

*Текст на английском языке публикуется
во второй части данного выпуска.*

*The text in English is published in the second
part of the issue.*

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-1-16>

Дуке Саранго Мария Хосе. Разработка методики информационного обеспечения телематической системы управления городским пассажирским транспортом на основе использования инструментальных данных о динамике пассажиропотока / Автореф. дисс... канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 2021. – 24 с.

Анализ нормативных документов позволяет сделать вывод о том, что в конце первого десятилетия XXI века в России была разработана нормативно-техническая база, обеспечивающая возможность разработки и внедрения автоматизированных систем диспетчерского управления на городском пассажирском транспорте на высоком уровне.

Однако, проведённый анализ работы ГПТ (городского пассажирского транспорта) крупных городов показал, что процесс перевозок пассажиров не всегда согласован с параметрами пассажиропотока, что приводит к нарушению установленных нормативов по качеству перевозок.

Анализ задач, решаемых современными системами диспетчерского управления, показал, что в настоящее время отсутствуют функции и технологии оценки и прогноза изменения наполнения салона транспортного средства в процессе его движения на маршруте в реальном масштабе времени, что может являться причиной нарушения установленных требований к качеству перевозок, определяемых величиной наполнения салона.

Соблюдение установленных требований к качеству процесса перевозок весьма актуально в связи с возросшей ролью городского пассажирского транспорта в улучшении тяжёлой транспортной ситуации в крупных городах и мегаполисах.

Приведённый анализ подтверждает актуальность темы диссертационного исследования, направленного на гармонизацию параметров пассажиропотоков и динамики движения пассажирских транспортных средств на маршрутах городского пассажирского транспорта.

Цель исследования состоит в повышении качества перевозок пассажиров ГПТ на основе оценки и прогнозирования наполнения салона транспортных средств в рейсе по данным, формируемым телематическими средствами.

Решена научно-практическая задача, заключающаяся в нахождении закономерностей изменения величины наполнения салона транспортного средства ГПТ от параметров пассажиропотока на маршруте, создании инструментария для совершенствования и соблюдения установленных постоянных или временных нормативов качества перевозок пассажиров ГПТ. Решена задача дифференциальной оценки уровней комфортности пассажиров в процессе перевозки на основе предложенного понятия фазового пространства состояний процесса перевозок.

Установлена аналитическая зависимость между объёмом выполненной транспортной работы и параметрами пассажиропотока, которая позволит системе управления обеспечить мониторинг наполнения салона на маршруте с учётом уровня обслуживания и информировать пассажиров на остановках о наполнении салона с использованием остановочных табло.

Предложена методика прогнозирования наполнения салона ТС на критическом остановочном пункте, которая может быть использована для информационной поддержки при принятии решений в системе диспетчерского управления с целью соблюдения установленных социальными стандартами нормативов качества перевозок.

Результатами экспериментальных исследований доказана высокая точность разработанной модели прогнозирования о наполнении салона ТС на маршруте (ошибка прогноза до 10 %) для предупреждения возможного переполнения салона в рейсе сверх установленного норматива.

Полученные результаты исследований были использованы при разработке новой редакции национального стандарта ГОСТ Р 54723-2019, при подготовке методических указаний к курсовому проектированию по дисциплине «Телематика в организационно-производственных структурах», а также при подготовке научно-технических отчётов о результатах НИОКР, выполненных по грантам (Проект № 0042671, Проект № 0042614).



Предложенные подходы, методы и модели могут быть использованы для совершенствования программного обеспечения подсистем диспетчерского управления, анализа пассажиропотоков и формирования отчётных данных современных автоматизированных систем диспетчерского управления ГПТ.

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.

Работа выполнена и защищена в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ).

Дьяков И. Г. Теория и практика анодного электролитно-плазменного насыщения стальных и титановых сплавов азотом и углеродом / Автореф. дисс... док. техн. наук. – М.: МАИ, 2021. – 47 с.

Электролитно-плазменные процессы привлекают значительное внимание исследователей многих стран благодаря новым технологическим возможностям.

Микродуговое оксидирование и электролитно-плазменное полирование уже получили широкое распространение в современном производстве. Анодные процессы, основанные на растворении металла, позволяют выполнять не только полирование, но и очистку поверхностей от разнообразных загрязнений или травление с формированием нанопористых структур. Другая группа анодных процессов базируется на поверхностной модификации металлов и сплавов с изменением их состава. К ним относятся электрохимическое оксидирование, создающее тонкие барьерные пленки и относительно толстые оксидные планки, а также микродуговое оксидирование, при котором формируются анодные слои под действием электрических разрядов.

Перспективным направлением можно считать анодное электролитно-плазменное насыщение (АЭПН) металлов и сплавов азотом, углеродом или бором, сочетающее возможности поверхностного упрочнения, полирования и создания защитных покрытий. Предварительный анализ возможностей АЭПН показывает следующие преимущества данного метода:

- высокая скорость обработки, позволяющая снизить продолжительность операции до нескольких минут;
- возможность сочетания диффузионного насыщения с закалкой без повторного нагрева;

- отсутствует необходимость предварительной подготовки поверхности перед обработкой;
- возможна обработка изделий с заусенцами, удаляемыми в процессе обработки;
- удобство выполнения локальной обработки погружением в электролит рабочей поверхности или подачей на неё струи электролита;
- относительно глубокая модификация поверхности по сравнению с микродуговым оксидированием или нанесением гальванических покрытий;
- отсутствие токсичных материалов или дорогостоящего оборудования.

Цель работы – исследование физико-химического механизма диффузионного насыщения металлов в условиях плазменного электролиза и создание основ технологии поверхностной модификации стальных и титановых сплавов для повышения их коррозионной стойкости и износостойкости.

Выявлены основные закономерности образования упрочнённых слоёв после диффузионного насыщения сталей азотом и углеродом. Показано, что распределение диффундирующих элементов в модифицированном слое определяется совокупностью процессов окисления поверхности парами воды и анионами электролита, анодным растворением металла и диффузией азота и/или углерода. Толщина оксидного слоя зависит от температуры обработки и концентрации активных компонентов электролита, что подтверждает участие высокотемпературного окисления в парах воды и электрохимических реакций с анионами электролита, эмитируемыми в парогазовую оболочку. Выполнена оценка влияния параметров нагрева на скорость электрохимического растворения и высокотемпературное окисление поверхности образца.

Установлено, что при увеличении концентрации хлорида аммония растёт доля процесса электрохимического растворения. Повышение температуры нагрева способствует увеличению доли высокотемпературного окисления в большей степени и ускорению растворения железа в меньшей степени.

Показано, что процесс формирования оксидного слоя может быть описан в рамках модели высокотемпературного окисления при наличии растворения поверхности, что приводит к изменению соотношения фаз оксидов железа в слое. Показано, что добавление в раствор на основе хлорида аммония глицерина приводит к интенсификации процессов растворения, что связано с восстановлением окисленной поверхности

образца продуктами разложения глицерина. Установлено, что повышение концентрации хлорида аммония приводит в растворах с добавлением УСК к интенсификации процессов растворения и, как следствие, снижению толщины цементованного слоя.

На основе анализа распределения углерода в поверхностном слое образцов из малоуглеродистой стали после их анодной цементации определены углеродные потенциалы электролитов, содержащих ацетон, глицерин, сахарозу и этиленгликоль.

Показана возможность управления толщиной цементованного слоя в процессе анодного электролитного нагрева изменением состава электролита и режимов науглероживания. Использование ацетона, глицерина, сахарозы и этиленгликоля в качестве углеродсодержащих компонентов электролита для анодной цементации стальных изделий позволяет обеспечить углеродные потенциалы насыщающих атмосфер от 0,9 до 0,6 %. Это даёт возможность улучшить характеристики малоуглеродистых сталей: сформировать в ходе закалки мартенситный слой толщиной от 80 до 160 мкм (за 10 мин обработки) и повысить условный предел прочности от 420 ± 20 до 930 ± 50 МПа. Наибольшее значение толщины мартенситного слоя после цементации стали 20 с последующей закалкой наблюдается при концентрации углеродсодержащих компонентов 2 % (масс). При концентрациях углеродсодержащих компонентов менее 2 % наблюдается уменьшение толщины слоя из-за снижения насыщающей способности электролитов.

При концентрациях выше 2 % происходит снижение тока, определяющего интенсивность анодного растворения, вследствие чего уменьшается толщина цементованного слоя. Установлено, что повышение износостойкости малоуглеродистых сталей связано как с повышением микротвёрдости поверхностного слоя, так и с образованием остаточного аустенита, обеспечивающего лучшую прирабатываемость поверхности.

Установлено, что структура поверхностного слоя конструкционных сталей после их электролитно-плазменного насыщения азотом и углеродом содержит оксиды железа в наружном слое, мартенсит с нитридами или карбонитридами железа и твёрдый раствор насыщающих компонентов в железе. Подтверждена тормозящая роль оксидного слоя и возможность уменьшения его толщины интенсификацией анодного растворения. Показана возможность

реализации поверхностной закалки управлением толщиной мартенситного слоя, который образуется только в области проникновения азота, понижающего температуру аустенитизации. Установлено влияние концентраций компонентов электролита, температуры и продолжительности обработки на структурные характеристики модифицированных слоёв, включая их микротвёрдость и шероховатость. На основе предложенных феноменологических моделей определены прямые и перекрестные коэффициенты диффузии азота и углерода, подтверждающие взаимодействие потоков диффундирующих атомов. С повышением температуры насыщения наблюдается дополнительное ускорение диффузии углерода за счёт азота, в соответствии с этим коэффициент, описывающий влияние диффузии азота на диффузию углерода, имеет положительный знак.

Предложены составы электролитов и режимы АЭПН, позволяющие повысить коррозионную стойкость конструкционных сталей в растворах сульфата натрия. Показано, что плотность тока коррозии стали 20 в децинормальном растворе сульфата натрия может быть снижена в 20 раз с помощью её нитроцементации при температуре $800\text{--}850^\circ\text{C}$ в течение 5 мин в электролите, содержащем 10 % хлорида аммония, от 8 до 12 % глицерина и 10 % нитрата аммония. Установлено, что коррозионная стойкость образцов из конструкционных сталей после их АЭПН определяется защитным действием наружного оксидного слоя и содержанием нитридов железа в зоне соединений.

Показано, что аналогия между классическим электролизом и анодным электролитным нагревом может быть использована для качественного объяснения электрохимических закономерностей растворения железа на аноде.

Преимущественное накопление железа в нерастворимых формах делает возможным регенерацию промышленных электролитов при помощи декантации. Установлено, что в интервале времени работы электролита до 60 минут основным фактором старения электролита является накопление растворённого с поверхности анода железа. Уменьшение концентраций ионов аммония и хлора не влияет на теплофизические параметры обработки. Ион хлора обеспечивает перенос заряда от оболочки к аноду, совершая замкнутый цикл электрохимических реакций. Его удаление из раствора осуществляется рекомбинацией с ионами аммония с последующей эвакуацией хлорида аммония из зоны нагрева.



Предложены составы электролитов и режимы АЭПН, позволяющие повысить износостойкость конструкционных сталей в условиях сухого и гидродинамического трения. Показано, что массовый износ стали 20 может быть снижен в семь раз с помощью её нитроцементации при температуре 850°C в течение 5 мин. в электролите, содержащем 10 % хлорида аммония, 10 % нитрата аммония и 8 % глицерина. Показано, что массовый износ стали 12Х18Н10Т может быть снижен в 20 раз с помощью её нитроцементации при температуре 850°C в течение 5 мин. в электролите, содержащем 10 % хлорида аммония, 15 % карбамида. Установлено, что повышение износостойкости объясняется комплексным влиянием снижения шероховатости поверхности, повышением её микротвёрдости, улучшением прирабатываемости и удержанием смазки пористым оксидным слоем.

Установлено, что АЭПН титановых сплавов приводит к образованию наружного оксидного слоя, содержащего рутил, и твёрдого раствора азота и углерода в титане. При напряжениях обработки до 210 В и содержании хлорида аммония 10 % растворение титана преобладает над его окислением, т.е. наблюдается убыль массы образца. При увеличении напряжения до 260 В или повышении концентрации хлорида аммония до 15 % имеет место прирост массы, что говорит о доминировании окисления в процессе обработки при увеличении температуры образца. Обнаружена также нелинейная зависимость убыли массы от времени, что может свидетельствовать об отслоении части оксидного слоя в процессе обработки.

Показано положительное влияние оксидного слоя на электрохимическое поведение титанового сплава ВТ1-0 в растворе Рингера после электролитно-плазменной обработки. Установлена зависимость плотности тока коррозии от толщины оксидного слоя, которая определяется температурой и продолжительностью обработки, а также условиями охлаждения обрабатываемого образца.

Предложено теоретическое описание теплообмена при АЭПН, отличающееся от известных моделей учётом рассеивания тепла в окружающую среду через выступающую из электролита часть образца. Результаты расчёта качественно объясняют характер вольт-амперных и вольт-температурных характеристик (на восходящей ветви), зависимость толщины ПГО от параметров процесса и роль интенсивности обтекания образца электролитом. Выявлены критерии по-

добия параметров процесса, представляющие собой безразмерную энергию, выделяющуюся в оболочке, и отношение плотностей тепловых потоков из оболочки в электролит и в образец-анод. Обнаружено уменьшение средней плотности тока при увеличении глубины погружения детали в электролит, объясняемое неоднородным распределением тока по поверхности детали. Рассчитан профиль анодной парогазовой оболочки при нагреве вертикального цилиндрического образца. Обнаружено расширение оболочки при повышении напряжения нагрева и увеличении длины образца. Обнаружено снижение доли тепла, поступающего в анод, от 16 до 1 % по мере увеличения его длины от 2 до 7 см. Измерены значения вертикального градиента температуры анода, составляющие от 2 до 20°C/см. Установлено, что градиент температуры увеличивается при повышении напряжения и уменьшении длины анода.

Разработан технологический процесс повышения коррозионной стойкости и износостойкости конструкционных сталей и титановых сплавов с помощью их анодного электролитно-плазменного насыщения азотом и углеродом с последующей закалкой в том же электролите. Подготовлены рекомендации для совершенствования установок электролитно-плазменной обработки с целью стабилизации условий и повышения равномерности модификации деталей по их поверхности.

2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Работа выполнена в Костромском государственном университете, защищена в Московском авиационном институте (национальный исследовательский университет).

Осадчий Г. В. Совершенствование методов тестирования и самоконтроля аппаратно-программных средств систем технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики / Автореф. дисс... канд. техн. наук. – СПб.: ПГУПС, 2021. – 20 с.

Основной целью диссертационного исследования является разработка методов организации тестового диагностического обеспечения и самодиагностируемых устройств системы технического диагностирования и мониторинга (СТДМ) устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), реализующих прин-

ципы контролепригодности, самопроверяемости и самоконтроля.

Полученные в ходе написания диссертации результаты позволяют решить одну из важнейших проблем – усовершенствовать технические средства диагностирования периферийного уровня СТДМ ЖАТ за счёт применения принципов контролепригодности, самопроверяемости и самоконтроля при реализации аппаратных и программных средств. Можно заключить следующее:

- одними из уязвимых с позиции надёжности техническими средствами современных систем диагностирования и мониторинга являются объекты периферийного уровня, включающие в себя измерительные контроллеры, аппаратно-программные средства предобработки и передачи диагностической информации в пункты концентрации. Сбои и устойчивые отказы в технических средствах данного уровня приводят к нарушению целостности диагностических данных, невозможности качественной интеллектуальной обработки на уровне концентраторов линейных и центральных пунктов, что неизбежно ведёт к снижению достоверности диагноза и последующего прогноза;

- совершенствованию СТДМ ЖАТ, повышению надёжности и отказоустойчивости их составляющих способствует следование принципам контролепригодности, самопроверяемости и самоконтроля при разработке аппаратных и программных средств;

- одним из эффективных методов для синтеза аппаратно-программных средств автоматики, наделённых свойствами обнаружения ошибок в вычислениях, является метод логического дополнения, позволяющий значительно проще обеспечивать полную самопроверяемость структур синтезируемых устройств при возможности минимизации их структурной избыточности;

- разработанный в диссертации метод синтеза самопроверяемых схем встроенного контроля для устройств автоматики и вычислительной техники, использующий принцип логического дополнения до равновесного кода «1 из 4» и учитывающий статистические данные об объекте диагностирования, позволяет синтезировать более простые самопроверяемые устройства, чем при использовании дублирования, в том числе, позволяет синтезировать самопроверяемые устройства даже тогда, когда это невозможно сделать, следуя принципам дублирования. Для выборки из 26 контрольных комбинационных схем получено

среднее значение $\mu = 84,6 \%$ (на 8 % меньше, чем без учёта статистических данных ($\mu = 92,6 \%$));

- при реализации схем встроенного контроля по методу логического дополнения до равновесного кода «1 из 4» помимо статистического подхода эффективно использовать выделение «троек» выходов объекта диагностирования, а также использовать схемы сжатия до логического преобразования. В первом случае удаётся как уменьшить сложность технической реализации самопроверяемого устройства ($\mu = 88,5 \%$), так и повысить достоверность работы схемы контроля ($p(\eta) = 97,2 \%$), а во втором – удаётся существенно снизить структурную избыточность устройства ($\mu = 79,4 \%$), однако, при этом незначительно снижается достоверность идентификации ошибок ($p(\eta) = 96,6 \%$);

- разработанные в диссертации алгоритмы самодиагностирования компонентов СТДМ ЖАТ эффективно использовать для создания программных средств их технического диагностирования, что значительно совершенствует технологию мониторинга;

- предложенный в диссертации метод выбора периода самодиагностирования измерительных контроллеров, основанный на выделении высокоприоритетных заявок рабочих воздействий измерительного контроллера и низкоприоритетных заявок тестовых воздействий, позволяет определить наилучшие условия для моментов реализации диагностических процедур без вмешательства в основной процесс функционирования объектов диагностирования;

- предложенный в диссертации подход к оценке достоверности самодиагностирования позволяет определить условия выбора периодов самодиагностирования измерительных контроллеров с учётом вероятностной оценки идентификации внутренних ошибок;

- применение предложенных в диссертации подходов при совершенствовании уровня тестирования и самодиагностирования техническими средствами АПК-ДК позволяет значительно повысить эффективность её работы за счёт повышения достоверности функционирования составляющих, а также позволяет перейти к использованию интеллектуальной обработки получаемых диагностических данных.

05.22.08 – Управление процессами перевозок.

Работа выполнена и защищена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

