



ГОРИЗОНТЫ НАУКИ

SCIENCE HORIZONS

**ТРАЕКТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ И ВЫЗОВЫ
СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ
НАУКИ**

**Сборник статей Международной
научно-практической конференции
25 мая 2026 г.**

**Адрес редакции:
Россия, 630000, г. Новосибирск, ул. Б. Советская, 12/1.
E-mail: gorizontynauki.ru**

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89
ББК 94.3 + 72.4: 72.5
ISBN 978-5-00249-528-3
Н 347

**ТРАЕКТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ВЫЗОВЫ
СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ НАУКИ: сборник статей
Международной научно-практической конференции (25 мая 2026 г.,
г. Новосибирск).**

Настоящий сборник составлен по итогам Международной научно-практической конференции «**ТРАЕКТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ НАУКИ**», состоявшейся 25 мая 2026 г. В сборнике статей рассматриваются современные вопросы науки, образования и практики применения результатов научных исследований.

Все материалы сгруппированы по разделам, соответствующим номенклатуре научных специальностей. Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, научных и педагогических работников, преподавателей, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной и педагогической работе и учебной деятельности.

Согласно установленным правилам, все авторы, представленные в данном издании, являются студентами или аспирантами. Все статьи проходят экспертную оценку. Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей. Статьи представлены в авторской редакции. Ответственность за точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

При использовании опубликованных материалов в контексте других документов или их перепечатке ссылка на сборник статей научно-практической конференции обязательна. Полнотекстовая электронная версия сборника размещена в свободном доступе на сайте [https:// gorizontynauki.ru](https://gorizontynauki.ru)

Адрес редакции:
Россия, 630000, г. Новосибирск, ул. Б. Советская, 12/1.
E-mail: gorizontynauki.ru

**Ответственный редактор:
Наумов Артур Викторович**

В состав редакционной коллегии и организационного комитета

ВХОДЯТ:

- Белозеров А.В.**, кандидат технических наук, доцент (г. Новосибирск)
Григорьевских И.С., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник (г. Магнитогорск)
Дмитриева Л.Н., доктор филологических наук, профессор (г. Красноярск)
Елисеева Т.К., кандидат экономических наук, доцент (г. Ижевск)
Захарова М.П., кандидат педагогических наук, научный сотрудник (г. Владимир)
Николаев О.С., кандидат исторических наук, доцент (г. Курск)
Степанов Д.В., доктор технических наук, профессор (г. Нижний Новгород)
Мартirosян Г.Л., кандидат архитектуры, доцент (г. Гюмри, Республика Армения)
Павлов К.А., доктор медицинских наук, профессор (г. Казань, Республика Татарстан)
Турсынбеков Б.М., кандидат юридических наук, доцент (г. Алматы, Республика Казахстан)
Мионов С.В., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник (г. Хабаровск)
Федосеева Е.Ю., кандидат биологических наук, старший преподаватель (г. Тюмень)
Кузнецова А.А., кандидат культурологии, доцент (г. Кострома)
Андреев Д.И., доктор географических наук, профессор (г. Архангельск)
Соколова В.М., кандидат социологических наук, научный сотрудник (г. Вологда)
Тихонова Р.С., кандидат искусствоведения, доцент (г. Геленджик)
Волков Г.Д., доктор философских наук, профессор (г. Мурманск)
Лебедев Ю.П., кандидат химических наук, доцент (г. Калуга)
Борисова Н.В., кандидат психологических наук, научный сотрудник (г. Брянск)
Сафина Л.Ш., кандидат филологических наук, доцент (г. Уфа)
Тимофеева К.Е., доктор педагогических наук, профессор (г. Пенза)
Алексеев М.Ю., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник (г. Чебоксары)
Семенов В.А., кандидат физико-математических наук, доцент (г. Томск)
Орлов К.Н., кандидат экономических наук, старший научный сотрудник (г. Южно-Сахалинск)
Мельников П.Р., доктор политических наук, профессор (г. Калининград)
Васильева Е.О., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (г. Астрахань)
Щербакова М.С., кандидат исторических наук, научный сотрудник (г. Псков)
Игнатова Ю.Д., доктор ветеринарных наук, профессор (г. Петрозаводск)
Варданян С.М., кандидат медицинских наук, доцент (г. Ростов-на-Дону)
Яковлева А.И., кандидат технических наук, старший научный сотрудник (г. Барнаул)

УДК 621.822.6:621.311.4
ББК 34.42

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ОБДУВА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ МЕТОДАМИ СПЕКТРАЛЬНОГО ВИБРОАНАЛИЗА

Шестаков Владислав Игоревич

старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной механики,
Новосибирский государственный технический университет
Новосибирск, Россия.

Трофимов Антон Денисович

аспирант кафедры теоретической и прикладной механики,
Новосибирский государственный технический университет
Новосибирск, Россия.

Аннотация

В публикации изложен подход к диагностике технического состояния подшипников качения, применяемых в системах принудительного охлаждения силового трансформаторного оборудования подстанций. На основе фиксации параметров виброускорения и виброскорости предложена аналитическая оценка дефектов на ранней стадии их зарождения. Авторами рассмотрена взаимосвязь между пиковыми значениями спектра и характером повреждения беговых дорожек элементов качения.

Ключевые слова: подшипник качения, вибродиагностика, силовой трансформатор, спектр частот, остаточный ресурс, система охлаждения.

Введение

Стабильная работа систем охлаждения силовых трансформаторов напрямую определяет их нагрузочную способность и предотвращает ускоренное старение изоляции обмоток. Механические повреждения электродвигателей обдува, в частности деградация подшипниковых узлов, составляют значительную долю в общей структуре отказов вспомогательного оборудования подстанций. Своевременное обнаружение локальных дефектов сепараторов и тел качения позволяет перейти от регламентного обслуживания к ремонту по фактическому техническому состоянию, что существенно снижает эксплуатационные затраты.

Цель исследования

Целью настоящей работы является обоснование диагностических признаков механических повреждений подшипников вентиляторов охлаждения на основе

анализа спектральных составляющих вибрационного сигнала для повышения точности прогнозирования их остаточного ресурса.

Методы исследования

Для решения поставленной задачи применялись методы математического моделирования динамических процессов в роторных системах и алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Экспериментальные замеры уровней вибрации осуществлялись на специализированном стенде с использованием пьезоэлектрических вибропреобразователей. Измерения фиксировались в трех взаимно перпендикулярных направлениях в диапазоне частот от десяти до десяти тысяч Герц с последующей цифровой фильтрацией сигнала.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведения серии экспериментов были получены частотные характеристики здоровых подшипников и образцов с искусственно нанесенными дефектами внутреннего и наружного колец. Анализ виброакустических сигналов показал, что возникновение раковин и сколов на беговой дорожке наружного кольца генерирует стабильные ударные импульсы на строго определенных расчетных частотах. При этом амплитуда высокочастотных составляющих спектра виброускорения возрастает более чем в три раза задолго до того, как дефект вызовет заметное увеличение общего среднеквадратического значения виброскорости.

Особое внимание авторами уделено оценке влияния дисбаланса рабочего колеса вентилятора на износ подшипникового узла. Установлено, что сопутствующий дисбаланс приводит к появлению выраженной оборотной частоты ротора и ее гармоник, что накладывается на подшипниковые частоты и усложняет прямую интерпретацию данных. Разработанный диагностический алгоритм позволяет разделять эти составляющие и с высокой точностью локализовать место повреждения. На основе сопоставления энергетических характеристик спектральных пиков сформирована математическая зависимость, позволяющая прогнозировать безаварийное время работы узла в часах.

Заключение

Применение методов спектрального виброанализа дает возможность идентифицировать зарождающиеся механические дефекты узлов обдува трансформаторов на стадиях, недоступных для стандартных тепловизионных или визуальных методов контроля. Реализация предложенного подхода в стационарных или портативных системах диагностического мониторинга подстанций позволит снизить вероятность внезапного остатка систем охлаждения в периоды пиковых летних нагрузок.

Литература

1. Барков А. В., Баркова Н. А. Вибродиагностика колесных и пальцевых подшипников на ранних стадиях разрушения. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2001. – 142 с.
2. Биргер И. А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
3. Сидоров В. А. Введение в техническую диагностику: учебное пособие. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 124 с.

УДК 621.316.542:531.3
ББК 31.242

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ ВГБ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Орловский Дмитрий Николаевич

доцент кафедры роботизированных механических систем,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Москва, Россия.

Ягужинский Георгий Дмитриевич

студент кафедры роботизированных механических систем,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Москва, Россия.

Аннотация

Статья посвящена исследованию влияния температурных деформаций и изменения вязкости смазочных материалов на кинематические параметры приводов высоковольтной коммутационной аппаратуры. В работе представлена математическая модель шарнирно-рычажного механизма, учитывающая переменное трение в узлах сопряжения. На основе численного моделирования определены критические зоны потери подвижности элементов при экстремальных климатических воздействиях.

Ключевые слова: высоковольтный выключатель, рычажный механизм, трибология, динамическая модель, кинематика привода, температурный зазор.

Введение

Обеспечение надежного срабатывания высоковольтных выключателей в условиях резко континентального климата является одной из ключевых задач при проектировании открытых распределительных устройств подстанций. Практика эксплуатации показывает, что значительная часть отказов выключателей в зимний период связана со сбоями в работе их пружинно-моторных и гидравлических приводов. Изменение физико-механических свойств конструкционных материалов и смазок при отрицательных температурах приводит к росту сил сопротивления в шарнирах, что может вызвать недовключение или затягивание времени гашения электрической дуги.

Цель исследования

Определение закономерностей изменения скорости перемещения подвижных контактов выключателя в зависимости от температурного градиента в элементах его передаточного механизма.

Методы исследования

Моделирование динамики многозвенного рычажного механизма осуществлялось с использованием уравнений Лагранжа второго рода. В разработанную расчетную схему были введены нелинейные функции трения, зависящие от температуры окружающей среды и радиальных зазоров в кинематических парах. Экспериментальное подтверждение адекватности модели проводилось на базе климатической лаборатории путем тензометрирования усилий на валу привода при температурах до минус пятидесяти градусов Цельсия.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных теоретических и экспериментальных изысканий были установлены критические значения коэффициентов трения в шарнирных соединениях, при которых кинетическая энергия привода становится недостаточной для преодоления сопротивления контактной системы. Выявлено, что при падении температуры ниже минус тридцати пяти градусов происходит скачкообразное увеличение вязкости штатных пластичных смазок, что эквивалентно росту статического момента сопротивления механизма в два с половиной раза.

Дополнительно в работе зафиксировано влияние теплового сжатия разнородных металлов в прецизионных узлах трения. Разность коэффициентов линейного расширения стальных пальцев и бронзовых втулок приводит к уменьшению радиального зазора, вызывая заклинивание рычажной передачи на начальном этапе движения. На основе полученных данных авторами сформированы рекомендации по оптимизации геометрии зазоров и предложен альтернативный состав низкотемпературной композиционной смазки на основе синтетических полиальфаолефинов. Применение данной модификации позволяет стабилизировать время включения выключателя в пределах нормативных сорока миллисекунд во всем рабочем диапазоне температур.

Заключение

Проведенный динамический анализ позволил количественно оценить риски отказа коммутационного оборудования в зимний период. Модернизация геометрических параметров шарниров и переход на современные смазочные материалы обеспечивают сохранение нормативных скоростных характеристик выключателей без увеличения мощности исполнительных двигателей привода.

Литература

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
2. Польцер Г., Майснер В. Основы трения и износа. – М.: Машиностроение, 1984. – 264 с.
3. Афанасьев В. В. Конструкции выключателей высокого напряжения. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 416 с.

УДК 624.042:621.311.4
ББК 38.5

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРТАЛОВ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИЙ ПРИ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВЫХ НАГРУЗКАХ

Ярославцев Михаил Юрьевич
доцент кафедры строительных конструкций,
Уральский федеральный университет
Екатеринбург, Россия.

Орлов Кирилл Аркадьевич
студент строительного института,
Уральский федеральный университет
Екатеринбург, Россия.

Аннотация

В статье анализируется прочностная надежность металлических ячеяковых порталов открытых распределительных устройств. На основе метода конечных элементов исследуется распределение внутренних усилий в элементах стальных решетчатых конструкций при совместном воздействии веса гололедных отложений и динамического давления ветра. Определены наиболее уязвимые стержни пространственной фермы и предложен способ их локального усиления.

Ключевые слова: портал ОРУ, металлоконструкции, гололедная нагрузка, метод конечных элементов, прочность, деформация.

Введение

Стальные порталы открытых распределительных устройств относятся к категории ответственных несущих конструкций подстанций, обеспечивающих удержание ошиновки и подвесных изолирующих гирлянд высокого напряжения. Климатические изменения последних лет приводят к учащению случаев аномального обледенения проводов в сочетании со шквалистым ветром, что создает экстремальные крутящие и изгибающие моменты на ригели и стойки порталов. Разрушение таких конструкций чревато масштабными системными авариями с длительным отключением потребителей, в связи с чем точная оценка их фактической несущей способности является критически важной.

Цель исследования

Расчетное определение параметров напряженно-деформированного состояния пространственной металлоконструкции шинного портала тяжелого типа при действии неблагоприятных сочетаний климатических факторов.

Методы исследования

Решение инженерной задачи выполнялось путем численного моделирования в программном комплексе, реализующем метод конечных элементов. Конструкция портала представлялась в виде трехмерной стержневой системы с жестким сопряжением элементов решетки и шарнирным или жестким закреплением баз стоек на фундаменте. Расчетные сочетания нагрузок формировались с учетом веса конструкций, натяжения проводов, нормативной толщины стенки гололеда тридцать миллиметров и пульсационной составляющей ветрового воздействия.

Результаты и их обсуждение

Выполненный статический и динамический расчет позволил визуализировать поля внутренних напряжений и деформаций по всей высоте конструкции. Было установлено, что при стандартном проектировании без учета динамики ветра наибольшие эквивалентные напряжения возникают в узлах сопряжения наклонных поясных стержней нижних секций стоек, где величины расчетных сопротивлений стали подходить к предельным значениям. При воздействии ветра, направленного перпендикулярно плоскости портала, длинный решетчатый ригель испытывает значительное кручение, обусловленное внецентренным приложением вертикальной силы от веса обледеневшей гирлянды изоляторов.

Максимальный горизонтальный прогиб верхней точки стойки при расчетной ветровой нагрузке составил восемьдесят пять миллиметров, что укладывается в рамки требований по жесткости, однако вызывает перераспределение усилий в смежных фазах ошиновки. Для снижения металлоемкости и исключения потери устойчивости отдельных раскосов авторами была разработана схема локального усиления пространственного каркаса путем введения дополнительных диагональных связей в угловых зонах портала. Данное конструктивное изменение позволяет уменьшить пиковые напряжения в узлах на восемнадцать процентов при увеличении общего веса сооружения всего на два процента.

Заключение

Проведенное исследование доказывает необходимость перехода от упрощенных плоских расчетных схем к полному пространственному моделированию порталов подстанций. Оптимизация схемы расстановки раскосов в составе решетчатых стоек позволяет существенно повысить живучесть строительной части открытых распределительных устройств в сложных метеорологических условиях.

Литература

1. Стрелецкий Н. С. Металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1961. – 776 с.
2. Ведеников Г. С. Металлические конструкции: учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1998. – 576 с.
3. Горев В. В. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Элементы конструкций. – М.: Высшая школа, 2004. – 551 с.

УДК 621.314.22.08:534.6
ББК 31.261.8

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ФАРФОРОВЫХ ОПОРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ 110 КВ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Юсупов Григорий Андреевич

старший преподаватель кафедры техники высоких напряжений
Ивановский государственный энергетический университет
Иваново, Россия.

Шестаков Максим Дмитриевич

аспирант кафедры техники высоких напряжений
Ивановский государственный энергетический университет
Иваново, Россия.

Аннотация

В тезисах представлены результаты экспериментального исследования процессов микроразрушения высоковольтной фарфоровой изоляции. На основе регистрации сигналов акустической эмиссии разработан методический подход к обнаружению скрытых внутренних дефектов (микротрещин, пор), образующихся в теле изолятора в процессе эксплуатации. Определены диагностические критерии, позволяющие оценивать степень деградации материала под влиянием механических усилий, возникающих при оперировании аппаратом.

Ключевые слова: фарфоровый изолятор, акустическая эмиссия, дефектоскопия, высоковольтный разъединитель, трещина, механические испытания.

Введение

Опорно-стержневые фарфоровые изоляторы высоковольтных разъединителей на подстанциях подвергаются значительным изгибающим и крутящим нагрузкам при включении и отключении аппаратов. Хрупкость электротехнического фарфора и наличие скрытых заводских или эксплуатационных дефектов структуры могут привести к внезапному разрушению изолятора. Такое развитие событий часто сопровождается падением шин, короткими замыканиями и тяжелым травмированием обслуживающего персонала. Традиционный визуальный и ультразвуковой контроль не всегда способны выявить глубокие внутренние микротрещины на ранней стадии, что обуславливает необходимость внедрения пассивных методов акустического мониторинга.

Цель исследования

Экспериментальное выявление закономерностей генерации сигналов акустической эмиссии в фарфоровых телах изоляторов при ступенчатом приложении изгибающей механической нагрузки для ранней диагностики дефектов.

Методы исследования

Лабораторные испытания проводились на специализированном гидравлическом стенде, обеспечивающем плавное консольное нагружение изоляторов серии ИОС-110. Для фиксации акустических волн, возникающих при упругой и пластической деформации материала, использовались широкополосные пьезоэлектрические датчики с диапазоном регистрации от тридцати до пятисот килоггерц. Данные обрабатывались многоканальной системой сбора информации с последующим спектральным и амплитудно-временным анализом импульсов.

Результаты и их обсуждение

В ходе испытаний было установлено, что бездефектные фарфоровые изоляторы ведут себя акустически пассивно вплоть до достижения семидесяти процентов от нормативной разрушающей нагрузки. Незначительные акустические сигналы малой амплитуды, фиксируемые на начальных этапах, связаны с притиркой фарфора в армировочных чугунных фланцах и разрушением цементной связки.

Совершенно иная динамика наблюдалась у образцов, имевших внутренние поры или усталостные микротрещины в зоне сопряжения глазури с телом изолятора. В этих деталях акустическая эмиссия активизировалась уже при тридцати процентах от номинальной изгибающей силы. Зафиксировано появление высокоамплитудных сигналов типа «взрыв», свидетельствующих о скачкообразном росте магистральной трещины. Авторами была выведена зависимость индекса активности акустической эмиссии от скорости нарастания механического напряжения. Было определено, что локализация дефекта по координатам датчиков с точностью до двух сантиметров возможна благодаря анализу разности времени прихода импульсов на разнесенные преобразователи. Это позволяет отбраковывать дефектные элементы задолго до наступления хрупкого излома.

Заключение

Метод акустической эмиссии показал высокую чувствительность к динамике развития внутренних дефектов фарфоровой изоляции под нагрузкой. Предложенные критерии оценки спектральных параметров сигналов могут послужить основой для создания мобильных диагностических комплексов, применяемых непосредственно на подстанциях во время плановых осмотров и оперирования разъединителями.

Литература

1. Грешников В. А., Дробот Ю. Б. Акустическая эмиссия. Применение для испытаний материалов и изделий. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 272 с.
2. Трифонов В. В. Изоляторы высокого напряжения. – М.: Энергия, 1979. – 312 с.
3. Серьезнов А. Н. Акустико-эмиссионный контроль авиационных конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 176 с.

УДК 539.4:621.315.6
ББК 34.41

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ТРАВЕРС ИЗОЛИРУЮЩЕГО ТИПА МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

Чнышев Эдуард Борисович
старший преподаватель кафедры сопротивления материалов,
Самарский государственный технический университет
Самара, Россия.

Щербатов Леонид Владимирович
студент факультета машиностроения, металлургии и транспорта
Самарский государственный технический университет
Самара, Россия.

Аннотация

В представленном материале изложены результаты прочностного расчета перспективных изолирующих траверс из стеклопластика, внедряемых на компактных подстанционных переходах. Авторами разработана расчетная процедура, учитывающая выраженную анизотропию свойств композиционного материала при сочетанном изгибе и кручении. В ходе численного эксперимента установлены границы потери устойчивости тонкостенных элементов профиля траверсы.

Ключевые слова: изолирующая траверса, стеклопластик, анизотропия, композиты, конечно-элементный анализ, несущая способность.

Введение

Применение полимерных изолирующих траверс вместо традиционных металлических конструкций на открытых распределительных устройствах позволяет существенно уменьшить габариты подстанций и сократить безопасные изоляционные расстояния. Однако полимерные композиты, обладая высокой диэлектрической прочностью и малым весом, характеризуются сложным поведением под нагрузкой из-за выраженной гетерогенности структуры. Проектирование таких узлов требует детального учета схемы армирования волокон и их взаимодействия со связующей эпоксидной матрицей при длительном воздействии тяжения проводов.

Цель исследования

Математическое моделирование и верификация деформационных характеристик композитной траверсы прямоугольного сечения под воздействием нормативных

эксплуатационных нагрузок для предотвращения хрупкого расслоения материала.

Методы исследования

В качестве основного инструмента исследования использовался метод послойного расчета трехмерных анизотропных оболочек. Матрица жесткости композита формировалась на основе упругих постоянных стекловолокна и эпоксидной смолы с учетом угла укладки слоев плюс-минус сорок пять градусов. Прочностной анализ выполнялся по критерию Цзя-Ву, адаптированному для оценки состояния многослойных полимерных конструкций при сложном напряженном состоянии.

Результаты и их обсуждение

В ходе симуляции было исследовано поведение траверсы длиной три метра при воздействии вертикальной гололедной нагрузки и продольного тяжения провода при его обрыве в смежном пролете. Выявлено, что в отличие от стальных конструкций, где опасными являются зоны максимальных изгибающих моментов, в композитной траверсе критическое состояние наступает в местах концентрации сдвигающих напряжений вблизи узлов крепления к стойке.

Установлено, что при углах армирования, близких к продольной оси, резко снижается жесткость конструкции на кручение, что приводит к закручиванию профиля и потере местной устойчивости вертикальных стенок траверсы. Оптимизация схемы укладки путем добавления перекрестных слоев позволила повысить критическую нагрузку потери устойчивости на тридцать два процента.

Заключение

Разработанная модель позволяет с высокой точностью прогнозировать характер деформирования и несущую способность изолирующих элементов из композитов. Корректный выбор геометрии слоев армирования обеспечивает требуемую жесткость конструкции, исключая внезапные отказы узлов подвески ошиновки подстанции.

Литература

1. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
2. Алфутов Н. А., Зиновьев П. А., Попов Б. Г. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 264 с.
3. Карпинос Д. М. Композиционные материалы. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1985. – 592 с.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТОМОГРАФИЯ СВАРНЫХ ШВОВ БАКА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА КАК МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УТЕЧЕК МАСЛА

Шаховскова Елена Игоревна
старший преподаватель кафедры технологии металлов,
Ивановский государственный энергетический университет
Иваново, Россия.

Уварова Дарья Станиславовна
студентка инженерно-физического факультета
Ивановский государственный энергетический университет
Иваново, Россия.

При длительной эксплуатации подстанционного оборудования динамические вибрационные нагрузки от магнитопровода вызывают усталостные изменения в сварных соединениях конструктивных элементов. Статистика ремонтных подразделений указывает, что микротрещины в швах баков трансформаторов мощностью свыше двадцати пяти мегавольт-ампер являются главным фактором сквозных разгерметизаций и потерь трансформаторного масла. Традиционный визуально-измерительный контроль фиксирует дефекты лишь на стадии сквозного раскрытия, что делает актуальным внедрение неразрушающих методов послойного сканирования металла.

Основная задача проводимого эксперимента заключалась в верификации чувствительности технологии цифровой фокусировки антенных решеток при поиске внутренних непроваров и шлаковых включений в тавровых сварных соединениях толщиной от двенадцати до двадцати миллиметров.

В качестве исследовательского инструментария использовался ультразвуковой дефектоскоп-томограф с шестнадцатиканальным преобразователем на фазированной решетке. Неразрушающие испытания проводились на реальных фрагментах демонтированных баков с последующим выполнением контрольных металлографических шлифов для оценки достоверности эхо-сигналов. Сканирование выполнялось по совмещенной схеме продольными и поперечными волнами на частотах до пяти мегагерц.

Анализ полученных В-сканов и С-сканов показал, что применение фазированных решеток позволяет визуализировать внутреннюю геометрию шва с пространственным разрешением до половины миллиметра. Нами была зафиксирована четкая корреляция между амплитудой отраженного сигнала и реальной глубиной залегания подповерхностного дефекта.

Было установлено, что плоскостные дефекты типа несплавлений по кромке, ориентированные вертикально, при стандартном однолучевом контроле дают пропуск в сорока процентах случаев из-за зеркального отражения луча в сторону от датчика. Использование секторного сканирования под углами от тридцати до семидесяти градусов полностью решает эту проблему, обеспечивая устойчивый эхо-отклик. По результатам работы составлена карта дефектоскопических признаков усталостного разрушения сварного шва и определен порог браковки по эквивалентной площади отражателя, равной двум квадратным миллиметрам.

Использование ультразвуковой томографии с цифровой фокусировкой луча позволяет выявлять внутреннюю деградацию сварных соединений на ранней стадии. Это дает возможность планировать сварочно-восстановительные работы во время плановых остановов трансформатора на техническое обслуживание, предотвращая аварийный долив масла и загрязнение окружающей среды.

Литература

1. Ермолов И. Н. Теория ультразвукового контроля: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.
2. Алешин Н. П., Щербинский В. Г. Контроль качества сварочных работ. – М.: Высшая школа, 1986. – 167 с.
3. Кретов Е. Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в машиностроении. – СПб.: СВЕН, 2011. – 432 с.

УДК 621.315.616:620.193.2
ББК 31.233

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЛАЖНОСТИ НА ТРЕКИНГОСТОЙКОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Муравьева Ольга Владимировна

Старший преподаватель кафедры диэлектриков и полупроводников
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия.

Толстой Анна Андреевна

Аспирантка кафедры диэлектриков и полупроводников
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия.

Предмет исследования и его актуальность. Современное развитие подстанций высокого напряжения связано с массовой заменой фарфоровой изоляции на кремнийорганические полимерные аналоги. Имея очевидные преимущества в весе и стойкости к актам вандализма, композиционные материалы подвержены специфическому старению под действием климатических факторов. Солнечная радиация и циклическое увлажнение вызывают деструкцию поверхностного слоя полимера, что приводит к образованию проводящих каналов — треков. Изучение скорости этого процесса необходимо для точного определения межремонтных интервалов подстанционного оборудования.

Постановка задачи. Настоящая работа посвящена экспериментальной оценке изменения гидрофобных свойств и стойкости к поверхностному разряду силиконовых резин различных марок после циклического искусственного старения в климатической камере.

Материалы и методы. Для проведения испытаний использовались образцы высокомолекулярного кремнийорганического компаунда, применяемого для изготовления защитных оболочек изоляторов класса 110 кВ. Лабораторный комплекс включал в себя камеру ультрафиолетового облучения с интенсивностью спектра тридцать ватт на квадратный метр и ультразвуковой увлажнитель. Оценка трекинговости выполнялась по методу "наклонной плоскости" при подаче переменного напряжения промышленной частоты и одновременном дозировании загрязненного электролита на основе хлорида аммония.

Аналитическая часть и дискуссия. Анализ деградации структуры полимера проводился по изменению краевого угла смачивания и методом инфракрасной спектроскопии.

Исходные сухие образцы демонстрировали отличную гидрофобность с краевым углом около ста десяти градусов. Однако после трехсот часов непрерывного ультрафиолетового воздействия в сочетании с распылением влаги зафиксировано падение этого показателя до шестидесяти пяти градусов, что свидетельствует о переходе материала в гидрофильное состояние.

На ИК-спектрах облученных образцов обнаружено явное снижение интенсивности пиков, отвечающих за метильные группы, и появление гидроксильных связей, что подтверждает разрушение полимерной матрицы и вымывание низкомолекулярных силиконов на поверхность. При испытании под напряжением на таких деградировавших участках токи утечки возрастали с первоначальных двух миллиампер до критических двадцати пяти миллиампер. Локальный перегрев в зоне протекания тока приводил к испарению влаги, возникновению микродуг и последующему обугливанию силикона. Экспериментально установлено, что введение в состав резины тригидрата алюминия в качестве наполнителя замедляет процесс трекингообразования за счет выделения кристаллизационной воды при термическом разложении, которая эффективно гасит микроразряды.

Основные выводы. Совместное воздействие солнечной радиации и влаги существенно ускоряет потерю гидрофобных свойств кремнийорганической изоляции. Включение антитрекинговых добавок на этапе синтеза компаунда является обязательным условием для обеспечения задекларированного двадцатипятилетнего срока службы изоляторов в регионах с высокой инсоляцией.

Литература

1. Кингс К., Джеффри Д. Старение полимерных изоляторов под действием окружающей среды // Труды по диэлектрикам. 1996. № 4. С. 12–18.
2. Борисов Р. К., Лебедев С. М. Проводящие треки в органических диэлектриках. М.: Энергоатомиздат, 2005. 184 с.
3. ГОСТ Р 55154-2012. Изоляторы полимерные для подстанций. Методы испытаний на трекингоустойкость. М.: Стандартинформ, 2013. 32 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗНОСА СИЛОВЫХ КОНТАКТОВ КРУН 10 КВ

Ростопчина Наталья Владимировна
Доцент кафедры «Электрические станции»
Самарский государственный технический университет
Самара, Россия.

Королев Артем Игоревич
Студент электротехнического факультета
Самарский государственный технический университет
Самара, Россия.

В процессе эксплуатации комплектных распределительных устройств наружной установки (КРУН) класса напряжения 10 кВ на долю разъемных контактов главной цепи приходится значительная часть тепловых отказов. Постоянные температурные колебания, вызванные суточной неравномерностью графика нагрузки, а также воздействие агрессивных факторов окружающей среды приводят к окислению контактных поверхностей. Увеличение переходного сопротивления в узле «нож–розетка» вызывает лавинообразный местный перегрев, способный спровоцировать дуговое короткое замыкание внутри ячейки.

Целью данного расчетно-экспериментального исследования являлось установление аналитической связи между температурой оболочки контактного узла и степенью его механической деградации (потерей усилия нажатия пружин).

В основу работы положен метод теплового баланса замкнутой системы. Для моделирования процессов теплопередачи внутри замкнутого объема ячейки КРУН использовались уравнения теплопроводности Фурье и конвективного теплообмена Ньютона–Рихмана. Экспериментальная проверка проводилась на испытательном стенде с использованием высокоточного нагрузочного трансформатора, создающего переменный ток до одной тысячи ампер. Регистрация температурных полей осуществлялась посредством инфракрасной термографии и платиновых термометров сопротивления, закрепленных непосредственно на токоведущих частях.

Эксперимент показал, что на начальных стадиях ослабления контактных пружин (до тридцати процентов от номинального усилия) стандартный контроль по абсолютной температуре малоэффективен, так как избыточное тепло успешно рассеивается элементами конструкции.

Однако при падении усилия фиксации ниже критического порога в пятьдесят процентов переходное сопротивление возрастает экспоненциально.

В ходе дискуссии по полученным графикам авторами было отмечено, что наиболее достоверным диагностическим критерием является не абсолютная температура узла, а избыточная температурная разность между исследуемым контактом и контактом соседней фазы, находящейся в аналогичных условиях охлаждения. При токе нагрузки в восемьсот ампер и снижении усилия нажатия пружины наполовину, зафиксирован стабильный рост избыточной температуры на тридцать пять градусов Цельсия. На основании этих данных была выведена полуэмпирическая формула, позволяющая расчетным путем оценивать остаточное механическое прижимное усилие ламелей без разбора и выката выключателя из ячейки.

Разработанный теплотехнический подход позволяет существенно повысить точность тепловизионного контроля КРУН 10 кВ. Своевременное выявление фаз с деградацией пружинных элементов дает возможность предотвратить аварийное разрушение выкатных элементов и минимизировать простои оборудования подстанции.

Литература

1. Долин П. А. Справочник по энергетическому оборудованию. – М.: Энергия, 1980. – 512 с.
2. Сви П. М. Методы и средства диагностики высоковольтного оборудования. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
3. ГОСТ 10434-82. Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 23 с.

АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 10кВ ПРИ ГРУППОВОЙ ПРОКЛАДКЕ В ПОДСТАНЦИОННЫХ КАНАЛАХ

Вяземская Светлана Игоревна
старший преподаватель кафедры электроэнергетических систем
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Москва, Россия

Панин Юлия Алексеевна
аспирантка кафедры электроэнергетических систем
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Москва, Россия

При проектировании и эксплуатации систем кабельных заходов крупных узловых подстанций 110/10 кВ разработчики часто сталкиваются с проблемой взаимного теплового влияния параллельно проложенных линий. Групповая прокладка кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена в стесненных условиях подстанционных лотков и каналов приводит к существенному ухудшению условий их охлаждения. Локальный перегрев жил выше длительно допустимой нормы, составляющей девяносто градусов Цельсия, влечет за собой ускоренную термодеструкцию полимера и резко увеличивает вероятность пробоя изоляции. В связи с этим точный учет взаимного теплового сопротивления является критическим фактором при определении пропускной способности кабельного хозяйства подстанции.

Настоящее расчетно-теоретическое исследование ставило целью математическое определение коэффициентов снижения нагрузочной способности силовых кабелей в зависимости от их взаимного расположения и геометрии подстанционного канала.

В основу математического аппарата положено численное решение двумерного стационарного уравнения теплопроводности в неоднородной среде с граничными условиями третьего рода. Расчетное поле включало в себя бетонный короб канала, воздушную прослойку, поливинилхлоридные оболочки и медные жилы шести кабелей марки АПвПг-10. Для верификации математических расчетов авторами было проведено физическое моделирование на лабораторном тепловом макете, имитирующем закрытый лоток с регулируемыми источниками тепловыделения.

Результаты численного моделирования в программной среде показали, что температурное поле внутри закрытого канала распределяется крайне неравномерно. Наиболее неблагоприятные условия работы складываются для кабелей, расположенных в центральной части группы. При симметричной токовой нагрузке всех линий температура жил центральных кабелей оказалась на четырнадцать градусов выше, чем у крайних фаз, находящихся ближе к теплопроводящим бетонным стенкам лотка.

Зафиксировано, что при стандартном расстоянии между осями кабелей, равном их диаметру, взаимный подогрев снижает допустимый длительный ток средней линии на двадцать два процента от номинального значения, указанного в справочных каталогах для одиночного кабеля. Авторами разработан и верифицирован поправочный матричный коэффициент, учитывающий реальное число работающих линий и степень заполнения лотка. В качестве оптимизационного решения предложена схема асимметричного распределения фаз по рядам, позволяющая выровнять температурный профиль внутри сборного канала и повысить суммарную передаваемую мощность кабельной группы на восемь процентов без риска перегрева.

Литература

1. Зарубежный опыт применения кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена / под ред. И. И. Пешкова. – М.: ВНИИКП, 2002. – 116 с.
2. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача: учебник для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
3. Кабельные линии высокого напряжения: указания по проектированию / под ред. Л. А. Ковалева. – Л.: Энергия, 1975. – 208 с.

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ ЗАКРЫТЫХ ПОДСТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Горчаков Игорь Владиславович

Старший преподаватель кафедры архитектуры гражданских
и промышленных зданий, Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
Новосибирск, Россия.

Лобанов Никита Сергеевич

Студент факультета архитектуры и градостроительства,
Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
Новосибирск, Россия.

Актуальность и проблематика. Рост мегаполисов и дефицит свободных земельных участков диктуют необходимость радикального пересмотра подходов к проектированию объектов энергетической инфраструктуры. Традиционные открытые распределительные устройства занимают значительные площади и визуально диссонируют с современной урбанистической средой. Строительство закрытых подстанций глубокого ввода в границах жилых и деловых кварталов позволяет решить земельный вопрос, однако выдвигает жесткие требования к архитектурному облику, объемно-планировочной структуре, а также к экологической и шумовой безопасности инженерных сооружений.

Целевая установка. Разработка концептуальных объемно-композиционных решений для отдельно стоящих зданий подстанций 110 кВ, обеспечивающих их гармоничную интеграцию в городскую среду при соблюдении всех технологических габаритов оборудования.

Методологическая база. Исследование опиралось на градостроительные регламенты, санитарные нормы по ограничению уровней шума и электромагнитного излучения, а также на принципы модульной компоновки промышленных объектов. В работе использовались методы трехмерного компьютерного моделирования и вариантного проектирования оболочек зданий с оценкой их визуального восприятия в существующем ландшафте.

Анализ проектных решений. Ключевая сложность архитектурного формообразования закрытых подстанций заключается в жесткой привязке габаритов помещений к технологическим схемам размещения оборудования — элегазовых распределительных устройств, силовых трансформаторов и

кабельных шахт. Нами был предложен переход от традиционной линейно-вытянутой компоновки к вертикально-интегрированной многоэтажной структуре. В разработанном проекте трансформаторные камеры, требующие постоянного охлаждения и путей для выкатки, размещаются на первом наземном уровне, в то время как залы распределительных устройств выносятся на верхние этажи.

В качестве фасадного решения авторами предложена концепция "мимикрии" промышленного объема под объекты гражданской архитектуры посредством использования навесных вентилируемых систем с панелями из мелкозернистого бетона и просечно-вытяжной сетки. Такое решение не только маскирует глухие плоскости стен, лишённые оконных проёмов по условиям безопасности, но и обеспечивает скрытое размещение приточных и вытяжных вентиляционных шахт.

Особое внимание в объёмно-планировочном решении уделено созданию замкнутого акустического контура вокруг силовых трансформаторов. Применение двойных ограждающих конструкций с воздушным зазором и звукопоглощающими облицовками на основе минераловатных плит позволило снизить расчетный уровень звукового давления на границе участка до сорока пяти децибел, что полностью соответствует нормативам для ночного времени в жилой зоне.

Выводы. Вертикальная послойная компоновка и применение современных фасадных систем позволяют трансформировать утилитарное техническое здание подстанции в эстетически полноценный элемент городской застройки. Описанный подход минимизирует площадь застройки на пятьдесят пять процентов и снимает архитектурные ограничения на приближение энергообъектов к потребителям.

Литература

1. Шубин И. Л., Кочкин А. А. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций промышленных зданий. М.: Стройиздат, 2012. 120 с.
2. Архитектурное проектирование промышленных предприятий / под ред. С. В. Демидова. М.: Высшая школа, 1984. 392 с.
3. Киселев П. А. Градостроительные аспекты размещения объектов энергетики в крупнейших городах. Новосибирск: Наука, 2015. 164 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ТРАНСФОРМАТОРНЫХ КАМЕРАХ ЗАКРЫТЫХ ПОДСТАНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Апраксин Степан Игоревич

Старший преподаватель кафедры гидравлики и теплогазоснабжения,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)
Новосибирск, Россия.

Шувалов Дмитрий Петрович

Аспирант кафедры гидравлики и теплогазоснабжения
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)
Новосибирск, Россия.

При проектировании закрытых подстанций одной из наиболее сложных инженерных задач является обеспечение эффективного отвода тепла, выделяемого силовыми трансформаторами. В замкнутом пространстве камеры при номинальной нагрузке агрегата мощностью сорок мегавольт-ампер выделяется до нескольких сотен киловатт тепловой энергии. Перегрев воздуха внутри бокса выше сорока пяти градусов Цельсия ведет к критическому росту температуры масла, снижению срока службы изоляции и повышению риска пожара. Использование принудительной вентиляции сопряжено с дополнительными энергозатратами и шумом, поэтому первоочередным решением должно служить максимальное использование гравитационного напора воздуха.

Целью настоящей работы стало определение оптимального соотношения геометрических параметров приточных и вытяжных проемов для создания устойчивого конвективного контура охлаждения трансформаторной камеры.

В основу исследования легли методы гидравлического расчета воздушных потоков и уравнения теплового баланса. Для оценки распределения температурных полей авторами была составлена аналитическая схема, связывающая величину тепловыделений трансформатора с высотой расположения вентиляционных жалюзи и площадью их живого сечения. Натурные измерения проводились на действующем тепловом макете камеры в масштабе один к десяти, где в качестве источника тепла использовались регулируемые электрические нагревательные панели.

Анализ экспериментальных данных показал, что эффективность естественной вентиляции в значительной степени лимитируется взаимным расположением приточного и вытяжного каналов. При размещении приточных проемов на уровне середины бака трансформатора в нижней части камеры образуется застойная зона перегретого воздуха, которая ухудшает теплоотдачу от нижних радиаторов охлаждения.

Экспериментально доказано, что опускание нижней кромки приточных жалюзи до уровня пола камеры снижает среднюю температуру масла на шесть градусов. В ходе обсуждения полученных результатов авторами установлена нелинейная зависимость расхода охлаждающего воздуха от вертикального расстояния между осями входного и выходного отверстий. Оптимальным решением, обеспечивающим максимальную скорость конвективного потока (до одного и двух десятых метра в секунду), является вынос вытяжной шахты на высоту трех метров над кровлей здания. Разработанная инженерная методика позволяет рассчитать площадь вентиляционных решеток с учетом аэродинамического сопротивления защитных сеток от птиц и грызунов, что гарантирует работу трансформатора в нормативном температурном режиме без привлечения мощных осевых вентиляторов.

Литература

1. Каменев П. Н. Отопление и вентиляция. Ч. 2. Вентиляция. – М.: Стройиздат, 1976. – 432 с.
2. Богословский В. Н. Строительная теплофизика. – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.
3. РТМ 34-42-002-83. Рекомендации по проектированию отопления и вентиляции производственных зданий и сооружений электростанций и подстанций. – М.: Минэнерго СССР, 1984. – 85 с.

УДК 615.47:621.373.826
ББК 34.7

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В ХИРУРГИИ

Шереметев Артур Евгеньевич

Доцент кафедры медицинской инженерии и биотехнических систем
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ»
Санкт-Петербург, Россия.

Татищев Алена Игоревна

Аспирантка кафедры медицинской инженерии и биотехнических систем,
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ»
Санкт-Петербург, Россия.

Актуальность исследования. Современная высокотехнологичная медицина активно внедряет лазерные хирургические комплексы для проведения малоинвазивных операций. Одним из ключевых процессов при воздействии импульсного лазерного излучения на биоткань является абляция — послойное удаление вещества за счет микровзрывного вскипания содержащейся в клетках воды. Неконтролируемый рост давления пароводяной смеси в зоне реза может привести к акустическому повреждению окружающих здоровых клеточных структур и глубокому термическому некрозу краев раны. Точное прогнозирование динамики фазовых переходов на границе раздела сред необходимо для оптимизации параметров лазерного импульса и обеспечения прецизионности хирургического вмешательства.

Постановка задачи. Настоящая работа посвящена разработке нестационарной математической модели теплопереноса в мягких биологических тканях при воздействии излучения эрбиевого лазера с целью определения условий, минимизирующих зону побочного термического поражения.

Методы и материалы. В основу расчетного аппарата положено совместное решение уравнения теплопроводности с внутренними объемными источниками тепла и гидродинамических уравнений сохранения массы и импульса для парогазовой фазы. Поглощение лазерного излучения биотканью описывалось классическим законом Бугера–Ламберта–Бера с учетом высокого коэффициента поглощения воды на длине волны два и ninety-four сотых микрометра. Численная реализация математической модели выполнялась методом конечных раз Объемов на пространственной сетке с шагом в один микрометр, адаптированной под динамически изменяющуюся геометрию каверны реза.

Результаты и их обсуждение. Проведенное расчетное исследование позволило детально визуализировать распределение температурных полей и градиентов давления в подповерхностных слоях ткани в течение одного лазерного импульса длительностью двести микросекунд. Обнаружено, что в начальной фазе импульса происходит сверхинтенсивный нагрев внутриклеточной жидкости до температуры метастабильного состояния, составляющей около трехсот градусов Цельсия, что инициирует взрывное объемное парообразование.

В ходе анализа графиков давления было установлено, что пиковые значения избыточного давления вскипания достигают сорока атмосфер, обуславливая механический выброс разрушенного матрикса ткани со скоростями до ста метров в секунду. Однако при увеличении плотности энергии лазерного пятна выше критического порога в тридцать джоулей на квадратный сантиметр наблюдается эффект экранирования — образующееся облако продуктов абляции начинает поглощать часть энергии последующей доли импульса. На основе этих данных нами был обоснован оптимальный частотно-импульсный режим работы излучателя, при котором каждый последующий импульс подается после рассеяния парового шлейфа, что снизило глубину остаточного коагуляционного некроза на границе разреза до рекордно малых пятнадцати микрометров.

Заключение. Разработанная гидродинамическая модель позволяет с высокой достоверностью определять энергетические пороги чистой абляции для различных типов мягких тканей. Использование полученных расчетных режимов в алгоритмах управления медицинских лазерных скальпелей обеспечивает максимальную сохранность прилегающих анатомических структур и сокращает общие сроки послеоперационной регенерации.

Литература

1. Плетнев С. Д. Лазеры в клинической медицине: руководство для врачей. – М.: Медицина, 1996. – 432 с.
2. Приезжев А. В., Тучин В. В., Шубочкин Л. П. Лазерная диагностика в биологии и медицине. – М.: Наука, 1989. – 240 с.
3. Лощенов В. Б., Линьков К. Г. Оптические медицинские технологии контроля состояния биологических тканей. – М.: Физматлит, 2014. – 188 с.

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ПУЛЬСОКСИМЕТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ИМИТАТОРА КРОВОТОКА

Демидов Кирилл Дмитриевич

Старший преподаватель кафедры биотехнических систем и технологий
Новосибирский государственный технический университет
Новосибирск, Россия.

Потемкина Мария Александровна

Студентка факультета радиотехники и электроники
Новосибирский государственный технический университет
Новосибирск, Россия.

В современной медицинской практике мониторинг насыщения гемоглобина крови кислородом (сатурации) осуществляется неинвазивным методом пульсоксиметрии. Работа подобных приборов базируется на спектрофотометрическом принципе фиксации пульсовых изменений оптической плотности биоткани в двух диапазонах длин волн — красном и инфракрасном. Однако точность показаний датчиков критически зависит от качества их заводской калибровки и стабильности алгоритмов фильтрации артефактов движения. Создание точных гидродинамических систем, моделирующих пульсирующий кровоток в капиллярном русле человека с регулируемыми параметрами оптического поглощения, является важным этапом верификации разрабатываемой медицинской аппаратуры.

Целью представленной работы являлось конструирование прототипа калибровочного стенда, воспроизводящего динамическую фотоплетизмографическую волну с заданными параметрами частоты сердечных сокращений и уровня сатурации.

В качестве основы имитатора ткани был выбран эластичный пористый полимерный силикон, геометрия и оптические свойства которого близки к параметрам дистальной фаланги пальца руки взрослого человека. Гидравлический контур стенда состоял из регулируемого перистальтического насоса микродозирования, электромагнитных клапанов с процессорным управлением и резервуара с циркулирующей жидкостью. Для имитации оптических характеристик крови использовался водный раствор мелкодисперсного красителя, спектр поглощения которого модулировался введением светорассеивающих полистирольных микросфер.

Управление формой и амплитудой гидравлического импульса осуществлялось посредством оригинального программного скрипта.

Проведенные испытания собранного гидромеханического стенда подтвердили возможность воспроизведения пульсовой волны в широком физиологическом диапазоне. Контур клапанной автоматики позволил формировать дикротическую выемку на графике давления, что полностью соответствует реальной форме артериального пульса человека при частотах от сорока до двухсот ударов в минуту.

В ходе обсуждения результатов авторами было отмечено, что изменение объема эластичной трубки-микроканала при прохождении гидравлического сгустка вызывает динамическое изменение интенсивности прошедшего через нее светового потока на уровне двух процентов от общего объема излучения. Это позволило симитировать реальный пульсовой индекс, характерный для периферических сосудов. Путем точечного изменения концентрации красителя на стенде были успешно верифицированы калибровочные кривые серийного пульсоксиметра в диапазоне сатурации от семидесяти до ста процентов с погрешностью, не превышающей половины процента. Разработанное техническое решение исключает необходимость привлечения добровольцев на ранних стадиях тестирования медицинских измерительных приборов.

Библиографический список

1. Тучин В. В. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. Т. 1. – М.: Физматлит, 2007. – 560 с.
2. ГОСТ ISO 80601-2-61-2015. Изделия медицинские электрические. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к пульсоксиметрическому оборудованию. – М.: Стандартиформ, 2016. – 62 с.
3. Хайманн В. Медицинская техника. Принципы работы и применение. – М.: Техносфера, 2011. – 344 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ

Фонвизин Савва Леонидович

Доцент кафедры радиоэлектронных устройств
Самарский государственный технический университет
Самара, Россия.

Рылеев Илья Андреевич

Студент электротехнического факультета
Самарский государственный технический университет
Самара, Россия.

Широкое применение методов монополярной и биполярной коагуляции в современной торакальной и абдоминальной хирургии обусловлено возможностью одновременного рассечения тканей и остановки кровотечений. Основным недостатком базовых моделей высокочастотных электрохирургических аппаратов является нестабильность передаваемой энергии при изменении электрического сопротивления операционного поля. В процессе высушивания биоткани ее импеданс возрастает в десятки раз, что при постоянном уровне выходного напряжения генератора приводит к искрообразованию, глубокому обугливанию краев разреза и налипанию биологического материала на рабочий электрод. Подобные дефекты существенно увеличивают время заживления раневой поверхности и могут вызвать вторичные послеоперационные осложнения.

В рамках данного инженерного проекта решалась задача разработки быстродействующей цифровой системы обратной связи, стабилизирующей термическое воздействие хирургического инструмента в режиме реального времени.

Проектирование силовой части устройства выполнялось на основе мостового инвертора на комплементарных полевых транзисторах с изолированным затвором, работающего на фиксированной частоте четыреста сорок килогерц. Измерительный тракт системы контроля включал в себя датчики мгновенных значений тока и напряжения, включенные в цепь первичной обмотки высокочастотного выходного импульсного трансформатора. Обработка сигналов и расчет текущего комплексного сопротивления нагрузки осуществлялись на базе тридцатидвухразрядного микроконтроллера со встроенным блоком вычислений с плавающей запятой.

На этапе лабораторных тестов электрохирургического блока проводилась серия резов на изолированных образцах мышечной ткани крупного рогатого скота. Исходное сопротивление контакта инструмента с влажной тканью составляло порядка ста пятидесяти Ом. При прохождении тока и начале коагуляции фиксировалось лавинообразное обезвоживание зоны контакта, сопровождающееся ростом импеданса до четырех тысяч Ом менее чем за семьдесят миллисекунд.

Предложенный авторами алгоритм цифрового импульсно-кодовой модуляции позволил изменять скважность управляющих сигналов инвертора пропорционально скорости роста сопротивления. Было достигнуто сокращение времени отклика системы регулирования до пятидесяти микросекунд. Дискуссия по полученным осциллограммам подтвердила, что автоматическое снижение подводимой мощности в момент пикового роста импеданса полностью устраняет эффект дугового разряда и снижает толщину слоя струпа на шестьдесят процентов. Это позволяет удерживать температуру в зоне реза в пределах строго заданных ста двадцати градусов Цельсия, обеспечивая чистый гемостаз без термической деструкции подлежащих слоев.

Литература

1. Белов Ю. И. Высокочастотная электрохирургия. – Киев: Здоровья, 1983. – 168 с.
2. Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура: учебное пособие. – М.: Медицина, 1981. – 344 с.
3. Системы управления электрохирургическими генераторами / под ред. М. В. Данилова. – Самара: СГТУ, 2018. – 112 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ НАВОДОК В КАНАЛАХ ЦИФРОВЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФОВ

Белик Максим Валерьевич

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и
информационно-измерительной техники
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева — КАИ
Казань, Россия.

Фет Платон Александрович

Студент физико-математического факультета, Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ,
Казань, Россия.

При съеме биоэлектрических сигналов сердца ключевой технической проблемой является наличие высокоамплитудных шумов, накладывающихся на полезный кардиосигнал. Наиболее интенсивной помехой выступает сетевая наводка частотой пятьдесят Герц, возникающая из-за емкостной связи тела пациента с проводами питающей сети помещения. Использование классических режекторных фильтров Баттерворта или Чебышева для вырезания этой частоты неизбежно приводит к искажению геометрии высокочастотных элементов электрокардиограммы, в частности, амплитуды и длительности комплекса QRS, что может повлечь за собой ложную диагностику блокад проводящей системы сердца. В связи с этим необходим переход к адаптивным методам спектрально-временной фильтрации, сохраняющим форму клинически важных участков записи.

Задачей данного численного эксперимента являлась разработка и программная реализация алгоритма многомасштабного дискретного вейвлет-преобразования для селективной очистки электрокардиосигнала от гармонической помехи.

Моделирование и отладка алгоритмов фильтрации осуществлялись на массиве реальных записей электрокардиограмм без патологий, полученных из международной базы данных физиологических сигналов PhysioNet. В исходные чистые сигналы программным путем подмешивалась синусоидальная помеха частотой пятьдесят Герц с варьируемым отношением сигнал/шум. Для декомпозиции зашумленного сигнала использовался ортогональный вейвлет Добеши четвертого порядка, обеспечивающий оптимальный компромисс между локализацией во временной и частотной областях.

Число уровней разложения выбиралось равным восьми, что позволило изолировать компоненты сетевой наводки в строго определенных частотных полосах.

Сравнительный анализ обработанных сигналов показал преимущество вейвлет-фильтрации над стандартными цифровыми фильтрами. Было установлено, что сетевой шум полностью локализуется на уровнях детализации D3 и D4. Вместо полного обнуления этих коэффициентов, искажающего структуру сигнала, авторами был применен метод мягкого порогового кодирования (Soft Thresholding) с вычислением адаптивного порога по критерию Штейна.

В ходе сопоставления результатов зафиксировано, что предложенный подход позволяет поднять интегральное отношение сигнал/шум с первоначальных пяти децибел до двадцати восьми децибел при сохранении истинной амплитуды зубца R с точностью до девяноста девяти процентов. При этом среднеквадратическая ошибка восстановления формы изолинии и сегмента ST оказалась в четыре раза ниже, чем при использовании стандартной режекции. Разработанный программный модуль обладает низкими требованиями к вычислительной мощности и может быть интегрирован в прошивку портативных носимых кардиомониторов (Холтеров) на базе микроконтроллеров с архитектурой ARM.

Литература

1. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 11. С. 1145–1170.
2. Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / пер. с англ. под ред. А. П. Немирко. – М.: Физматлит, 2007. – 440 с.
3. Дьяконов В. П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 400 с.

МЕНЕДЖМЕНТ В КЛИНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Бекмырадов Мырат

Старший преподаватель, Кафедра организации, экономики и управления здравоохранением, Туркменский государственный медицинский университет им. Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Организация и менеджмент клинических исследований современных лекарственных средств представляют собой высокочрезвычайно затратный процесс с жестким международным и национальным правовым регулированием. Традиционные стратегии операционного менеджмента в этой сфере базировались на тотальном ретроспективном контроле данных, включая стопроцентную верификацию первичной медицинской документации непосредственно в исследовательских центрах. Однако масштабирование испытаний и рост объема генерируемой информации требуют от спонсоров и контрактно-исследовательских организаций перехода к гибким проактивным моделям управления, основанным на предварительной идентификации критических рисков для безопасности субъектов и достоверности результатов.

В настоящей аналитической работе ставилась задача систематизации ключевых рисков операционного менеджмента клинических испытаний и разработки алгоритма их ранжирования для оптимизации мониторинговой активности.

В качестве методологической основы использовались руководства Международной конференции по гармонизации, в частности концепция риск-ориентированного управления качеством (Risk-Based Quality Management), и стандарты надлежащей клинической практики. Сбор эмпирических данных для анализа эффективности управленческих моделей осуществлялся путем анкетирования и анализа хода выполнения тридцати двух протоколов международных многоцентровых клинических исследований второй и третьей фаз. Оценка значимости рисков проводилась методом анализа видов и последствий отказов с вычислением интегрального приоритетного числа риска.

Сравнительный анализ операционных показателей показал, что критическими точками, в которых наиболее часто фиксируются управленческие сбои, являются этапы включения (скрининга) пациентов и удержания их в протоколе, а также логистика исследуемого препарата, требующая соблюдения строгого температурного режима.

В ходе исследования нами было установлено, что стопроцентный очный мониторинг данных на местах не гарантирует автоматического снижения систематических ошибок, но увеличивает бюджет административных расходов на сорок пять процентов. На основе полученных матриц рисков был разработан алгоритм удаленного централизованного мониторинга. Данный подход базируется на непрерывном отслеживании ключевых индикаторов риска, таких как частота досрочного выбытия пациентов, скорость регистрации серьезных нежелательных явлений и количество отклонений от протокола в конкретном медицинском центре. При превышении установленного критического порога индикатора система автоматически сигнализирует менеджеру проекта о необходимости проведения целевого аудита или внепланового визита монитора в данный центр, что позволяет локализовать проблему на ранней стадии.

Внедрение предложенной риск-ориентированной модели менеджмента позволяет оптимизировать распределение кадровых и финансовых ресурсов при организации клинических испытаний. Переход от сплошного контроля к предиктивному управлению критическими параметрами процесса обеспечивает высокую достоверность финального регистрационного досье лекарственного препарата при сокращении общих сроков проведения исследования на пятнадцать процентов.

Литература

1. Международное руководство по гармонизации. Надлежащая клиническая практика (ICH E6 (R2)). – М.: Минздрав России, 2018. – 76 с.
2. Белоусов Д. Ю. Организация клинических исследований лекарственных препаратов: руководство для менеджеров. – М.: Фармарус Принт Медиа, 2014. – 216 с.
3. Мешковский А. П. Обеспечение качества в сфере обращения лекарственных средств // Ремедиум. 2010. № 6. С. 38–44.

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ

Бекмырадов Мырат

Старший преподаватель, Кафедра организации, экономики и управления здравоохранением, Туркменский государственный медицинский университет им. Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Введение в историческую проблематику. Современная архитектура национальных систем здравоохранения является продуктом длительной исторической эволюции, определявшейся экономическими кризисами, социальными реформами и политической борьбой. Переход от благотворительной и частной медицины к институционализированным государственным механизмам защиты здоровья населения начался на рубеже девятнадцатого и двадцатого веков. Изучение исторических этапов этого перехода позволяет глубже понять внутреннюю логику функционирования современных моделей финансирования медицинской помощи и выявить системные причины их структурных трансформаций.

Цель исследования. Историко-компаративный анализ процессов зарождения и законодательного закрепления обязательного медицинского страхования в ведущих индустриальных государствах Европы и советской России.

Источниковедческая база. В основу работы положен сравнительно-исторический метод анализа нормативно-правовых актов, государственных программ, архивных статистических отчетов министерств народного здоровья и фондов социального страхования за период с тысяча восемьсот восемьдесят третьего по тысяча девяносто третий год.

Исторический анализ и дискуссия. Первой вехой в создании государственной системы медицинского страхования стало принятие в Германии в тысяча восемьсот восемьдесят третьем году Закона о страховании рабочих на случай болезни, инициированного канцлером Отто фон Бисмарком. Данная модель строилась на корпоративно-солидарных принципах, где страховые кассы формировались за счет паритетных взносов наемных работников и работодателей. Наш анализ архивных документов показал, что внедрение «системы Бисмарка» преследовало не только социальные, но и прагматичные политические цели — снижение протестной активности рабочего класса. К началу двадцатого века аналогичные законы приняли Австрия, Бельгия и Великобритания.

Принципиально иной вектор развития обозначился в первой половине двадцатого века, когда Великобритания в тысяча девятьсот сорок восьмом году реализовала план Уильяма Бевериджа, учредив Национальную службу здравоохранения. «Модель Бевериджа» полностью отказалась от страховых касс в пользу прямого финансирования медицины из государственного бюджета, провозгласив принцип всеобщей доступности и бесплатности услуг для каждого гражданина.

В этот же период в разных странах и СНГ развивалась уникальная государственно-централизованная система Николая Семашко. Основанная на полной ликвидации частной практики, жестком планировании и бюджетировании, советская модель здравоохранения в тридцатые и сороковые годы продемонстрировала беспрецедентную эффективность в ликвидации эпидемий и создании доступной первичной медико-санитарной помощи. Исторический раскол между бюджетным и страховым принципами финансирования определил специфику национальных реформ конца двадцатого века. Так, распад советской административной системы в тысяча девятьсот девяносто первом году вынудил Российскую Федерацию осуществить сложный возврат к страховым механизмам путем принятия Закона «О медицинском страховании граждан», что фактически ознаменовало попытку интеграции элементов модели Бисмарка в сохранившийся каркас советской инфраструктуры.

Основные выводы. Исторический опыт показывает, что ни одна из чистых моделей — бюджетная или классическая страховая — не является абсолютно универсальной. Эволюция здравоохранения в конце двадцатого века подтверждает тенденцию к конвергенции, когда страховые системы усиливают государственное регулирование, а бюджетные модели внедряют элементы рыночного менеджмента для повышения финансовой устойчивости.

Литература

1. Бисмарк О. Мысли и воспоминания. В 3 т. – М.: Соцэкгиз, 1940. – 354 с.
2. Семашко Н. А. Очерки по теории организации советского здравоохранения. – М.: Медгиз, 1947. – 112 с.
3. Лисицын Ю. П. История медицины: учебник для вузов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 400 с.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ КОАГУЛОПАТИИ ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ ПЕЧЕНИ

Ханова Гульсенем
заведующая кафедрой патологической физиологии, Туркменский
государственный медицинский университет им. Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Актуальность

Острое токсическое поражение гепатобилиарной системы, вызванное ксенобиотиками и лекарственными агентами, сопровождается тяжелыми системными метаболическими расстройствами. Среди них наиболее критическим для выживания организма является синдром коагулопатии. Печень выступает главным локусом биосинтеза практически всех факторов свертывания крови и компонентов фибринолитической системы. Разгадка каскада патофизиологических реакций, приводящих к срыву гемостатического баланса при гепатоцеллюлярной недостаточности, необходима для разработки таргетной патогенетической терапии синдрома полиорганной дисфункции.

Цель исследования

Изучение динамики изменения плазменных концентраций прокоагулянтов и естественных антикоагулянтов на модели острого парацетамол-индуцированного токсического гепатита у крыс.

Материалы и методы

Эксперимент выполнен на тридцати половозрелых крысах-самцах линии Вистар. Токсическое повреждение печени моделировалось однократным внутрибрюшинным введением раствора парацетамола в дозе одна тысяча миллиграмм на килограмм массы тела. Забор образцов крови для коагулометрического анализа производился через двенадцать, двадцать четыре и сорок восемь часов после затравки. Оценивались показатели протромбинового времени, концентрация фибриногена, а также активность антитромбина III и протеина С спектрофотометрическими методами. Степень некроза гепатоцитов верифицировалась гистологически.

Результаты и их обсуждение

Проведенный патофизиологический мониторинг выявил фазный характер нарушений в системе гемостаза. Через двенадцать часов после инициации токсического процесса, на фоне начальных дистрофических изменений

центролобулярных зон печени, отмечалась умеренная гиперкоагуляция, обусловленная, по-видимому, массивным выбросом тканевого фактора из поврежденных мембран гепатоцитов в общий кровоток.

Однако к двадцати четырем часам картина кардинально менялась: фиксировалось резкое (в два с половиной раза) удлинение протромбинового времени и падение уровня фибриногена ниже критического порога в один грамм на литр. Данный сдвиг указывает на глубокое угнетение белковосинтетической функции печени и дефицит витамин-К-зависимых факторов свертывания (II, VII, IX, X).

Параллельно нами было зафиксировано падение активности антитромбина III до сорока процентов от исходного уровня. В условиях сочетанного дефицита как прокоагулянтов, так и физиологических антикоагулянтов, гемостаз переходит в состояние «неустойчивого равновесия». Любое дополнительное эндотелиальное повреждение, вызванное циркулирующими эндотоксинами, приводило к лавинообразному потреблению факторов свертывания и переходу процесса в гипокоагуляционную фазу диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС-синдром). На сороковой-сороковой восьмой час эксперимента у животных регистрировались множественные геморрагии в слизистые оболочки внутренних органов, коррелирующие с тотальным центролобулярным некрозом печеночной паренхимы.

Заключение

Развитие коагулопатии при остром токсическом гепатите носит сочетанный характер и обусловлено одновременным прекращением синтеза факторов свертывания и истощением антикоагулянтного потенциала плазмы. Патофизиологическое обоснование этой хрупкой разбалансировки диктует необходимость раннего превентивного введения концентратов антитромбина и свежезамороженной плазмы до манифестации клинических признаков кровотечения.

Литература

1. Воробьев А. И. Руководство по гематологии. В 3 т. Т. 3. – М.: Ньюдиамед, 2005. – 416 с.
2. Макацария А. Д., Мищенко А. Л. Синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови в акушерской практике. – М.: Триада-Х, 2002. – 496 с.
3. Баркаган З. С. Очерки по гемостазиологии. – Барнаул: Изд-во АГМУ, 1999. – 242 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Акыева Гунча Агамырадовна

преподаватель кафедры эпидемиологии, Туркменский государственный
медицинский университет им. Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Традиционные математические подходы к прогнозированию распространения инфекционных заболеваний, базирующиеся на классических дифференциальных уравнениях типа SIR (Susceptible-Infectious-Recovered), обладают рядом ограничений при анализе крупномасштабных эпидемий в современных мегаполисах. Такие модели оперируют усредненными показателями интенсивности контактов и не способны учесть стохастическую природу человеческой мобильности, неоднородность социальных графов и суточные флуктуации трафика. Интеграция методов искусственного интеллекта и машинного обучения в эпидемиологический мониторинг позволяет перейти от жестких детерминированных систем к динамическим многоагентным средам, обладающим высокой прогностической точностью.

Целью настоящей работы являлось обоснование архитектуры нейросетевой модели для предиктивного анализа пространственно-временного распространения респираторных вирусных инфекций в условиях плотной городской застройки.

В качестве методологического базиса использовались глубокие рекуррентные нейронные сети со сложной топологией долгой краткосрочной памяти (LSTM), адаптированные для обработки многомерных временных рядов. Информационной основой обучения системы послужили деобезличенные агрегированные данные операторов сотовой связи о перемещениях населения, статистика ежедневной заболеваемости, а также климатические параметры (температура и влажность воздуха) за пятилетний период. Настройка весовых коэффициентов модели осуществлялась с применением алгоритма обратного распространения ошибки и оптимизатора Adam.

Анализ результатов симуляции показал, что обученная нейросетевая модель превосходит классические математические аппроксимации по точности краткосрочного прогнозирования (на четырнадцать дней вперед) более чем на тридцать пять процентов. Модель успешно выявила скрытые нелинейные паттерны: в частности, была зафиксирована высокая корреляция между локальными вспышками заболеваемости и узловыми пересадочными станциями общественного транспорта, выступающими в роли «суперраспространителей» инфекции.

В ходе симуляции различных сценариев противоэпидемических ограничений искусственный интеллект позволил рассчитать оптимальные точки точечного введения карантинных мер. Было установлено, что закрытие крупных торгово-развлекательных кластеров в выходные дни снижает базовое репродуктивное число инфекции R_0 на двадцать два процента, что сопоставимо с эффектом от общего жесткого локдауна, но несет в себе значительно меньшие экономические издержки. Модель также продемонстрировала высокую устойчивость к зашумленным и неполным входным данным, что критически важно на начальных этапах формирования эпидемического очага.

Применение систем искусственного интеллекта для предиктивного моделирования трансформирует подходы к эпидемиологическому надзору. Переход от констатации факта заболеваемости к предиктивному управлению потоками населения позволяет органам здравоохранения превентивно разворачивать госпитальный фонд и оптимизировать графики вакцинации населения.

Литература

1. Бароян О. В., Рвачев Л. А., Иванников Ю. Г. Моделирование и прогнозирование эпидемий гриппа для территории СССР. – М.: Медицина, 1977. – 144 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
3. Самойлович О. И. Применение информационных технологий в эпидемиологическом анализе. – Новосибирск: Наука, 2012. – 156 с.

УДК: 616.62-003.7

ББК: 53.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЧЕВОГО И ЖЕЛЧНОГО КАМНЯ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Джапаров Мердан Перделиевич

Кафедры медицинской химии Государственного медицинского университета
Туркменистана имени Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Как мочевые, так и желчные конкременты отличаются между собой структурой и химическим составом. Исходя из состава, выделяют следующие их разновидности: ураты, фосфатно-аммониево-магниевые, струвитные, цистиновые, ксантиновые камни, фосфаты, оксалаты. Точно установить состав конкретного камня можно только путём химического исследования.

Анализ определения мочевых и желчных конкрементов является важным диагностическим методом при обнаружении у пациентов уролитиаза. Поскольку для предупреждения повторного формирования почечных и желчных камней после операции необходимо знать точный их состав, прибегают к методу ИК спектроскопии, позволяющему быстро выявить их по завершении хирургического вмешательства.

Для чего проводится анализ?

Исследование назначается для подтверждения / исключения уролитиаза, дифференциации почечных и желчных камней с целью выбора врачом оптимального лечения мочекаменной и желчекаменной болезни либо принятия мер относительно профилактики рецидивного образования мочевых и желчных конкрементов. Кроме того, данный вид обследования используется при необходимости количественного расчёта химических элементов, входящих в состав конкрементов, с целью обеспечения полной и достоверной диагностической информации при разработке результативной профилактической программы дальнейшего образования мочевых камней в мочеточниках, почках.

Зная точную причину образования в почках, мочевом пузыре камней, можно предотвратить уролитиаз. Исследованию подлежат любые камни, отделившиеся при мочеиспускании, а также те, которые были удалены в ходе хирургической операции. Оценка минеральной структуры конкрементов облегчает диагностирование доктором причин их формирования, выбор специфики, методов последующих обследований, оптимальной тактики лечения, наиболее эффективных методов профилактики повторного камнеобразования.

Когда назначается исследование?

Анализ назначается урологами и нефрологами при подозрении у пациента мочекаменной болезни с целью выяснения вызвавших её причин, специфики нарушения метаболических процессов, диагностики инфекционного процесса, анализа воздействия на организм медикаментозного лечения. То же касается и конкрементов в желчном пузыре, - анализ назначается гастроэнтерологом при подозрении на желчекаменную болезнь.

Образцом биоматериала для химического исследования являются камни, самостоятельно выделившиеся с мочой, либо взятые в ходе проведения литотрипсии, операции по дроблению и удалению конкрементов из мочеточников, мочевого пузыря, почек, желчного пузыря. В заключении содержатся сведения относительно соотношения в конкременте солей.

Подробное описание анализа

Уролитиаз является одним из наиболее частых заболеваний мочеполовой системы, для которого характерно образование так называемых мочевых камней в органах мочеполовой системы (отдел от почек до уретры).

В основном, в составе конкрементов преобладают микрокристаллы, способные к оседанию в моче. Подобный процесс происходит вследствие имеющихся у пациента инфекционных болезней урогенитального тракта, наследственных патологий либо заболеваний, возникающих на фоне терапии определёнными лекарственными препаратами.

В большинстве случаев удаление почечных камней происходит хирургическим путём, однако часто операция не способствует полному избавлению от них из-за того, что через какое-то время наступает рецидив заболевания. Причиной повторного формирования камней является частичное (не полное) устранение нарушения, из-за которого формируются конкременты. В частности, по истечении 12 месяцев с момента операции по удалению мочевых микрокристаллов в среднем 10 % пациентов снова оказываются в больнице с той же проблемой, по истечении 5 лет – почти 50 %, через 20 лет – около 80 %.

Всё, что требуется для диагностики, – сдать на анализ в лабораторию вышедший естественным способом (при мочекаменной болезни) либо изъятый во время оперативного вмешательства камень.

В ходе анализа (в момент прохождения сквозь пробу в различных плоскостях инфракрасного излучения) осуществляется регистрация уровня поглощения светового диапазона. Поскольку каждый из химических компонентов имеет свой (отличающийся от других) коэффициент поглощения, данный тест способствует точному определению структурной составляющей конкремента.

Симптоматика уролитиаза, специфика лечения и комплекс профилактических мероприятий во избежание повторного камнеобразования зависят от типа конкремента. Понимание минерального состава мочевых камней даёт специалисту достоверную картину относительно причин и степени тяжести заболевания, а также облегчает подбор эффективной методики лечения.

С какой целью назначается минеральное исследование камней?

Данный лабораторный тест ориентирован на обнаружение в образце исследуемого камня простых химических веществ, сложных соединений, а также характер камней и особенности их кристаллической структуры.

Ориентируясь на результаты диагностики, можно установить тип конкремента и разработать ряд мероприятий, направленных на предотвращение в организме процессов камнеобразования.

Особенности и преимущества методики ИК

Исследование минерального состава мочевых конкрементов проводится методом ИК спектрометрии. В процессе диагностики происходит измерение спектрометром поглощающего молекулами, входящими в состав почечных и желчных камней, излучения, в определённой анализируемой пробе под воздействием инфракрасного спектра.

Преимущества метода – быстрая готовность результатов анализа, возможность тестировать незначительное количество биологического материала, достоверное установление химической структуры исследуемых камней.

Диагностика даёт возможность исследовать минеральный состав конкрементов и в дальнейшем определиться с эффективными техниками лечения уролитиаза и холелитиаза, либо осуществить профилактические меры по предотвращению рецидивов.

Подготовка к исследованию при МКБ

В случае когда человек производит сбор биоматериала самостоятельно (при мочекаменной болезни):

1. Необходимо осуществить туалет гениталий. Женщинам следует тщательно очистить половые губы. Для этого целесообразно использовать два ватных тампона: первый – смоченный в растворе тёплой кипячёной воды с мылом, второй – в обычной чистой воде. Направление движений используемого тампона должно осуществляться к зоне ануса от лобка. Оставшаяся после очистки гениталий влага удаляется стерильной салфеткой. Что касается мужчин, то они перед исследованием должны хорошо обработать тёплой мыльной водой вход в уретру.

При этом складка кожи мочеиспускательного канала также должна быть оттянута, тщательно вымыта и вытерта чистой сухой салфеткой.

2. Приготовить фильтровальный материал (кусочек марли величиной 10 × 10 см) и стерильную ёмкость одноразового использования.
3. Справить нужду через приготовленный фильтр (это необходимо для того, чтобы камни (при наличии) свободно отделились от жидкости), после чего визуально осмотреть его поверхность и при наличии песчинок, камней, любых фрагментов собрать их в стерильную ёмкость, закрыть крышкой и отнести в лабораторию.

Возможные ограничения и противопоказания

При наличии большого количества камней анализу подлежит минимум одна проба материала.

Что означают результаты?

Заключение содержит количественную оценку химических соединений, содержащихся в составе камней. Исследование покажет, из каких составляющих состоит конкремент. В норме мочевых конкрементов в желчном пузыре, почках, мочевом пузыре, мочеточниках быть не должно. Нахождение в исследуемом образце мочи мочевых камней является признаком мочекаменной болезни.

Результатов только этого исследования недостаточно для подтверждения уролитиаза или холелитиаза и назначения / коррекции лечения. Решение относительно необходимости дополнительного обследования, подбора схемы лечения должно приниматься на основании аналитики всех имеющихся у лечащего врача данных.

Струвитные камни указывают на инфекционный процесс в мочевыводящих протоках, продуцирующий выработку избыточного количества аммиака. Наиболее часто такие виды камней диагностируются у женщин на фоне бактериальной инфекции органов мочеполовой системы.

Оксалаты кальция обнаруживаются при:

- избытке паратгормона, способствующему увеличению титров кальция в сыворотке, моче;
- разного рода метаболических расстройствах (могут вызвать повышение отходящего с мочой количества кальция на фоне метаболического ацидоза);
- генетической тенденции поглощения из рациона чрезмерного количества кальция, которая приводит к гиперкальциурии (повышенному содержанию в урине кальция).

Цистиновые камни формируются в результате излишка цистина на фоне прогрессирующей наследственной патологии – цистинурии. Камни мочевой кислоты (формируются по причине избытка в организме мочевой кислоты и нарушения её метаболизма; чаще всего диагностируется у мужчин и лиц, придерживающихся диеты, в которой преобладают животные белки).

Литература

1. Singh V. K. et al. Analysis of stones formed in the human gall bladder and kidney using advanced spectroscopic techniques // *Biophysical Reviews*. 2020 Т. 12
2. Кузьмичева Г.М., Антонова М.О., Чернобровкин М.Г., Руденко В.И., Мельников Д.В. Определение состава мочи и мочевых камней и установление связи между ними Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология.-2012, №2, С. 26-30.
3. Аляев Ю.Г., Руденко В. И., Газимиев М.А., «Мочекаменная болезнь. Актуальные вопросы диагностики и выбора метода лечения» Москва, 2006.
4. Анохин Николай Валерьевич. Особенности химического состава мочевых камней и дифференциальная диагностика метаболических нарушений при мочекаменной болезни. Диссертация и автореферат кандидата наук. – Москва-2017.
5. Голованова О.А., Борбат В.Ф. Почечные камни. М. Мед. Книга.-2005, С 172.

ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ ПОЧЕК И ОЖИРЕНИЕ

Розыева Гульнара Гурбандурдыевна

Ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней, Туркменский
государственный медицинский университет им. Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Прогрессирующее увеличение индекса массы тела у населения индустриальных стран выступает ведущим триггером формирования хронической болезни почек неколлагенового генеза. Алиментарное ожирение инициирует сложный каскад гемодинамических и метаболических сдвигов, среди которых ключевое патогенетическое значение имеет системное повреждение сосудистого эндотелия. Почечное сосудистое русло, обладающее высокой плотностью капиллярной сети и уникальной архитектоникой клубочков, оказывается крайне уязвимым к метаболической интоксикации, развивающейся при избытке жировой ткани. Потеря эндотелиоцитами способности адекватно регулировать локальный тонус сосудов служит первичным звеном в формировании ожирение-ассоциированной нефропатии.

Основная задача данного экспериментального исследования заключалась в оценке степени выраженности эндотелиальной дисфункции почечных артерий и интенсивности клубочковой фильтрации на ранних стадиях развития метаболического синдрома.

Эксперименты выполнены на сорока половозрелых крысах-самцах, содержащихся в течение двадцати недель на диете с высоким содержанием насыщенных жиров и легкоусвояемых углеводов. Контрольную группу составили животные, получавшие стандартный виварный рацион. Для оценки функционального состояния эндотелия изолированных внутривисцеральных артерий использовался метод органной миографии с оценкой эндотелийзависимой вазодилатации в ответ на введение ацетилхолина. Концентрацию стабильных метаболитов оксида азота, эндотелина-1 и маркеров оксидативного стресса в плазме крови и почечной ткани определяли иммуноферментным методом.

Проведенный анализ выявил, что длительное высокожировое питание приводит к формированию висцерального ожирения, системной гиперлептинемии и снижению чувствительности тканей к инсулину. При исследовании сосудистого тонуса было зафиксировано падение эндотелийзависимой релаксации почечных артерий у подопытных животных на тридцать восемь процентов по сравнению с контролем, в то время как эндотелийнезависимая дилатация на нитропруссид натрия оставалась неизменной. Это указывает на специфическое повреждение именно рецепторного или сигнального аппарата эндотелиоцитов.

В ходе обсуждения полученных данных нами установлено, что ведущим молекулярным механизмом дегенерации эндотелия в условиях избытка висцерального жира является гиперпродукция провоспалительных адипокинов (фактора некроза опухоли- α , интерлейкина-6) и развитие локального оксидативного стресса. Избыток свободных радикалов вступает в реакцию с оксидом азота (NO), превращая его в токсичный пероксинитрит, что приводит к дефициту главного вазодилатора.

Параллельно зафиксировано двукратное компенсаторное увеличение экспрессии мощного вазоконстриктора — эндотелина-1. Данный дисбаланс вызывает стойкий спазм выносящих артериол клубочков, приводя к развитию внутриклубочковой гипертензии и компенсаторной гиперфльтрации на начальном этапе. Однако длительное сохранение такого режима работы почечного фильтра неизбежно запускает процессы пролиферации мезангия, повреждения подоцитов и последующего замещения функционирующих нефронов соединительной тканью с исходом в гломерулосклероз.

Таким образом, эндотелиальная дисфункция сосудов почек при ожирении манифестирует задолго до появления стойкой протеинурии и снижения клиренса креатинина. Своевременная фармакологическая коррекция активности эндотелиальной синтазы оксида азота и снижение уровня оксидативного стресса могут рассматриваться как эффективная стратегия нефропротекции у пациентов с избыточной массой тела.

Литература

1. Зайчик А. Ш., Чурилов Л. П. Патология. Т. 2. Метаболические нарушения: учебник для медицинских вузов. – ЭЛБИ-СПб, 2005. – 528 с.
2. Мухин Н. А. Избыточный вес и почки // Клиническая нефрология. 2010. № 2. С. 4–8.
3. Шестакова М. В. Эндотелиальная дисфункция — система-мишень при лечении метаболического синдрома // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2005. № 4. С. 74–79.

Содержание

1. ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ОБДУВА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ МЕТОДАМИ СПЕКТРАЛЬНОГО ВИБРОАНАЛИЗА	4
2. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ СЕРИИ ВГБ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	7
3. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРТАЛОВ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИЙ ПРИ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВЫХ НАГРУЗКАХ.....	10
4. ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ФАРФОРОВЫХ ОПОРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ 110 КВ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ	13
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ТРАВЕРС ИЗОЛИРУЮЩЕГО ТИПА МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ	16
6. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТОМОГРАФИЯ СВАРНЫХ ШВОВ БАКА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА КАК МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УТЕЧЕК МАСЛА	18
7. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЛАЖНОСТИ НА ТРЕКИНГОСТОЙКОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	20
8. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗНОСА СИЛОВЫХ КОНТАКТОВ КРУН 10 КВ	22
9. АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 10 кВ ПРИ ГРУППОВОЙ ПРОКЛАДКЕ В ПОДСТАНЦИОННЫХ КАНАЛАХ.....	24
10. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ ЗАКРЫТЫХ ПОДСТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	26

11. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ТРАНСФОРМАТОРНЫХ КАМЕРАХ ЗАКРЫТЫХ ПОДСТАНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	28
12. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В ХИРУРГИИ	30
13. РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ПУЛЬСОКСИМЕТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ИМИТАТОРА КРОВОТОКА	32
14. МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ	34
15. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ НАВОДОК В КАНАЛАХ ЦИФРОВЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФОВ	36
16. МЕНЕДЖМЕНТ В КЛИНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ	38
17. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ КОАГУЛОПАТИИ ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ ПЕЧЕНИ	40
18. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ	42
19. ПРИМЕНЕНИЕ ИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	44
20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЧЕВОГО И ЖЕЛЧНОГО КАМНЯ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.....	46
21. ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ ПОЧЕК И ОЖИРЕНИЕ.....	51

Научное издание

**ТРАЕКТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ И ВЫЗОВЫ
СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ
НАУКИ**

**Сборник статей Международной
научно-практической конференции
25 мая 2026 г.**

В авторской редакции Издательство не несет ответственности за опубликованные материалы. Все материалы отображают персональную позицию авторов. Мнение Издательства может не совпадать с мнением авторов

Подписано в печать 26.05.2026 г. Формат 60x90/16.

Печать: цифровая. Гарнитура: Times New Roman

Усл. печ. л. 11,00. Тираж 500. Заказ 2610.

Адрес редакции:

Россия, 630000, г. Новосибирск, ул. Б. Советская, 12/1.

E-mail: gorizontynauki.ru