникающей в них температурной погрешности. Рассмотрено построение системы коррекции температурной погрешности станка, основанной на применении устройства автоматического измерения детали, установленного на нем. Анализа различных источников показал, что методика коррекции погрешностей обработки, вызванных статическими и динамическими факторами, построенная на технологии автоматического измерения детали на станке, в литературе в определенной степени рассмотрена. Однако вопросы коррекции температурной погрешности станка с использованием технологии автоматического измерения детали на станке в открытой печати представлены в объеме, недостаточном для ее практической реализации. Поэтому в данной работе приведена разработанная методика практической реализации алгоритмов управления рабочими органами станка, компенсирующими его температурную погрешность с использованием технологии автоматического измерения детали на станке. Методика содержит семь основных этапов, охватывающих четыре области работ: экспериментальную; программно-математическую; измерительную и подготовку управляющих программ для станков с числовым программным управлением. Доказано, что представленная методика позволяет разработать для любого станка

индивидуальную автоматизированную систему коррекции возникающей температурной погрешности. Показано, что важнейшими направлениями повышения эффективности такой системы являются обеспечение полноты экспериментальной базы и точность настройки алгоритмов коррекции температурной погрешности станка.

**Ключевые слова:** методика; температурная погрешность станка; тепловые характеристики; измерительный щуп; ОММ-технологии; управляющая программа.

---

**<sup>1</sup>Бондаренко Ю.А., <sup>1</sup>Ханин С.И., <sup>2,\*</sup>Бестужева О.В.**

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

<sup>2</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

\*E-mail: bestuzheva@bsu.edu.ru

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЦАПФЫ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ И ВРАЩЕНИЯ**

---

**Аннотация.** В статье рассматривается цапфа шаровой мельницы под действием постоянных нагрузок корпуса с мелющими телами и материалом, одновременным действием силы тяжести и вращения за счет момента внешних сил. При эксплуатации шаровой мельницы опасным сечением днищ является место перехода цилиндрической части цапфы в коническую. Оценено напряженно-деформированное состояние цапфы шаровой мельницы производится на основе математической модели, включающей в себя полную систему уравнений равновесия, определяющих соотношений упругопластического деформирования, учитывающих эффекты циклического нагружения материала, с соответствующими начальными и граничными условиями. Учтена динамическая нагрузка, возникающая при вращении, по принципу Даламбера, согласно которому ко всем действующим внешним силам добавляются силы инерции. Получено уравнение изгиба оси цапфы, учитывающее действие сил инерции. Получены зависимости прогиба, кривизны прогиба и напряжения от продольной координаты при действии силы тяжести и вращения на ось цапфы. Определена величина касательного напряжения от действия крутящего момента. Определено общее выражение эквивалентного напряжения, учитывающее сложное напряженно-деформированное состояние цапфы шаровой мельницы, испытывающей растягивающее напряжение от изгибающих нагрузок и сдвиговое напряжение от крутящего момента.

**Ключевые слова:** цапфа шаровой мельницы, износ оборудования, математическое описание, напряженно-деформированное состояние, изгиб вращающейся цапфы.

---

**<sup>1,\*</sup>Остановский А.А.**

<sup>1</sup>ООО «Оптимастрой»

Россия, 141130, г. Руза, Московской области, ул. Школьная, д. 28

\*E-mail: ostanovskiy51@mail.ru

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОГО НЕСООТВЕТСТВИЯ ВЕТВЕЙ ЗАМКНУТОГО КОНТУРА НА УДЕЛЬНУЮ ЭНЕРГОЁМКОСТЬ В МЕЛЬНИЦЕ СИСТЕМЫ «МКАД»**

---

**Аннотация.** Обосновывается необходимость совершенствования технологических операций при переработке минерального сырья и использования для реализации этой задачи энергоэффективного измельчительного оборудования. Приводятся технические и технологические преимущества вертикальных мельниц динамического самоизмельчения, в основе которых заложен способ самоизмельчения материала, позволяющий добиться при использовании этого прогрессивного способа и машин, разработанных на его основе, снижение удельных энергозатрат. Разъясняются технические преимущества мельниц системы «МКАД», структурные схемы которых имеет индифферентную группу. Так как в мельницах этой системы для разрушения кусков и частиц дополнительно используется так называемая «циркулирующая» энергия,

зависящая от степени деформации вала приводного двигателя, обосновывается необходимость исследования влияния кинематического несоответствия ветвей замкнутого контура на удельные энергозатраты измельчения. Представлены графические зависимости влияния кинематического несоответствия на удельные энергозатраты измельчения в мельницах системы «МКАД».

**Ключевые слова:** мельница, энергоэффективность, удельные энергозатраты, структурная схема, индифферентные группы, замкнутый контур, кинематическое несоответствие, кинетическая энергия, потенциальная энергия, циркулирующая энергия.

---

<sup>1,\*</sup>Юдин К.А., <sup>2</sup>Харин Н.П.

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

<sup>2</sup>ОАО “Завод ЖБК-1”

Россия, 308013, Белгород, ул. Коммунальная, д. 5

\*E-mail: ydin.ka@bstu.ru

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ СМЕСИТЕЛЯ С ДВУНАПРАВЛЕННЫМ ВРАЩАТЕЛЬНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА МАТЕРИАЛ

---

**Аннотация.** Рассматриваются смесители периодического действия. Представлена целесообразность разработки смесителей нового типа. Выполнен литературный обзор отечественных и зарубежных авторов по данной тематике. Представлены авторская кинематическая схема смесителя, описывающие воздействие на перемешиваемый в смесительной камере материал относительно двух взаимно перпендикулярных горизонтальных осей. Особенности движения материала в смесителе позволяют говорить о наличии элементов гироскопического эффекта. Вращение смесительной камеры осуществляется посредством ременной, цепной и конической передачи. Возникающее сложное пространственное движение частиц материала можно регулировать частотным преобразователем и подбором соответствующих зубчатых колес. Представлен алгоритм моделирования конической передачи для смесителя с двунаправленным вращательным воздействием на материал. Коническая зубчатая передача установлена на водиле. Проведены предварительные экспериментальные исследования. Представлена трехмерная модель конической зубчатой передачи. Показана корректировка установочных размеров для нее. Трехмерная модель конической зубчатой передачи, реализованная с помощью программного продукта NX дополнена таблицей для ее расчета и начальной модель-заготовкой. Показана практическая реализации конической зубчатой передачи в металле. Сделаны выводы по моделированию.

**Ключевые слова:** смеситель периодического действия, вращение камеры относительно двух взаимно перпендикулярных осей, автоматизация проектирования, коническая зубчатая передача.

---

<sup>1,\*</sup>Петько В.Г., <sup>2</sup>Никитина И.П.

<sup>1</sup>Оренбургский государственный аграрный университет  
Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18

<sup>2</sup>Оренбургский государственный университет  
Россия, 430005, г. Оренбург, пр. Победа, д. 13

\*E-mail: vgpetsko@mail.ru

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДОГАЗОВОГО УЗЛА

---

**Аннотация.** В статье представлены новые технические решения, направленные на повышение эффективности работы водогазового узла газовых колонок, используемых для нагревания воды. На основании анализа различных конструкций водогазовых узлов газовых колонок, получивших широкое распространение для нагрева воды в бытовых условиях, было выявлено, что основным общим недостатком этих водогазовых узлов является наличие механической связи мембраны с клапаном подачи газа, осуществляемой через сальник между газовой и водяной камерами каждого узла. Такая конструктивная особенность из-за недолговечности сальника приводит к частому отказу

колонок в процессе эксплуатации, сопровождающемуся материальными потерями и опасностью проникновения газа в помещение.

В работе предложена новая конструктивная схема водогазового узла, в котором механическая связь между мембраной и клапаном заменена связью, реализуемой магнитным полем двух дисковых магнитов. Магниты ориентированы друг по отношению к другу одноимёнными полюсами и расположены по обе стороны немагнитной перегородки, разделяющей водяную и газовую камеры водогазового узла. В предложенном водогазовом узле исключаются утечки воды и газа, так как он не содержит сальниковых уплотнений. А отсутствие трения при передаче усилия от мембраны к клапану подачи газа повышает точность срабатывания клапана. Также повышается стабильность порога ограничения подачи воды.

Предложена методика расчёта основных геометрических и силовых параметров водогазового узла разработанной конструкции, предполагающая использование снятой экспериментально зависимости силы отталкивания магнитов от расстояния между их полюсами.

**Ключевые слова:** трение и износ, газовая колонка, мембрана, клапан, магнит, сопло Вентури.

---