



НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru

РИНЦ



№ 1(2)

НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

МОСКВА, 2017



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам II международной заочной
научно-практической конференции*

№ 1 (2)
Январь 2017 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва
2017

УДК 51/53+62

ББК 22+3

НЗ4

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов Полтавского инженерно-строительного института, Украина, г. Полтава;

Копылов Алексей Филиппович – канд. тех. наук, доц. кафедры радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета, Россия, г. Красноярск;

Маршалов Олег Викторович – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет" (НИУ), Россия, г. Златоуст.

НЗ4 Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам II междунар. заочной науч.-практ. конф. – № 1 (2). – М.: Изд. «МЦНО», 2017. – 72 с.

ISBN 978-5-00021-094-9

Сборник входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLIBRARY.RU.

ББК 22+3

ISBN 978-5-00021-094-9

© «МЦНО», 2017

Оглавление

Технические науки	5
Раздел 1. Технические науки	5
1.1. Инженерная геометрия и компьютерная графика	5
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ И ИХ РОЛЬ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
Свирепа Дмитрий Михайлович Гобралев Николай Николаевич Афонина Елена Владимировна	
1.2. Металлургия и материаловедение	11
РАЦИОНАЛЬНАЯ КОМПОНОВКА И КОНСТРУКЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ-ПРЕССОВАНИЯ	11
Фастыковский Андрей Ростиславович	
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТАХ ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	16
Фастыковский Андрей Ростиславович	
1.3. Приборостроение, метрология и информационноизмерительные приборы и системы	21
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОИЗВОДСТВА АО «НИЖЕГОРОДСКОЕ НПО ИМЕНИ М.В. ФРУНЗЕ»	21
Солдатов Антон Александрович	
1.4. Строительство и архитектура	26
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД	26
Бутко Денис Александрович Вильсон Елена Владимировна Серпокрылов Николай Сергеевич Яковлева Елена Вячеславовна	

1.5. Транспорт	34
АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ И ДОКУМЕНТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ДЛЯ АВТОСЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	34
Горбунова Зинаида Васильевна Комаров Антон Игоревич	
1.6. Транспортное, горное и строительное машиностроение	44
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНО- ДОРОЖНЫХ МАШИН	44
Мерданов Шахбуба Магомедкеримович Конев Виталий Валерьевич Бородин Дмитрий Михайлович Половников Егор Викторович	
Физико-математические науки	52
Раздел 2. Механика	52
2.1. Механика деформируемого твердого тела	52
ОСНОВЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ	52
Тажибаев Кушбакали Тажибаевич Акматалиева Минажат Сабыровна Тажибаев Данияр Кушбакалиевич	
2.2. Механика жидкости, газа и плазмы	59
ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА ФИЛЬТРАЦИЮ ЖИДКОСТИ ИЗ СУСПЕНЗИИ	59
Аманбаев Тулеген Рахманович Оналбаева Шолпанай	
Раздел 3. Физика	66
3.1. Оптика	66
ОПТИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНОГО АТОМНОГО СОСТОЯНИЯ CD(53P2), ИНДУЦИРОВАННОЕ СТОЛКНОВЕНИЯМИ С АТОМАМИ КРИПТОНА	66
Алексеева Ольга Сергеевна Девдариани Александр Зурабович Загребин Андрей Лаврентьевич Леднев Михаил Георгиевич	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1.1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ И ИХ РОЛЬ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Свирина Дмитрий Михайлович

*канд. техн. наук, доцент, Белорусско-Российский университет,
Беларусь, г. Могилев*

Гобралев Николай Николаевич

*канд. техн. наук, доцент, Белорусско-Российский университет,
Беларусь, г. Могилев*

Афониная Елена Владимировна

*канд. техн. наук, доцент,
Брянский государственный технический университет,
РФ, г. Брянск*

ENGINEERING GRAPHICS: LITERARY SOURCES AND THEIR ROLE IN THE LEARNING PROCESS

Dzmitry Svirepa

*candidate of technical sciences, associate professor,
Belarusian-Russian University,
Belarus, Mogilev*

Nicolai Gobralev

*candidate of technical sciences, associate professor,
Belarusian-Russian University,
Belarus, Moglev*

Elena Afonina

*candidate of technical sciences, associate professor,
Bryansk State Technical University,
Russia, Bryansk*

Аннотация. Проанализированы виды литературных источников, применяющихся в учебном процесс «Инженерной графики», и сделан вывод о целесообразной форме и содержании конспекта лекций.

Abstract. Analyzed types of literary sources that are used in the educational process of «Engineering Graphics», and concluded that the appropriate form and content of the lecture notes.

Ключевые слова: инженерная графика; литературные источники; конспект лекций; конспект-клише.

Keywords: engineering graphics, literary sources, lecture notes, synopsis clichés.

В учебных заведениях процесс получения студентами новых знаний проходит под руководством преподавателя. Он, используя свой опыт, владение дисциплиной и наработанные методические приемы, стремится сделать этот процесс оптимальным и более эффективным. Но глубокое и полноценное усвоение материала дисциплины невозможно без самостоятельной работы над ним обучаемого, в которой полученные им на занятиях сведения анализируются, уточняются и дополняются. По сути дела преподаватель набрасывает только план подачи материала с указанием опорных его фрагментов. А дополнять и развивать этот план должен сам индивидуум.

В высших учебных заведениях, в сравнении со средними школами, в ходе аудиторных занятий очень подробно рассматривать учебный материал не получается. И студенты, просто внимательно прослушав, усвоить его не могут. Многие им приходится изучать по литературным источникам.

Как же с ними обстоят дела при изучении «Инженерной графики»?

Основным понятием этой общетехнической дисциплины является «чертеж» - средство графического представления информации о

каком-либо изделии или процессе. Он является многоуровневым понятием, имеет как схожие черты так и существенное разнообразие в зависимости от области применения (машиностроение, строительство и др.). Поэтому разновидности литературы по правилам выполнения и чтения чертежей также очень большие.

Все существующие литературные источники можно условно классифицировать следующим рядом – стандарты, учебники и справочники, методические указания и пособия, практикумы, конспекты.

Государственные, отраслевые и другие *стандарты* являются основными источниками литературы. В них рассматриваются как общие правила построения чертежей (группа 3, включающая стандарты, начиная от ГОСТ 2.301-68 и до ГОСТ 2.318-81), так и правила по изготовлению чертежей, всевозможных их разновидностей. Приведенные в них требования являются обязательными для исполнения. Стандарты являются наиболее подробными литературными источниками по чертежам.

В *учебниках* рассматриваются теоретические положения по принципам построений плоских изображений объемных тел. Они часто дополняются задачками, в которых эти положения находят практическую и прикладную реализацию. В учебниках и задачниках приводятся примеры, закрепляющие теоретический материал.

В *справочниках* материал стандартов приводится в сокращенном виде. Они содержат, как правило, отдельные выдержки из всего содержания стандартов, чаще всего используемые при выполнении той или иной графической работы. Например, справочники по машиностроительному черчению со сведениями по конструктивным элементам деталей, по метизным изделиям с резьбой, по обозначениям марки материалов деталей и т.д. Существуют аналогичные справочники по строительному черчению, по чертежам электрических схем и много других.

В *методических пособиях* приводятся законченные блоки учебного материала из теоретического курса. Они адаптированы для работы студентов и охватывают, например, курс лекций по начертательной геометрии в соответствии регламентированным рабочей программой объемом или практикум по выполнению учебно-практических работ по компьютерной графике.

Методические указания по назначению такие же, что и методические пособия, но в них учебный материал значительно меньшего объема и перерабатывается в более доступную для понимания студентов форму. Они содержат сведения по выполнению

конкретных индивидуальных графических заданий, имеют примеры их выполнения и предназначены в основном для самостоятельной работы.

Студенческие конспекты. Это самый распространенный вид источников литературы. Студенты ведут конспекты по лекционному и иногда по практическому курсу занятий. В них отмечаются основные, наиболее значимые сведения. Как правило, содержание и структуру конспекта задает преподаватель, надиктовывая текстовые фрагменты и зарисовывая на доске или представляя другим образом блоки учебного материала. Заносимый в конспект материал студент не только логически связывает с проводимыми преподавателем пояснениями, но и оформляет его в соответствии со своим эмоциональным статусом. Даже индивидуальный почерк студента способен подключать отдельные области подсознания при написании, а затем и в анализе конспекта.

Какая же целесообразная форма конспекта для «Инженерной графики», а точнее конспекта лекций по ее разделу «Начертательная геометрия»?

Специфика названной дисциплины заключается в выполнении большого числа графических построений, которые вначале на доске делает преподаватель, а затем повторяют в своих конспектах студенты. Причем, нередки случаи, когда незначительное изменение исходного чертежа ведет к не наглядному решению задачи, а значит к непониманию. Такие негативные аспекты приводят к тому, что материал лекции усваивается не полностью и не всеми студентами одинаково [1]. Особенно это заметно на примере установочных сессий для студентов-заочников. Отличительной чертой занятий с ними является предельно сжатая программа, согласно которой они учатся по 12-14 часов в день, а количество практических занятий по детальному разбору и закреплению учебного материала сведено к минимуму.

Это отмечалось преподавателями графики машиностроительного профиля Белорусского национального технического университета. Проверка содержания студенческих конспектов показывает, что графические иллюстрации выполняются не всегда хорошо и с ошибками, а текстовый материал записывается сокращенно или часто вообще отсутствует. По учебникам же изучить предмет довольно непросто, так как материал перегружен поясняющими графическими иллюстрациями и описаниями. Для их осмысления требуется определенная подготовка. Данный вывод подтвердился также рядом социологических исследований, проведенных на кафедре «Инженерной графики» Белорусско-Российского университета [2,3].

Повысить эффективность ведения лекций по начертательной геометрии можно следующим образом.

Очевидно, что учебный процесс должен оставаться организованным в виде лекций и практических занятий. В условиях массового образования такая форма обучения является более предпочтительной. Объем графического материала тоже нельзя уменьшать, так как чертежи – это элементы образного мышления, которое значительно быстрее словесного и описательного. Нужно, по-видимому, изменить способ представления лектором иллюстраций и передачи изображенной информации студенту, чтобы исключить потери времени на ее перерисовывание и записывание под диктовку. Это удобно организовывать с использованием мультимедийных технологий.

Кроме того, изложение материала лекции должно быть таким, чтобы у слушателей была возможность для самостоятельного творческого мышления. Лучше всего, когда в конспекте будут свободные места, на которых студенты, систематизируя и анализируя предыдущий материал, смогут делать какие-то пометки - записывать кратко ход решения задачи, отмечать опорные моменты, делать выводы.

В наибольшей степени учитывать отмеченные пожелания сможет организация лекций по начертательной геометрии с использованием подготовленных *конспектов-клише*, которые будут заранее приобретаться студентами. В них в излагаемой последовательности будут представлены все необходимые теоретические выкладки, приведены формулировки основных определений и аксиом, а также изображены чертежи с условиями задач. При изложении лектором материала студентам достаточно лишь следить за ним по конспектам, вникать в суть разъяснений и только дублировать проводимые построения. А чтобы направить их действия на повторение, анализ и систематизацию материала, нужно предлагать им самостоятельно записывать в краткой, символической форме алгоритм предыдущего решения. По окончании лекции или при домашней ее проработке студенты в конспекте должны будут письменно ответить на вопросы по общему анализу ее материала с целью выявления в нем полезности, наиболее запомнившихся моментов и формирования предложений по улучшению изложения. Это будет способствовать развитию у них творческого мышления. После экзамена эти конспекты-клише целесообразно собирать, а содержащуюся в них информацию анализировать для внесения корректив.

Такие конспекты-клише уже применялись в учебном процессе кафедры «Инженерная графика» Белорусско-Российского университета на занятиях со студентами-заочниками. Их анализ показал, что заполнение записями было более насыщенным, чем конспектов в виде простых тетрадей, а студенты, которые их вели, успешно сдавали экзамен.

Список литературы:

1. Гобралев Н.Н. Инженерная графика: форма изложения и содержание конспекта / Н.Н. Гобралев, ЕВ. Ильюшина // Вестник Белорусско-Российского университета. – Могилев, 2011. №2 (31). С. 29 – 33.
2. Гобралев Н.Н. Инженерная графика: возможный путь повышения качества усвоения материала / Н.Н. Гобралев // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. Материалы международной научно-технической конференции. – Могилев, БРУ, 2011. Ч.2. С. 262.
3. Гобралев Н.Н. Социологический опрос как форма обратной связи «студент-лектор» для координации учебного процесса / Н.Н. Гобралев // История, философия, политика, право: Научные труды преподавателей гуманитарных дисциплин. Могилевский гос. ун-т продовольствия; БИП - институт правоведения – №.7. Могилев, 2014. С. 36 – 39.

1.2. МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

РАЦИОНАЛЬНАЯ КОМПОНОВКА И КОНСТРУКЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ-ПРЕССОВАНИЯ

Фастыковский Андрей Ростиславович

*д-р техн. наук, профессор,
Сибирский государственный индустриальный университет,
РФ г. Новокузнецк*

RATIONAL LAYOUT AND EQUIPMENT DESIGN TO IMPLEMENT THE PROCESS ROLLING-PRESSING

Andrey Fastykovsky

*doctor of technical sciences, professor, Siberian state industrial University,
Russia, Novokuznetsk*

Аннотация. Рассмотрены принципы выбора компоновки и конструктивных решений оборудования для реализации процесса прокатки – прессования. На основании проведенных исследований разработаны рекомендации, позволяющие повысить эффективность процесса прокатки – прессования.

Abstract. The principles of choosing a layout and design solutions of the equipment for realizing the process rolling – pressing. Based on the research recommendations, allowing to increase the efficiency of the process rolling – pressing.

Ключевые слова: компоновка оборудования; конструктивные решения; прокатка – прессование.

Keywords: layout; design; rolling – pressing.

Постоянное совершенствование способов обработки металлов давлением, поиск новых решений, направленных на использование скрытых резервов, послужил стимулом к разработке способа прокатки – прессования [1, 2]. Данное направление является очень

перспективным, так как совмещение этих двух процессов позволяет решить ряд проблем присущих каждому из них в отдельности. Проведенные экспериментальные исследования показали хорошие результаты и наметили пути развития [3]. Однако широкое внедрение процесса сдерживается крайне малым количеством теоретических работ посвященных данному вопросу [4, 5]. Такое положение затрудняет проведение проектно – конструкторских работ, разработку технологических режимов деформирования и параметров инструмента.

Совмещенный процесс прокатки – прессования реализуется в две стадии с использованием разного инструмента, на первом этапе металл деформируется во вращающихся валках, которые, используя резерв вытягивающих сил трения, проталкивают заготовку через матрицу (вторая стадия процесса). Процесс возможен в том случае, когда напряжение подпора, создаваемое валками (σ_1) будет больше или равно напряжению необходимому для прессования через матрицу (σ_2). В зависимости от коэффициента вытяжки в матрице величина напряжения σ_2 может изменяться в широких пределах, принимая значения меньше или больше сопротивления деформации обрабатываемого материала (σ_s). Если $\sigma_2/\sigma_s < 1$ то компоновка матрицы относительно линии, соединяющей центры валков, определяется только удобством крепления и не оказывает влияние на коэффициент вытяжки в системе валок – матрица. При $\sigma_2/\sigma_s > 1$ компоновка матрицы относительно линии, соединяющей центры валков, существенно влияет, как на коэффициент вытяжки системы, так и на затраты энергии. Для определения оптимального размещения матрицы относительно линии, соединяющей центры валков, воспользуемся зависимостями приведенными в работе [6, 7].

Рассмотрим пример деформирования, способом прокатки – прессования, заготовки сечением 18x15 мм в прямоугольном калибре без выпусков, с размерами высоты (h_k) и ширины (b_k) калибра 15 мм, выполненном в валках диаметром 300 мм, и конической матрице. Аналитически изучим влияние коэффициента трения и места размещения матрицы на величину суммарного коэффициента вытяжки в системе валок – матрица. Результаты расчетов представлены на рисунке 1 из которой видно влияние коэффициента трения и расстояния от линии, соединяющей центры валков до матрицы (x) на коэффициент вытяжки в системе валок - матрица.

Используя зависимости, приведенные в работах [6, 7], проанализируем влияние конструктивных особенностей калибра и места компоновки матрицы на коэффициент вытяжки в системе валок – матрица. В качестве примера рассмотрим три схемы процесса

прокатки – прессования заготовки размерами 15x15 мм в калибре $h_k \times b_k = 8 \times 15$ мм (один вариант калибра образован вращающимися валками, второй – одна боковая стенка калибра является неподвижной пластиной, третий – боковые стенки калибра образованы неподвижными пластинами), коэффициент трения в валках 0,5, на неподвижных пластинах 0,3, валки диаметром 300 мм. Полученные данные приведены на рисунке 2 а, где сплошной линией показан коэффициент вытяжки для калибра имеющего две неподвижные боковые пластины, штриховой – для калибра одна боковая сторона которого образована неподвижной пластиной, штрих с крестом – калибр нарезан в валках. Как видно из полученных данных конструкция калибра существенно влияет на коэффициент вытяжки процесса прокатки – прессования.

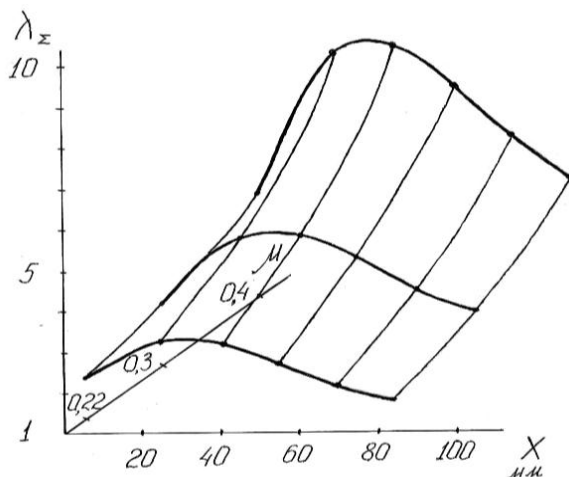
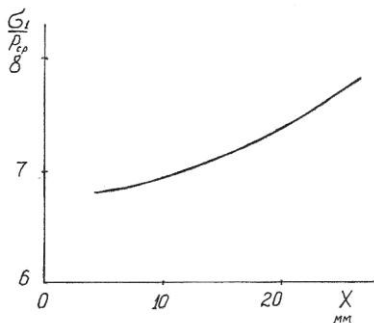
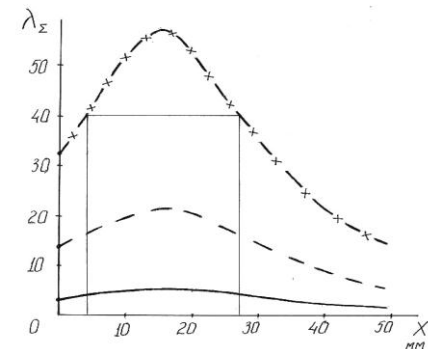


Рисунок 1. Диаграмма изменения суммарного коэффициента вытяжки в системе валок – матрица от коэффициента трения и расстояния от линии соединяющей центры валков до матрицы (x)

Использование неподвижных пластин приводит к уменьшению коэффициента вытяжки и непроизводительным затратам энергии на преодоление трения между металлом и пластинами. Необходимо отметить, что принимать расстояние от линии, соединяющей центры валков до матрицы, надо очень взвешено, учитывая, что при одной и той же величине коэффициента вытяжки увеличение расстояния x приводит к увеличению давления на матрицу и дополнительным

расходам энергии. Последнее можно пояснить, обратившись к рисунку 2, согласно которого при прокатке в калибре, нарезанном в валках коэффициент вытяжки 40 можно получить, разместив матрицу на расстоянии от 4 до 27 мм от линии, соединяющей центры валков при этом нагрузка на матрицу будет изменяться согласно графику, приведенному на рисунке 2 б.



а

б

Рисунок 2. Результаты аналитических исследований влияния конструкции калибра и компоновки матрицы на коэффициент вытяжки в системе валок – матрица и нагрузку на инструмент

На основе проведенной работы можно сформулировать следующие рекомендации для компоновки и конструирования инструмента с целью получения оптимальных значений коэффициента вытяжки в системе валок – матрица и минимальных затрат энергии на деформацию:

- при напряжении подпора (σ_2) меньше сопротивления деформации ($\sigma_2/\sigma_s < 1$) располагать матрицу относительно линии, соединяющей центры валков можно в любом удобном месте;
- при напряжении подпора больше сопротивления деформации ($\sigma_2/\sigma_s > 1$) оптимальное расположение матрицы необходимо определять согласно методикам, приведенным в работах [6, 7];
- если необходимый коэффициент вытяжки, при прочих равных условиях, можно получить, разместив матрицу на различном расстоянии от валков, то, как оптимальное следует выбирать минимальное расстояние;
- по возможности из конструкции калибра необходимо исключить неподвижные элементы;
- при выборе формы калибра необходимо помнить, что прямоугольная форма за счет заземления металла обеспечивает максимальное напряжение подпора;
- ширина используемой заготовки должна быть максимально приближена к ширине калибра.

Использование приведенных рекомендаций по компоновки и конструкции позволит организовать процесс прокатки – прессования с максимальной эффективностью.

Список литературы:

1. Фастыковский А.Р. Теоретические вопросы нового процесса прокатки – прессования // *Металлургия на пороге 21 века: достижения и прогнозы. Всероссийская научно – практическая конф. – Новокузнецк. 2000. – С. 67 – 70.*
2. Фастыковский А.Р. К вопросу о процессе прокатки – прессования // *Известия вузов. Цветная металлургия. – 2004. - № 2. – С. 67 – 70.*
3. Фастыковский А.Р. Экспериментальное изучение процесса прокатки – прессования // *Кузнечно – штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2010. - №11. – С. 11 – 14.*
4. Фастыковский А.Р. Моделирование и поиск оптимальных решений при реализации процесса прокатки – прессования // *2^я Всероссийская научно практическая конференция. Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии. – Новокузнецк. Сиб ГИУ. 2006. – С. 133 – 138.*
5. Фастыковский А.Р. Оценка возможностей процесса прокатки – прессования // *Кузнечно – штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2004. – №2. – С. 3 – 6.*

6. Фастыковский А.Р. Область осуществимости процесса прокатки – прессования и эффективные режимы деформирования // Известия вузов. Цветные металлы. – 2011. - №3. – С. 26 – 29.
7. Fastykovskii A.R. Region for Extrolling and Effective Deformation Modes // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2011. – Vol. 52 – №3. – pp. 230 – 233.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТАХ ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Фастыковский Андрей Ростиславович

*д-р техн. наук, профессор,
Сибирский государственный индустриальный университет,
РФ г. Новокузнецк*

THE POSSIBILITY OF USING COMPUTER SIMULATION FOR THE DESIGN OF ROLLING EQUIPMENT

Andrey Fastykovsky

*doctor of technical sciences, professor, Siberian state industrial University,
Russia, Novokuznetsk*

Аннотация. Показаны возможности современных компьютерных технологий для прочностного анализа прокатного оборудования. Рассмотрен пример расчета бесстанинной клетки 630 среднесортного стана 450 АО “ЕВРАЗ ЗСМК” с использованием модуля прочностного анализа APM FEM Компас-3D.

Abstract. The possibilities of modern computer technology for strength analysis of the rolling equipment. An example of the calculation bastanini crates 630 medium section mill 450 JSC “EVRAZ ZSMK” using the stress analysis module APM FEM for Kompas-3D.

Ключевые слова: компьютерное моделирование; прочностной расчет; прокатное оборудование.

Keywords: computer simulation; strength analysis; rolling equipment.

Прокатное оборудование широко используется на металлургических предприятиях для получения готовой продукции. Условия работы этого оборудования связаны с большими статическими и динамическими нагрузками, высокой температурой. Такие условия эксплуатации создают высокие риски возникновения инцидентов, существенно влияют на качество выпускаемой продукции. Стоимость основного прокатного оборудования, затраты на его эксплуатацию

весьма велики и поэтому все непредвиденные остановки и поломки существенно влияют на себестоимость и конкурентоспособность прокатной продукции.

Одним из возможных путей продления службы прокатного оборудования, снижение затрат на его эксплуатацию это тщательный прочностной расчет с максимальным учетом всех факторов влияния. Вопросу прочностных расчетов прокатного оборудования в технической литературе уделено большое внимание [1, 3, 4]. Имеющиеся методики расчета позволяют проводить предварительную оценку работоспособности прокатного оборудования, но точность их не велика, расчеты громоздки, много факторов остается не учтенными. С развитием компьютерной техники появилась возможность решения задач прочностного анализа оборудования на новом современном уровне с учетом влияния всего многообразия факторов [2]. В последних версиях пакетов программ Компас-3D, SolidWorks предусмотрены модули для прочностного анализа оборудования и конструкций. Модули прочностного анализа базируются на принципах трехмерного конечно-элементного моделирования и позволяют находить распределение напряжений, коэффициенты запаса по пределу текучести и устойчивости детали, температуры в различных точках по объему и др.

Использование упомянутых выше пакетов программ дает возможность конструктору уже на начальных стадиях проектирования принимать правильные и обоснованные конструктивные решения используя, построенные 3D-модели. Это, несомненно, повышает качество и экономит время, затрачиваемое на проектирование.

Основной задачей конечно-элементного моделирования в рассматриваемых пакетах программ является анализ прочности деталей и сборок, для которых важно быстро оценить надежность элементов с возможной оптимизацией конструкции, используя ассоциативную связь геометрической и расчетной моделей.

Проиллюстрируем сказанное выше на примере прочностного расчета бесстанинной клетки 630 среднесортного стана 450 ОА “ЕВРАЗ ЗСМК” с использованием приложения АРМ FEM системы прочностного анализа Компас -3D V16. На начальном этапе необходимо создать трехмерную сборку подушки верхнего вала и анкеров и задать граничные условия по закреплению. Приложить расчетные нагрузки и сгенерировать конечно-элементную сетку с заданным коэффициентом сгущения на поверхности и коэффициентом разрежения в объеме (рисунок 1). Полученную сетку можно

просматривать, как на поверхности, так и в глубине тела детали изменяя положение бегунка “глубина просмотра”.

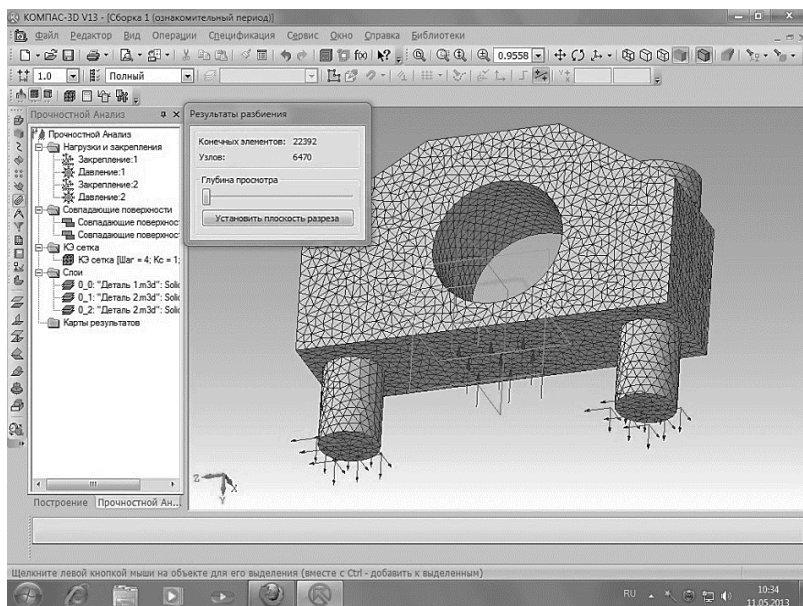


Рисунок 1. Сгенерированная сетка конечных элементов

После выполнения подготовительных операций проводятся расчеты. Полученная при расчетах информация выводится в виде цветных карт, где показано распределение изучаемой величины в любой точке объема исследуемой конструкции. В качестве примера на рисунке 2 показано распределение коэффициентов запаса по пределу текучести в теле сборки.

Для оценки достоверности полученных результатов были проведены расчеты коэффициентов запаса по пределу текучести традиционными методами [6] и сопоставлены с машинными расчетами. При проведении проверочных расчетов для реальных конструкций с использованием приложения АРМ FEM возникла проблема с ограниченной библиотекой марок сталей. В качестве базовой по умолчанию в приложении используется сталь 10КП. Данное неудобство можно устранить вводя поправочный коэффициент (K_{σ}).

$$K_{\sigma} = \frac{\sigma_{ист}}{\sigma_{расч}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{ист}$ – предел текучести материала, из которого изготовлена соответствующая деталь;

$\sigma_{расч}$ – предел текучести материала, используемого при расчетах.

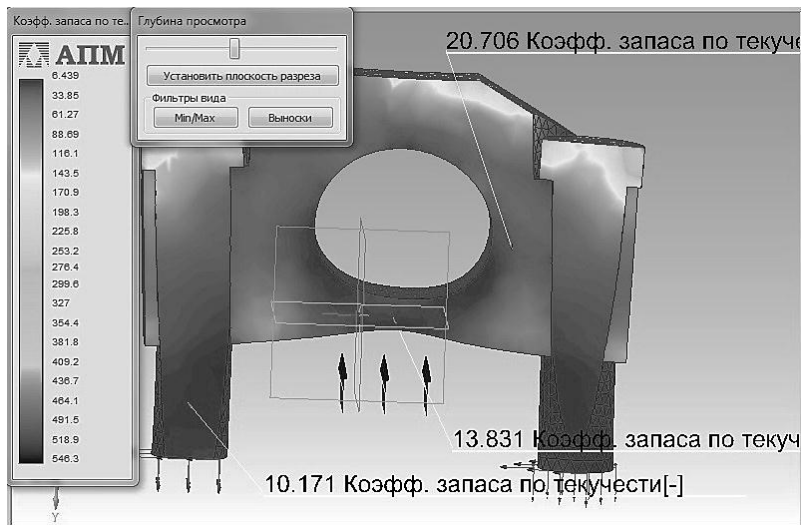


Рисунок 2. Распределение коэффициентов запаса по пределу текучести в теле сборки

Используя значение поправочного коэффициента можно определить истинное значение коэффициента запаса по пределу текучести (K_u) для любого материала по формуле:

$$K_u = K_{\sigma} K_{расч}, \quad (2)$$

где $K_{расч}$ – расчетное значение коэффициента запаса по пределу текучести при использовании материала детали по умолчанию (сталь 10КП).

С учетом поправочного коэффициента минимальное значение коэффициента запаса по пределу текучести при компьютерном моделировании ля анкера составило 46 для подушки 31. При расчете традиционным способом значения коэффициента запаса по пределу

текучести составили соответственно 48 и 34. Сопоставление полученных данных показывает, что результаты близки расхождение не более 10%. Однако возможности компьютерного моделирования позволяют выявить участки конструкции с большим запасом по пределу текучести и уменьшить их металлоемкость, а на участках небольшим запасом сосредоточить внимание при плановых проверках.

Приведенные в работе результаты показывают возможности и преимущества современных компьютерных технологий при оценке работоспособности основного прокатного оборудования.

Список литературы:

1. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных трубных цехов. М.: Металлургия. 1987. 480 с.
2. РФ Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ в гос. Реестре №2006612893. Моделирование деформации в приводных – не приводных клетях / А.Р. Фастыковский, А.Н. Матвиенко. – Заявка №2006611932; зарегистрировано 11.08.06.
3. Фастыковский А.Р., Савельев А.Н. Особенности конструирования и безаварийной работы валковой арматуры сортовых станов. М.: Теплотехник 2015. – с. 170.
4. Фастыковский А.Р., Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я. Копылов И.В. Оценка степени технологических рисков в системе валки – арматура непрерывного мелкосортного стана // Сталь. – 2008. - № 2. – С. 63 – 64.
5. Фастыковский А.Р. Оборудование прокатных цехов. Учебное пособие с грифом УМО. Новокузнецк. СибГИУ. 2015. – 208.
6. Фастыковский А.Р. Савельев А.Н. Конструкции и расчеты оборудования прокатных клетей сортовых и листовых станов. Учебное пособие с грифом УМО. – Новокузнецк. СибГИУ. 2008. – 316 с.

1.3. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОИЗВОДСТВА АО «НИЖЕГОРОДСКОЕ НПО ИМЕНИ М.В. ФРУНЗЕ»

Солдатов Антон Александрович

*старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова»,
РФ, г. Чебоксары*

FEATURES OF THE SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE CONTROL AND DIAGNOSTICS INFORMATION AND MEASURING COMPLEX ACCOUNTING OF ELECTRICITY ON THE BASIS OF ELECTRICITY METERS PRODUCTION OF JSC "NIZHNY NOVGOROD FRUNZE NPO"

Anton Soldatov

*senior lecturer, FGBOU IN Chuvash State University IN Ulyanov,
Russia, Cheboksary*

Аннотация. Рассмотрена двухуровневая схема построения системы контроля и диагностики подстанционных информационно-измерительных комплексов учета электроэнергии. Описаны особенности внутреннего устройства счетчиков электроэнергии производства АО "Нижегородское НПО имени М.В. Фрунзе" для использования их в составе диагностических систем. Приведены

преимущества использования приборов учета электроэнергии СЭТ-4ТМ и ПСЧ-4ТМ в составе подстанционного оборудования.

Abstract. We consider a two-tier scheme of the system of control and diagnostics of substation information and measurement systems of electricity metering. The features of the internal structure of meters of electricity production of JSC "Nizhny Novgorod Frunze NPO" for use as a part of diagnostic systems. The advantages of using electricity meters SET-4TM and PSCH-4TM composed of substation equipment.

Ключевые слова: Каналы связи прибора учета электроэнергии; фиксация данных вспомогательных режимов измерения; шаг команды устройства; внутреннее представление энергии и преобразование в физическую величину.

Keywords: Channels of communication device metering of electricity; fixing data supporting the measurement mode; the device commands step; the internal representation of energy and conversion into a physical quantity.

Введение правил оптового рынка электроэнергии в России в 2010 году [3] привело к появлению новых требований, предъявляемых к коммерческому учету электроэнергии, устанавливаемому на подстанциях распределительных сетевых компаний. В результате, на базовых подстанциях предприятий энергетики в ускоренном темпе получил развитие этап замены интегрального учета электроэнергии на интервальный. Наибольшее распространение в данных условиях получили многофункциональные приборы учета электроэнергии серий СЭТ-4ТМ и ПСЧ-4ТМ производства АО "Нижегородское НПО имени М.В. Фрунзе" [1]. Рассматриваемые счетчики имели ряд положительных особенностей перед другими:

1. большие вычислительные возможности по обработке измеряемых параметров электрической сети (ток, напряжение, угол сдвига между векторами тока и напряжения) с последующим определением величин активной, реактивной, полной мощности прямого и обратного направлений, благодаря чему, на электрических подстанциях эффективное определение межподстанционных перетоков и точность составления балансов электроэнергии стали обыденным делом;

2. высокая надежность работы аппаратно-программной начинки (выход из строя рассматриваемых приборов – крайнее редкое явление);

3. контроль качества электроэнергии в сети.

В счетчиках СЭТ-4ТМ и ПСЧ-4ТМ с заделом на будущее заложен широкий спектр возможностей для получения не только расчетной информации учитываемой электроэнергии (архив профиля мощности нагрузки с настраиваемым временем интегрирования от 1 до 60 минут, расчет потерь электроэнергии, многотарифность), но и измерения параметров электрической сети и вспомогательных параметров по каждой фазе и сумме фаз [5].

Большинство энергетиков используют возможности рассматриваемых приборов учета электроэнергии лишь на 40-50%. При этом открытым остается вопрос использования нижегородских счетчиков в системах контроля и диагностики режимов работы подстанционного учета электроэнергии. В работах [6-8] особая значимость отводилась вопросам необходимости проведения контроля и диагностики информационно-измерительных комплексов учета электроэнергии электрических подстанций.

У АО "Нижегородское НПО имени М.В. Фрунзе" существуют типовые решения создания автоматизированных систем коммерческого и технического учета электроэнергии (АСКТУЭ), схемы которого приведены в [9]. При этом, опять же, тематике контроля и диагностики рассматриваемого оборудования не придается значимости. Простую и эффективную схему построения системы контроля и диагностики на базе счетчиков СЭТ-4ТМ и ПСЧ-4ТМ, сочетающую в себе функционал АСКТУЭ возможно построить следующим образом.

В качестве первичных измерительных приборов (ПИП) используются счетчики электроэнергии ПСЧ-4ТМ и СЭТ-4ТМ, имеющие распространённый промышленный интерфейс связи RS-485. Данный интерфейс присутствует и в маршрутизаторе каналов связи, отличным решением которого является разработка компании ООО «СИМЭНЕРГО» GSM модем iRZ ATM2-485 [2].

Двухуровневая схема системы контроля и диагностики очень проста: на низшем уровне ПИП, на верхнем уровне – компьютер с программным обеспечением опроса ПИП, получения, обработки информации. Межуровневую связь обеспечивает упомянутый маршрутизатор каналов связи, с одной стороны подключенный ко всем счетчикам подстанции через интерфейс RS-485, а с другой стороны, подключаясь к сети интернет через gprs, виртуальный СОМ-порт, через который программа верхнего уровня осуществляет передачу и прием данных.

Разработка программного обеспечения диагностики и контроля предполагала учет множества особенностей приборов учета электроэнергии АО "Нижегородское НПО имени М.В. Фрунзе".

Система хранения измерений и доступа к ним в счетчиках ПСЧ-4ТМ и СЭТ-4ТМ сложная. Для получения доступа к данным, используется обращение не к конкретному адресу хранения, а выполнение специальной команды для получения этих данных. Формат команд и ответов приведен в [9]. Значения байтов шестнадцатеричного представления, полученных в результате запроса – величина переменная, к примеру, получение информации о мгновенном значении тока, напряжения, косинуса угла фазового сдвига, мощности составляет 3 байта, а значение энергии – 16, по 4 байта на активную и реактивную энергию прямого и обратного направлений. Для получения действительных значений запрашиваемого параметра требуется перевести шестнадцатеричное значение в десятичное, подставить полученное значение в специальную формулу (для каждого измеряемого параметра она своя). Внутреннее представление энергии и преобразование в физическую величину может показаться для непосвященных людей тяжелой работой.

В счетчиках электроэнергии обязательно должна стоять настройка «постоянно открытый канал связи» для команд первого уровня доступа, иначе прибор учета просто не будет отвечать на сетевые запросы. В инструкции сказано что, при закрытом канале связи прибор ни на что не реагирует, кроме команды теста (нулевой команды) и команды открыть канал, поэтому для доступа к данным необходимо на счетчик хотя бы один раз послать команду на открытие канала связи.

Логика созданной программы контроля и диагностики опирается на работу следующих шагов. Сначала происходит открытие цикла опроса счетчиков в сети по заданному набору сетевых адресов. В сеть посылается широковещательная команда «защелка», получив которую, счетчик электроэнергии фиксирует свое мгновенное состояние. Так как команда защелки рассылается всем участникам сети RS-485, то следует говорить, что данные опроса будут соответствовать одному единому для всех времени. Если набор счетчиков для опроса состоит из одного или более адреса, то на втором шаге определяется ПИП и в соответствии с массивом необходимых параметров съема, происходит чтение каждого параметра ПИП, путем послышки команд на счетчик и получения от него ответа. На третьем шаге, после опроса первого счетчика из списка, запускается 3-х секундный таймаут. Отсутствие

данных в сети подтверждает окончание опроса счетчика. Далее следует опрос второго, третьего и т.д. ПИП. По окончании списка опрашиваемых счетчиков, цикл опроса завершается и после минутного таймаута начинается новый цикл.

В рамках сохраненных циклов съема в базе данных программного комплекса, производится диагностика состояния системы учета электроэнергии подстанции, согласно методик, описанных в [6,7] с отображением диагностической информации на экране оператора программы диагностики.

Список литературы:

1. Описание типа средств измерений. Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М. Нижегородский завод имени М.В. Фрунзе. 2012. 15 с.
2. Петрова Ю.О. Руководство пользователя iRZ ATM2-485. ООО «СИМЭНЕРГО». Волгоград. 2013. 43 с.
3. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. N 1172 «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности» (с изменениями и дополнениями).
4. Протокол обмена счетчиков серии СЭТ-4ТМ. Редакция 6.6.22. Нижегородский завод имени М.В. Фрунзе. 2014. 219 с.
5. Руководство по эксплуатации ИЛГШ.411152.145РЭ. Счетчики электрической энергии многофункциональные СЭТ-4ТМ.03М, СЭТ-4ТМ.02М. Нижегородский завод имени М.В. Фрунзе. 2012. 91 с.
6. Солдатов А.А. О критерии достоверности учета электроэнергии для информационно-измерительных комплексов // Научно-технический журнал «Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева». – 2015. – № 3. – С. 126-131.
7. Солдатов А.А. Система контроля и диагностики оборудования подстанционных информационно-измерительных комплексов учета электроэнергии // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2016. № 6. С. 1-7.
8. Солдатов А.А. Гипотетическая модель автоматизированной системы диагностики недостоверного учета электроэнергии. / Материалы XVII Международной научно-технической конференции «Измерение, контроль, информатизация». Барнаул. 19 мая 2016. С.162 – 165.
9. Счетчики электрической энергии АИISKУЭ на базе КТС «МИКРОН» Радиоэлектронные технологии ОАО "Нижегородское НПО имени М.В. Фрунзе". 2014, 100 с.

1.4. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Бутко Денис Александрович

*канд. техн. наук, доцент, декан инженерно-строительного факультета,
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Вильсон Елена Владимировна

*канд. техн. наук., доцент,
заведующая кафедрой водоснабжения и водоотведения,
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Сернокрылов Николай Сергеевич

*д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры водоснабжения и водоотведения,
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Яковлева Елена Вячеславовна

*ассистент,
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

DETERMINATION OF CORROSION ACTIVITY OF THE STEEL ELEMENTS OF THE TREATMENT FACILITIES OF SEWAGE

Denis Butko

*candidate of engineering sciences, associate professor,
dean of the Faculty of civil engineering, Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don*

Elena Vilson

*candidate of engineering sciences, associate professor, managing chair
«Water supply and water removal», Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don*

Nikolai Serpokrillov

*doctor of technical science, professor, professor of the Department of water
supply and water removal, Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don*

Elena Yakovleva

*assistant, Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don*

Аннотация. Разрушения металлических конструкций сооружений очистки сточных вод вследствие коррозии влияют на параметры технологического процесса и безопасность обслуживания. На примере станции аэрации г. Ростова-на-Дону проведен анализ факторов, вызывающих коррозию металлических элементов, рассмотрены механизмы возникновения коррозионных процессов и влияние технологических воздействий, происходящих при очистке сточных вод. Проведены исследования образцов наиболее часто применяющихся марок сталей по этапам очистки.

Abstract. Corrosion damages of metal structures of wastewater treatment facilities affect the work process parameters and operation safety. The analysis of the factors causing corrosion of metal elements and the assessment of corrosion resistance of the steel grades St08ps, St3sp and St5sp during the treatment stages were conducted based on the data obtained from the Rostov-on-Don aeration plant. The article search techniques to determine the corrosiveness of water towards the metal structures.

Ключевые слова: сточные воды; очистка; коррозия; строительство; сооружения; гражданское строительство.

Keywords: wastewater; treatment; corrosion; construction; buildings; civil engineering.

Коррозионные повреждения металлических конструкций на сегодняшний день представляют одну из значительных экономических проблем производственных предприятий по очистке сточных вод.

Для оценки состояния металлических конструкций в сооружениях очистки сточных вод станции аэрации г. Ростова-на-Дону первоначально был произведен визуальный контроль, который позволил определить следующее.

- Решетки. Все конструкции, выполненные из черного металла, защищены от коррозии цинковым покрытием и окрашены эмалью и лаком, несмотря на это очаги коррозионных разрушений обнаружены на металлических конструкциях: граблины, все крепления и закладные детали.

- Песколовки. В песколовках коррозионным разрушениям подверглись гидрозелеватор, скребковый механизм и тросы, распределительный канал шибера. В наибольшей степени подвержены коррозии болтовые соединения и закладные детали вследствие разного химического состава соприкасающихся элементов.

- Преаэратор. Основным очагом коррозии в преаэраторе является запорная арматура.

- Первичный отстойник. Все металлические конструкции защищены от коррозии, однако, сплошность покрытий металла со временем нарушилась, и наблюдаются прогрессирующие коррозионные процессы.

- Аэротенк. Среда в аэротенке является достаточно агрессивной для металла, о чем свидетельствуют данные работ [2, 6-8]. Из нержавеющей стали выполнены: лоток подачи осветленной сточной воды, шибера, опускные стояки, лоток возвратного активного ила, струнаправляющие перегородки - на них очаги коррозии не отмечены.

- Вторичные отстойники. Наблюдаются коррозионные процессы, которым подвержены каркасы кассет тонкослойных модулей, закладные детали. Крепления зубчатого перелива к сборному лотку, обработанные покрытием из цинка с хромированием толщиной 30 мкм, разрушаются вследствие коррозионных процессов.

- Биореакторы. В биореакторах размещены кассеты с загрузкой из «ершей», каркас кассет выполнен из нержавеющей стали, а основание «ершей» выполнено из стальной проволоки, которая корродирует и разрушается, в результате чего ершовая загрузка обрывается.

Для наших исследований были выбраны образцы, выполненные из стали Ст5сп (ГОСТ 380-2005) и Ст08пс (ГОСТ 1050-88). Химический состав в % стали Ст08пс: Fe~98; С – 0,05-0,11; Si – 0,05-0,17; Mn – 0,35-0,65; Ni до 0,25; S до 0,04; P до 0,035; Cr до 0,1; Cu до 0,25; As до 0,08. Характеристика стали Ст08пс (ГОСТ 1050-88) – сталь

конструкционная углеродистая качественная для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой пластичности: шайбы, патрубки, прокладки и другие неотчетственные детали, работающие в интервале температур от -40 до 450 °С, плотность составляет 7846 кг/м³. Химический состав в % стали Ст5сп: Fe~98; C – 0,28-0,37; Si – 0,15-0,3; Mn – 0,5-0,8; S до 0,05; P до 0,04. Характеристика стали Ст5сп – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества, используемая для изготовления деталей клепаных конструкций, болтов, гаек, ручек, втулок, ходовых валиков, стержней, трубных решеток, фланцев и других деталей, работающих при температуре 0-425°С, плотность составляет 7850 кг/м³ [10].

Образцы помещали в песколовки, преаэратор, первичный отстойник, аэротенк, вторичный отстойник, биореактор и контактный резервуар. Подготовку образцов и исследования выполняли в соответствии с методикой, представленной [1]. Данные исследований представлены в табл. 1, в которой приняты следующие обозначения: S – площадь поверхности образца; ΔP – разница веса образца до и после испытаний; K – скорость коррозии образца.

Таблица 1.

Исследования по скорости коррозии в сооружениях очистки сточных вод с экспозицией 30 сут (в таблице представлены среднеарифметические данные из трех параллельных наблюдений для ΔP , г и K, мг Fe/см² сут)

Сооружения	Образец из стали марки Ст5сп			Образец из стали марки Ст08пс		
	S, см ²	ΔP , г	K, мг Fe/см ² сут	S, см ²	ΔP , г	K, мг Fe/см ² сут
Песколовки	13,840	0,075	0,308	29,320	0,493	0,093
Преаэратор	13,840	0,216	1,115	29,320	0,964	0,183
Пер. отстойник	13,840	0,179	0,920	29,320	0,490	0,093
Аэротенк	13,840	0,100	0,557	29,320	0,603	0,114
Вторичный отстойник	13,840	0,098	0,500	29,320	1,089	0,206
Биореактор	13,840	0,139	0,710	29,320	1,006	0,191
Контактный резервуар (хлорирование)	13,840	0,203	1,050	29,320	2,294	0,435

Коррозионная стойкость металлических материалов оценивалась по десятибалльной шкале по [3].

Скорость коррозии металлических материалов в различных средах определялась по уменьшению массы образца (после удаления продуктов коррозии) на единицу поверхности в единицу времени и выражалась в граммах на метр в квадрате в час. Глубинный показатель коррозии выражался в линейных единицах, отнесенных к единице времени:

$$П = 8,76 K / \gamma, \quad (1)$$

где П – глубинный показатель коррозии, мм/год;

К – скорость коррозии, г/(м² ч);

γ – плотность металла, г/см³.

В табл. 2 приведены оценочные баллы [3] и группы стойкости образцов исследуемых марок сталей в зависимости от условий среды, в которую они были помещены.

Таблица 2.

Оценочные баллы и группы стойкости образцов

Сооружения	Образец из стали марки Ст5сп			Образец из стали марки Ст08пс		
	К, г/м ² ·ч	П, мм/год	Группа стойкости/балл	К, г/м ² ·ч	П, мм/год	Группа стойкости/балл
Песколовки	0,128	0,1432	IV - понижено стойкие/ 6	0,0388	0,0432	III - стойкие/ 4
Преаэратор	0,4646	0,5184	V – малостойкие/ 7	0,0763	0,08	III - стойкие/ 5
Первичный отстойник	0,3833	0,4278	IV - понижено стойкие/ 6	0,0388	0,0432	III - стойкие/ 4
Аэротенк	0,2321	0,2590	IV - понижено стойкие/ 6	0,0475	0,0530	III - стойкие/ 5
Вторичный отстойник	0,2083	0,2325	IV - понижено стойкие/ 6	0,0858	0,0958	III - стойкие/ 5
Биореактор	0,2958	0,3300	IV - понижено стойкие/ 6	0,07958	0,0888	III - стойкие/ 5
Контактный резервуар (хлорирование)	0,4375	0,4883	IV - понижено стойкие/ 6	0,18	0,2023	IV - понижено стойкие/ 6

Коррозия металлических трубопроводов очистных сооружений также влияет на надежность эксплуатации. Исследования по коррозии стальных трубопроводов проводили в опытно-промышленных условиях канализационных очистных сооружений г. Ростова-на-Дону

на реальных сточных водах после первичного отстаивания [5, 9] с применением активного эксперимента.

Экспериментальная установка, полезным объемом 34.5 дм³, представляла собой модель напорного трубопровода, куда под давлением подавали сжатый воздух или технический кислород. Перемешивание осуществлялось через определенные промежутки времени, что позволяло через критерий Кэмпса характеризовать условия смешения.

Была реализована 1/2 дробной реплики полного факторного эксперимента типа 2⁴⁻¹ с двумя параллельными опытами и с варьируемыми факторами: X₁ – период пребывания (окисления) сточных вод в трубопроводе-реакторе (15-120 мин.); X₂ – давление в модели трубопровода (0.02-4 МПа); X₃ – период между перемешиваниями (0-350 секунд); X₄ – введение активного ила (0-5 мг/л). Функция оптимизации, фиксирующая коррозию в процессе транспортирования – У – скорость коррозии металла, г/час·м².

В результате реализации и статистической обработки результатов активного эксперимента в кодированных переменных с исключением незначимых коэффициентов получено уравнение, адекватно описывающее процесс очистки сточных вод техническим кислородом в модели напорного трубопровода – реактора:

$$Y = 3.61 - 1.45X_1 + 1.28X_2 - 1.14X_4. \quad (2)$$

По технологической эффективности влияния на процесс предварительной очистки сточных вод факторы убывающе располагаются в ряд: X₁ (время окисления), X₂ (давление насыщения или перекачки сточных вод), X₄ (введение активного ила в напорный трубопровод с кислородом). А фактор X₃ (перемешивание) не оказывает влияния на скорость коррозии стальных трубопроводов.

Полученное в активном эксперименте уравнение регрессии для проектирования более практично к применению в натуральных переменных:

$$Y = 7.387 - 0.028 \tau_{ок} + 6.737 P - 22.8 D_{ан}; \quad (3)$$

где $\tau_{ок}$ – время окисления сточных вод в трубопроводе-реакторе, 15-120 мин.;

P – давление в трубопроводе, 0.02-0.4 МПа;

D_{ан} – доза вводимого в трубопровод активного ила, 0-0.1 % от объема обрабатываемых сточных вод.

В указанных границах изменения факторов скорость коррозии стали СтЗсп составит 4.442-7.097 мг/ч·м². Величина скорости внутренней кислородной коррозии стали при пересчете из мг/ч·м² в мм/год составит – (0.049-0.080), что находится в допустимых пределах коррозии металлических трубопроводов. По классификации Дрозда Г.Я. [4] скорость внутренней сероводородной коррозии для труб до 0.08 мм/год относится к слабой, т.е. введение технического кислорода в трубопровод не вызовет дополнительного разрушения трубопроводов за счет химической коррозии.

Анализ результатов исследований позволяет установить, что коррозионная активность сточных вод в процессе их очистки достаточно высокая. Так как производимые исследования с образцами металлов (сплавов) являются достаточно трудоемкими, поэтому планируется дальнейшие исследования направить на поиск показательных параметров, характеризующих коррозионную активность среды, которые можно определять с помощью измерительных приборов и расчетов и с помощью которых прогнозировать и устанавливать превентивные мероприятия по поддержанию заданного уровня надежности очистных сооружений.

Список литературы:

1. Андreyuk E.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А. Микробная коррозия и ее возбудители. Киев: Наукова Думка, 1980. 287 с.
2. Биогальванический метод удаления фосфатов из сточных вод / Пупырев Е.И., Захватаева Н.В., Шеломков А.С., Кожушко А.Ю. // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 8. С. 55-59.
3. ГОСТ 5272-68 Коррозия металлов. Термины. — Введ. 1969-01-01— М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.— 15 с.
4. Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю. Надежность канализационной системы и аварийные риски в производственной деятельности предприятий водопроводно-канализационного хозяйства / Вода и экология: проблемы и решения: Водопроект-Гипрокоммунаводоканал, Санкт-Петербург – №3(55) – 2013 – С. 50-65.
5. Костюков В.П., Максименко И.В., Серпокpылов Н.С. Изменение окислительно – восстановительных свойств среды при биохимической трансформации компонентов сточных вод / Проблемы строительства и инженерной экологии. – Новочеркасск: ЮГРТУ, 2000. – С. 264 – 272.
6. Ружицкая О.А. Влияние коррозионных процессов на очистку сточных вод от биогенных элементов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №9 (92). С. 131-133.

7. Ружицкая О.А. Особенности удаления фосфатов из бытовых сточных вод методом биологической коррозии // Водоснабжение и канализация. 2014. № 5-6. С. 30-34.
8. Ружицкая О.А., Саломеев В.П., Гогина Е.С. Использование армированного загрузочного материала для интенсификации процессов очистки сточных вод от фосфатов и органических загрязнений // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 6. С. 43-47.
9. Серпокрьлов Н.С., Максименко И.В., Новосельцева И.В. Минимизация коррозии объектов системы водоотведения / Строительство – 2005»: Материалы Международной научн.-практич. конф. – Ростов н/Д: РГСУ, 2005 – С. 52-54.
10. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] URL: www.metallicheskiy-portal.ru (дата обращения: 10.01.2017).

1.5. ТРАНСПОРТ

АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ И ДОКУМЕНТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ДЛЯ АВТОСЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Горбунова Зинаида Васильевна

*канд. экон. наук, доцент, Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
РФ, г. Иркутск*

Комаров Антон Игоревич

*магистрант, Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
РФ, г. Иркутск*

THE ANALYSIS OF STANDARDS AND DOCUMENTS ON QUALITY MANAGEMENT FOR THE AUTOSERVICE ENTERPRISES

Zinaida Gorbunova

*candidate of economics, Irkutsk national research technical university,
Associate Professor of the Department of Automobile Transport
Russia, Irkutsk*

Anton Komarov

*Undergraduate, Irkutsk national research technical university,
Russia, Irkutsk*

Аннотация. Анализируются стандарты ИСО по управлению качеством и другие документы. Из стандартов и документов отбираются применимые на предприятиях автомобильного сервиса.

Abstract. The ISO standards on quality management and other documents are analyzed. From standards and documents are selected applicable at the enterprises of automobile service.

Ключевые слова: стандарты; документы; управление качеством; автомобильный сервис; ИСО; предприятия.

Keywords: standards; documents; quality management; automobile service; ISO; enterprises.

Учитывая тот факт, что в настоящее время большинство российских автосервисных предприятий, ориентированных на повышение своей конкурентоспособности на рынке, столкнулось с необходимостью внедрения системы управления качеством, в соответствие требованиям стандартов ИСО возникла проблема определения стандартов, направленных на обеспечение повышения надежности автотранспортных средств с целью снижения частоты проведения гарантийных ремонтов, обязательное исполнение которых должно способствовать снижению издержек предприятия.

Нами были проанализированы стандарты ИСО по управлению качеством, и поэтому сформировалось мнение, что их недостаточно для управления качеством на предприятиях автомобильного сервиса. В таблице 1 рассмотрены различные стандарты и документы по управлению качеством.

Таблица 1.

Анализ стандартов и документов по управлению качеством

№	Частное для автомобильной отрасли		Общее для всех отраслей				
	Название стандарта	Суть стандарта	Применение	№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение
1	ГОСТ 21624-81 взамен ГОСТ 21624-76	Данный стандарт устанавливает требования к изделиям по обеспечению заданного уровня эксплуатационной технологичности (ЭТ) и ремонтопригодности (РП), а также значения показателей ЭТ и РП, предусмотренных ГОСТ 20334-81, для автомобильной техники и изделий полноприводных и полноприводных автомобилей, прицепов и полуприцепов.	Для АПП	1	ИСО 9004-2-91	Данный стандарт показывает, что заказчик является центральным звеном трех ключевых аспектов системы качества. Стандарт также показывает, что удовлетворенность заказчика может быть достигнута только при наличии гармонии между ответственными руководством, людскими и материальными ресурсами.	Для АС
2	ГОСТ Р 51814.1-2004 (ИСО/ТУ 16949:2002)	Данный стандарт, совместно с ГОСТ Р ИСО 9001-2001, определяет требования к системе менеджмента качества при разработке, проектировании и производстве, если это применимо, монтаже и обслуживании продукции, относящейся к автомобильной промышленности.	Для заводов АТС, запасных частей и АРП	2	ГОСТ Р 50691-94	Данный стандарт устанавливает основные требования к системам обеспечения качества услуг в соответствии с международными стандартами ИСО 9004 2, 9002 и направлен на обеспечение достижения необходимого качества предоставляемых потребителю услуг.	Для АС
3	ГОСТ 18322-78	Данный стандарт устанавливает применяемые в технике, науке и производстве определения и термины основных понятий в области видов, методов и показателей технического обслуживания и ремонта изделий.	Для АС	3	ГОСТ Р 52113-2003	Данный стандарт устанавливает порядок выбора номенклатуры показателей качества услуг в соответствии с целями управления качеством, классификацию методов контроля, номенклатуру и оценки показателей качества услуг. Положения этого стандарта распространяются на услуги, предоставляемые предприятиями различных организационно-правовых форм, а также индивидуальными предпринимателями.	Применен для оказания любых услуг

Таблица 1. (продолжение)

Частное для автомобильной отрасли			Общее для всех отраслей				
№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение	№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение
4	ГОСТ 15467-79	Данный стандарт устанавливает применяемые в науке и технике термины и определения основных понятий в области управления качеством продукции.	Для АС	4	ГОСТ ISO 9000-2011	Настоящий стандарт описывает основные положения систем менеджмента качества и устанавливает терминологию для систем менеджмента качества.	Для АС
5	Временные нормы эксплуатационного пробега шин АТС РД 3112199-1085-02	Данные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств предназначены для планирования потребности АТП в шинах, осуществления режима экономии и рационального использования материальных ресурсов, определения уровня тарифов и обеспечения расчетов по налогообложению предприятий.	Для АТП	5	ISO 10012:2003	Данный стандарт устанавливает требования к обеспечению и демонстрации соответствия метрологическим требованиям и нормам процессов измерений и измерительного оборудования. Данный стандарт содержит требования менеджмента качества к системе менеджмента измерений, которая может являться частью общей системы менеджмента предприятия и направлена на обеспечение выполнения метрологических требований.	Для систем менеджмента измерений
6	Положение о гарантийном обслуживании автомобилей легковых и мотоцикли РД 37.009.02.5-92	Данное положение определяет принципиальные основы организации и проведения ТО и Р легковых автомобилей и мотоцикли в пределах гарантийного периода.	Для АС	6	ГОСТ Р ИСО ТО 10017:2005	Данный стандарт представляет собой руководство по выбору статистических методов при внедрении, поддержке, разработке и улучшении системы менеджмента качества в соответствии с ИСО 9001. Документ разработан на основе требований ИСО 9001, которые предполагают использование количественных данных и последующий выбор статистических методов для их обработки.	-
7	Положение о ТО и Р подвижного состава автомобильного транспорта	Данное положение определяет принципиальные основы обеспечения работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта автобусов, автомобилей, прицепов	Для АТП	7	ГОСТ Р ИСО 10019-2007	Данный стандарт содержит в себе руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг.	Для АС

Таблица 1. (продолжение)

Частное для автомобильной отрасли			Общее для всех отраслей				
№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение	№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение
8	Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств	Данные правила, разработанные в соответствии с Законом РФ "О защите прав потребителей", регулируют отношения, возникающие между исполнителем и потребителем при оказании услуг по ТО и Р АТС и их составных частей.	Для АС	8	ГОСТ ИСО 10002:2007	Данный стандарт содержит в себе руководство по управлению претензиями, связанными с продукцией, включая разработку, планирование, производство, обслуживание, улучшение. Процесс управления претензиями может использоваться в качестве одного из процессов системы менеджмента качества предприятия.	Для АС
9	Приказ Минавтогтранса РСФСР от 9 декабря 1970 г. № 19 об утверждении правил технической эксплуатации подвижного состава автотранспортного транспорта	Настоящие правила содержат требования к подвижному составу автотранспортного транспорта и основные положения о его содержании, предписания, касающиеся технической стороны использования подвижного состава при выполнении работ по техническому обслуживанию, ремонту и хранения подвижного состава.	Для АТП	9	ГОСТ Р ИСО/ТО 10014-2005	Данный стандарт содержит в себе указания по управлению экономической эффективностью предприятия. Стандарт не предназначен для использования в договорных ситуациях или в качестве объекта аудитов третьей стороны.	Для АС
10	Методические указания по разработке и внедрению системы управления качеством строительства и эксплуатации строительных машин МДС 12-12.2002	Данные указания содержат в себе рекомендации по внедрению, разработке и обеспечению функционирования систем управления качеством эксплуатации строительных машин с учетом положений стандартов ИСО 9000 в организациях различных форм собственности и ведомственной принадлежности, имеющих на своем балансе строительные машины, занимающихся их эксплуатацией.	Для предприятий, работающих в строительстве	10	ГОСТ Р ИСО 9001-2008	Данный стандарт устанавливает требования к системе менеджмента качества в случаях, когда организация нуждается в демонстрации своей способности поставлять продукцию, отвечающую требованиям потребителей и соответствующим обязательным требованиям, ставит себе задачу о повышении удовлетворенности потребителей посредством эффективного применения системы менеджмента качества, включая процессы постоянного её	Для АС

Таблица 1. (продолжение)

Частное для автомобильной отрасли		Общее для всех отраслей					
№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение	№	Название стандарта	Суть стандарта	Применение
	Рекомендации по разработке системы управления качеством транспортного обслуживания пассажиров и безопасности их обслуживания и эффективности электротранспорта	Применительно к предприятиям городского электротранспорта комплексная система управления качеством транспортного обслуживания пассажиров и безопасности их обслуживания и эффективности электротранспорта	Для электротранспорта	11	ГОСТ Р ИСО 9004-2010	Данный стандарт дает предприятиям методические указания для достижения успеха путем подхода, основанного на менеджменте качества. Документ применим к любой организации независимо от её типа и рода деятельности.	Для АС
12	Система сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств	Данный документ устанавливает основные принципы функционирования, организационную структуру системы сертификации услуг по ТО и Р автобусов автомобилей, прицепного состава и мотоциклики, их составных частей, а также порядок сертификации услуг по ТО и Р АМТС на территории Российской Федерации.	Для сертификации услуг ТО и Р	12	Рекомендации Менеджмента процессов в системе менеджмента качества Р 50-601-46-2004	В документе рассматриваются вопросы практического применения процессного подхода к обеспечению и планированию процессов в системе менеджмента качества, управлению ими и их улучшению. Они адресованы к большому кругу руководителей и специалистов как производственных, так и функциональных подразделений организации и в первую очередь тем из них, кто принимает участие в разработке, внедрении или совершенствовании системы менеджмента качества.	Для АС

*Расшифровка аббревиатур: ТО – техническое обслуживание; Р – ремонт; АПП – автотранспортное предприятие; АС – авторемонтное предприятие; АТС – автотранспортное средство; АМТС – автомобильный сервис; АМТС – автотранспортное средство.

Из вышеуказанной таблицы видно, что не все документы и стандарты подходят для предприятий автомобильного сервиса и к тому же многие из них написаны довольно давно и в данный момент не используются по причине их неактуальности.

Поэтому было предложено отобрать документы и стандарты, актуальные и подходящие для автомобильного сервиса, что и представлено в таблице 2.

Таблица 2.

**Отобранные документы и стандарты, применимые
к автомобильному сервису**

№	Название стандарта	Суть стандарта
1	ИСО 9004-2-91	Данный стандарт показывает, что заказчик является центральным звеном трех ключевых аспектов системы качества. Стандарт также показывает, что удовлетворенность заказчика может быть достигнута только при наличии гармонии между ответственным руководством, людскими и материальными ресурсами, а также структурой системы качества.
2	ГОСТ ISO 9000-2011	Настоящий стандарт описывает основные положения систем менеджмента качества и устанавливает терминологию для систем менеджмента качества.
3	ГОСТ Р ИСО 10019-2007	Данный стандарт содержит в себе руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг.
4	ГОСТ ИСО 10002-2007	Данный стандарт содержит в себе руководство по управлению претензиями, связанными с продукцией, включая разработку, планирование, производство, обслуживание, улучшение. Процесс управления претензиями может использоваться в качестве одного из процессов системы менеджмента качества предприятия.
5	ГОСТ Р ИСО/ТО 10014-2005	Данный стандарт содержит в себе указания по управлению экономикой качества для получения экономической прибыли. Стандарт стоит широко применять всем предприятиям и на всех уровнях предприятия. Стандарт не предназначен для использования в договорных ситуациях или в качестве объекта аудитов третьей стороны.

6	ГОСТ Р ИСО 9001-2008	Данный стандарт устанавливает требования к системе менеджмента качества в случаях, когда организация: нуждается в демонстрации своей способности поставлять продукцию, отвечающую требованиям потребителей и соответствующим обязательным требованиям; ставит себе задачу о повышении удовлетворенности потребителей посредством эффективного применения системы менеджмента качества, включая процессы постоянного её улучшения, и обеспечение соответствия требованиям потребителей и обязательным требованиям.
7	ГОСТ Р ИСО 9004-2010	Данный стандарт дает предприятиям методические указания для достижения успеха путем подхода, основанного на менеджменте качества. Документ применим к любой организации независимо от её типа и рода деятельности.
8	Рекомендации Методика менеджмента процессов в системе качества Р 50-601-46-2004	В документе рассматриваются вопросы практического применения процессного подхода к обеспечению и планированию процессов в системе менеджмента качества, управлению ими и их улучшению. Они адресованы к большому кругу руководителей и специалистов как производственных, так и функциональных подразделений организации и в первую очередь тем из них, кто принимает участие в разработке, внедрении или совершенствовании системы менеджмента качества.
9	Положение о гарантийном обслуживании легковых автомобилей и мототехники РД 37.009.025-92	Данное положение определяет принципиальные основы организации и проведения ТО и Р легковых автомобилей и мототехники в пределах гарантийного периода.
10	Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств	Данные правила, разработанные в соответствии с Законом РФ "О защите прав потребителей", регулируют отношения, возникающие между исполнителем и потребителем при оказании услуг по ТО и Р АТС и их составных частей.

Можно сделать вывод, что из большого количества документов и стандартов в автосервисной отрасли может быть применена незначительная их часть. Проведенный анализ изученных стандартов позволяет упростить внедрение систем управления качеством на автосервисных предприятиях, что, в свою очередь, позволит повысить

эффективность деятельности предприятия, повысит конкурентоспособность и снизит частоту проведения гарантийных ремонтов.

Список литературы:

1. ГОСТ 21624-81. Государственный стандарт Союза ССР. Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности изделий" (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 24.12.1981 N 5619)
2. ИСО 9004-2-91. Административное управление качеством и элементы системы качества.
3. ГОСТ Р 51814.1-2004 (ИСО/ТУ 16949:2002). Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Особые требования по применению ГОСТ Р ИСО 9001-2001 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части" (утв. Постановлением Госстандарта РФ от 27.01.2004 N 35-ст).
4. ГОСТ Р 50691-94. Государственный стандарт Российской Федерации. Модель обеспечения качества услуг" (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 29.06.1994 N 181)
5. ГОСТ Р 52113-2003. Национальный стандарт Российской Федерации. Услуги населению. Номенклатура показателей качества" (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 28.07.2003 N 253-ст).
6. ГОСТ 18322-78 (СТ СЭВ 5151-85). Государственный стандарт Союза ССР. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения" (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 15.11.1978 N 2986) (ред. от 01.12.1988).
7. ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения" (введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 26.01.1979 N 244) (ред. от 16.01.1985).
8. ГОСТ ISO 9000-2011. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь" (введен в действие Приказом Росстандарта от 22.12.2011 N 1574-ст)
9. РД 3112199-1085-02. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств" (утв. Минтранс РФ 04.04.2002).
10. ИСО 10012:2003 Системы менеджмента измерений. Требования к измерительным процессам и измерительному оборудованию
11. Положение о гарантийном обслуживании легковых автомобилей и мототехники. РД 37.009.025-92" (утв. Приказом Департамента автомобильной промышленности Минпрома РФ от 01.11.1992 N 43).

12. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005. Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001" (утв. Приказом Ростехрегулирования от 31.05.2005 N 111-ст).
13. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта" (утв. Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984).
14. ГОСТ Р ИСО 10019-2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент организации. Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 29.06.2007 N 159-ст).
15. Постановление Правительства РФ от 11.04.2001 N 290 (ред. от 23.01.2007) "Об утверждении Правил оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту.
16. ГОСТ Р ИСО 10002-2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент организации. Удовлетворенность потребителя. Руководство по управлению претензиями в организациях" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 31.10.2007 N 283-ст).
17. Приказ Минавтотранса РСФСР от 09.12.1970 N 19 "Об утверждении Правил технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта.
18. ГОСТ Р ИСО/ТО 10014-2005. Руководство по управлению экономикой качества" (утв. Приказом Ростехрегулирования от 12.07.2005 N 190-ст).
19. МДС 12-12.2002. Методические указания по разработке и внедрению системы управления качеством эксплуатации строительных машин" (внесены Госстроем РФ).
20. ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования" (утв. Приказом Ростехрегулирования от 18.12.2008 N 471-ст).
21. Рекомендации по разработке системы управления качеством продукции (услуг) на уровне предприятий городского электрического транспорта Москва Стройиздат 1985.
22. ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 23.11.2010 N 501-ст).
23. Система сертификации ГОСТ Р. Система сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств" (утв. Постановлением Госстандарта РФ от 11.11.1994 N 21) (рег. номер РОСС RU.0001.01УА00 от 07.02.1995).
24. Рекомендации. Методика менеджмента процессов в системе качества. Р 50-601-46-2004" (утв. Госстандартом РФ).

1.6. ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНО- ДОРОЖНЫХ МАШИН

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович

*д-р техн. наук, профессор,
Тюменский индустриальный университет – ТИУ,
РФ, г. Тюмень*

Конев Виталий Валерьевич

*канд. техн. наук, доцент,
Тюменский индустриальный университет - ТИУ,
РФ, г. Тюмень*

Бородин Дмитрий Михайлович

*соискатель, Тюменский индустриальный университет – ТИУ,
РФ, г. Тюмень*

Половников Егор Викторович

*аспирант, Тюменский индустриальный университет – ТИУ,
РФ, г. Тюмень*

AUTOMATION OF THERMAL PREPARATION HYDRAULIC DRIVE ROAD CONSTRUCTION MACHINERY

Shahbuba Merdanov

*doctor of technical sciences, professor,
Tyumen Industrial University – TIU,
Russia, Tyumen*

Vitaliy Konev

*candidate of technical sciences, associate professor,
Tyumen Industrial University – TIU,
Russia, Tyumen*

Dmitriy Borodin,

*applicant, Tyumen Industrial University – TIU,
Russia, Tyumen*

Egor Polovnikov

*graduate student, Tyumen Industrial University – TIU,
Russia, Tyumen*

Аннотация. В настоящее время расширяется использование строительной дорожной техники, суровые климатические условия накладывают ряд ограничений на эксплуатацию гидрофицированных машин. В статье описывается автоматизация процесса тепловой подготовки гидрофицированных машин.

Abstract. Currently, expanding the use of road construction equipment, harsh climatic conditions impose a number of restrictions on the operation hydroficated machines. The article describes the automation of the thermal preparation of cars hydroficated process.

Ключевые слова: прогрев гидросистем, гидросистема; строительная дорожная машина; автоматическая система управления тепловой подготовкой; энергозатраты на тепловую подготовку; энергосбережение; «холодный пуск».

Keywords: heating hydraulic systems; hydraulic systems; construction machinery; automatic control system of thermal preparation; energy consumption for thermal preparation; a "cold start".

При строительстве и эксплуатации нефтегазопроводов и объектов в северных регионах России, а также при освоении Арктических территорий, используется большое количество единиц строительной дорожной техники (СДМ).

На строящихся объектах в северных регионах необходимо использовать строительную технику соответствующего класса климатического исполнения. Организации, проводящие строительные работы на строительных объектах, имеют большие парки гидрофицированных строительных машин, но большая часть которых,

предназначена для усреднённых условий эксплуатации, такая техника не подготовлена для эксплуатации в суровых климатических условиях [6 с. 337]. Для результативного и экономически целесообразного использования СДМ при выполнении задач в условиях сурового климата, необходимо использовать дополнительные меры, модернизирующие тепловую подготовку гидравлической техники [7, с. 206].

Территории Крайнего Севера и арктического климатического пояса характеризуются низкими температурами - до минус 55°С и сильными ветрами. В существующих природно-климатических условиях возникают сложности при эксплуатации СДМ (запуск и работа двигателя внутреннего сгорания (ДВС), гидропривода, трансмиссии, условия работы машиниста) [8, с. 699]. При работе гидросистемы на все узлы и агрегаты действуют отрицательные температуры. Это приводит к изменению тепловых процессов в элементах гидросистемы. Вследствие этого снижается, наработка машин до отказа, производительность, и эффективность эксплуатации [1, с. 112].

В процессе эксплуатации машина может находиться в различных состояниях и выполнять различные работы. Для повышения эффективности эксплуатации СДМ проводится тепловая подготовка гидравлической системы [3, с. 16]. При этом большая часть техники является гидрофицированной. Это связано с преимуществами гидравлических приводов (универсальность, компактность, энергоэффективность, надежность, эргономичность). Гидролинии гидропривода машин имеют большую протяженность. Это затрудняет их тепловую подготовку.

Гидроприводы современных СДМ постоянно совершенствуются (Bosch, Komatsu, Hitachi, Liebherr). Разработаны общие подходы по проектированию, изготовлению и установке, компоновке элементов гидропривода. Это позволяет повысить их надежность, эргономичность, экономичность и экологичность [5].

В современных системах СДМ совершенствуется система гидропривода в целом и используются новые подходы и технологии в производстве и изготовлении элементов гидропривода. Общими направлениями по совершенствованию являются:

1. Снижение потерь в элементах гидропривода (разводка гидросистемы).
2. Использование систем пропорционального управления гидропривода.
3. Использование гидропривода с ШИМ - управлением.

Данные подходы по совершенствованию гидросистем СДМ не решают в полном объеме задачу, при которой влияние низких отрицательных температур окружающего воздуха на элементы гидропривода изменяет технико-экономические показатели СДМ. К основным следствиям влияния низких температур относятся:

- изменяются посадки в подвижных элементах гидропривода;
- повышается вязкость рабочей жидкости и, как следствие, рост потерь давления и нагрузок на элементы гидропривода;
- уменьшается эластичность уплотнительных элементов гидросистем и, как следствие, повышенный их износ при запуске непрогретого гидропривода;
- в сочетании с повышенным давлением «хладноломкость металла» в гидроприводе при «холодном пуске» приводит к возрастанию отказов гидропривода.

Важным направлением для адаптации гидрофицированных СДМ к суровым условиям является тепловая подготовка гидросистем. Основными способами тепловой подготовки гидропривода являются: прогрев в холостом режиме перед началом работы; дросселированием рабочей жидкости; утилизацией тепла ДВС (от охлаждающей жидкости, выхлопных газов); электроподогревом.

При исследованиях данных способов выявлено, что помимо положительного влияния (снижение числа отказов при холодных пусках, уменьшение пускового давления гидросистемы, снижение износа насоса и т.д.). Выявлены сложности, при пользовании машин оснащёнными подобными системами, возрастает число дополнительных операций, которые должен выполнить оператор перед пуском или во время самого пуска (открытие-закрытие кранов, заслонок, включение - выключение электрических потребителей, одновременный контроль за показаниями нескольких приборов). Это повышает вероятность ошибок или неправильных действий со стороны оператора [4]. Для осуществления автоматизации системы тепловой подготовки гидропривода СДМ предлагается схема автоматизации системы тепловой подготовки (рис. 1).

Сенсоры температуры собирают информацию о температурах в локальных элементах гидропривода, в аналоговой форме информация передаётся в модуль аналогово-цифрового преобразователя, где преобразуется в цифровую форму [4]. После этого по цифровой шине оцифрованная информация передаётся в контроллер, изготовленный на базе микро ЭВМ, где полученная информация обрабатывается, анализируется и на основе полученной информации вырабатываются управляющие сигналы. Сформированные управляющие сигналы,

после выхода из контроллера поступают на драйверы, где усиливаются и оптимизируются по форме и знаку. Такие сигналы могут управлять элементами и системами тепловой подготовки элементов гидропривода.

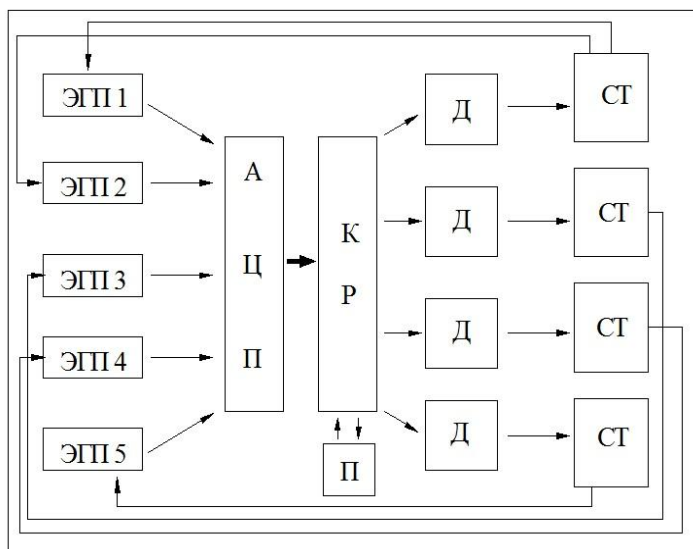


Рисунок 1. Схема автоматизации системы тепловой подготовки гидропривода строительной или дорожной машины. ЭГП1-ЭГП5- локальные элементы гидропривода, АЦП - аналогово-цифровой преобразователь, КР - контроллер, П- оперативное запоминающее устройство, Д-драйверы, СТ- элементы системы тепловой подготовки гидропривода.

Функциональная схема автоматической системы управления прогрева рабочей жидкости выхлопными газами ДВС представлена на рисунке 2.

При тепловой подготовке гидропривода потребителями тепла являются все элементы гидросистемы СДМ. Эти потребители имеют разные массы, теплопроводность, соответственно потребляемую мощность и время на тепловую подготовку. Это приводит к необходимости определения очередности, продолжительности, интенсивности прогрева гидропривода. При исследовании способов тепловой подготовки гидропривода СДМ необходимо решать задачу

оптимизации проводимых операций по тепловой подготовке и теплового процесса.

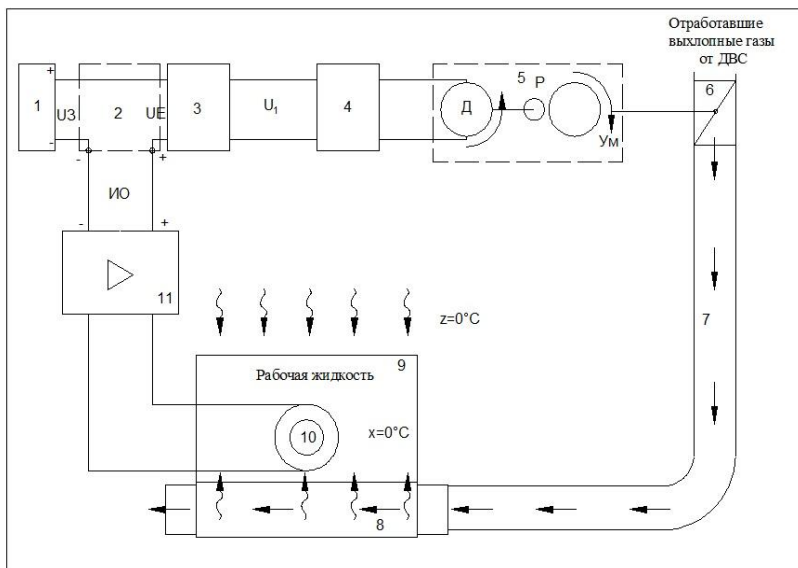


Рисунок 2. Функциональная схема автоматической СУ прогрева рабочей жидкостью выхлопными газами дизельного ДВС:
1 - контроллер, 2 - компаратор, 3 - регулирующее устройство, 4 - драйвер, 5 - исполнительный механизм, 6 - заслонка, 7 - путь выхлопных газов ДВС, 8 - теплообменник, 9 - бак с рабочей жидкостью, 10 - термодатчик, 11 - сигнальный усилитель.

Регулировка процесса теплообмена между отработавшими газами и рабочей жидкостью осуществляется заслонкой, направляющей отработавшие газы в теплообменник. Заслонка в свою очередь связана с исполнительным механизмом, состоящим из электродвигателя и редуктора, число оборотов двигателя определяется напряжением U_1 присутствующего на выходе драйверного каскада ДК и передаваемого этим каскадом на вход усилителя мощности U_M . Напряжение U_1 на выходе драйверного каскада в свою очередь пропорционально разности заданного контроллером напряжения U_3 и напряжения ИО, пропорционального температуре рабочей жидкости в малом гидробаке над теплообменником, которая измеряется датчиком температуры, находящимся непосредственно в толще рабочей жидкости.

Температурный сигнал от термодатчика усиливается сигнальным усилителем СУ.

Когда температура рабочей жидкости изменится относительно значения, заданного контроллером компаратор формирует сигнал рассогласования соответствующей величины и знака, в конечном итоге этот сигнал приводит к вращению электродвигателя Д, редуктора и заслонки на соответствующую величину и в соответствующем направлении [2, с. 450]. Происходит приоткрытие или закрытие заслонки, что в свою очередь увеличивает или уменьшает поступление отработавших газов в теплообменник за счёт управления процессом тепловой подготовки элементов гидропривода.

Таким образом, предлагается автоматизировать процесс тепловой подготовки гидропривода строительно-дорожных машин с целью исключения сбоев и ошибок по вине оператора. Оптимизировать процессы тепловой подготовки в соответствии с влиянием внешних факторов, с целью продления ресурса локальных элементов гидропривода, снижения затрат на тепловую подготовку, уменьшения времени прогрева гидросистемы, снижения выбросов вредных веществ в окружающую среду за счёт оптимизации процессов тепловой подготовки, снижения психофизиологических нагрузок на оператора.

В результате будет устанавливаться последовательность, одновременность и продолжительность прогрева элементов гидропривода. Это позволит увеличить скорость прогрева тепловой подготовки СДМ.

Список литературы:

1. Бородин Д.М., Половников Е.В., Конев В.В., Мерданов Ш.М. Экспериментальное исследование системы тепловой подготовки гидропривода строительно-дорожных машин. В сборнике: Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук. 2016. с. 111-115.
2. Бородин Д.М., Конев В.В., Половников Е.В. Автоматизация системы тепловой подготовки гидропривода строительно-дорожных машин, Фундаментальные исследования. 2016. № 5-3. с. 449-453.
3. Карнаухов Н.Н., Мерданов Ш.М., Шефер В.В., Иванов А.А. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин (строительные машины); учебник 2-е издание переработанное и дополненное; Тюменский государственный нефтегазовый университет - 2014
4. Конев В.В., Созонов С.В., Бородин Д.М., Половников Е.В. Датчики для исследования теплового состояния машин, эксплуатируемых в условиях Крайнего Севера и Арктики / Инженерный вестник Дона, 2015, № 1.

5. Мерданов Ш.М., Карнаузов Н.Н., Конев В.В., Созонов С.В., Половников Е.В. Система прогрева гидропровода СДМ с использованием малого гидробака, патент на изобретение RUS 2559227, опубл. 10.08.2015.
6. Мерданов Ш.М., Шефер В.В. Технология машиностроения; учебник 3-е издание, исправленное и дополненное, Тюменский государственный нефтегазовый университет – 2013
7. Konev V., Borodin D., Polovnikov E. Development of a universal data acquisition system with control functions based on analog to digital converter: Scientific enquiry in the contemporary, world: theoretical basics and innovative approach, Research articles. San Francisco, California, USA, 2016. с. 205-208.
8. Konev V., Merdanov Sh., Karnaukhov M., Borodin D. Thermal preparation of the trailbuilder fluid drive, WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2014. T. 190 volume 1. pp. 697-706.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 2.

МЕХАНИКА

2.1. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

ОСНОВЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Тажиббаев Кушбакали Тажиббаевич

*д-р техн. наук, профессор, заведующий лабораторией,
Институт геомеханики и освоения недр НАН КР,
Кыргызская Республика, г. Бишкек*

Акматалиева Минажнат Сабыровна

*научный сотрудник, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР,
Кыргызская Республика, г. Бишкек*

Тажиббаев Данияр Кушбакалиевич

*кандидат технических наук, заведующий лабораторией,
Институт геомеханики и освоения недр НАН КР,
Кыргызская Республика, г. Бишкек*

BASICS OF POLARIZATION-ACOUSTIC METHOD OF ACTIVE STRESSES DETERMINATION IN ROCKS

Kushbakali Tazhibaev

*doctor of technical sciences, professor, head of the laboratory,
Institute of Geomechanics and development of bowels NAS KR,
Kyrgyz Republic, Bishkek*

Minajat Akmatalieva

*researcher, Institute of Geomechanics and development of bowels NAS KR,
Kyrgyz Republic, Bishkek*

Daniyar Tazhibaev

*candidate of technical sciences, head of the laboratory,
Institute of Geomechanics and development of bowels NAS KR,
Kyrgyz Republic, Bishkek*

Аннотация. На основе установленной закономерности изменений относительной величины скорости поперечной (сдвиговой) поляризованной волны от механического напряжения предложен метод определения напряжений в горных породах.

Abstract. Method of determining the stresses in the rocks on the basis of established regularity of relative value changes of the velocity of transverse (shear) polarized wave from the mechanical stresses is proposed.

Ключевые слова: горная порода; напряжения; поляризованная волна; волновой модуль напряжения; горная выработка.

Keywords: rock; stresses; polarized wave; the wave module of stress; mining output.

Определение напряжений, в том числе остаточных, в различных технических конструкциях, сооружениях, горных породах – одна из актуальных проблем механики твердых деформируемых материалов. Это связано с тем, что существующие методы (методы полной и частичной разгрузки, рентгенографического анализа, голографической интерферометрии, гидроразрыва, акустической эмиссии, магнитоупругости, фотоупругости и т.д.) определения напряжений трудоемки, имеют невысокую точность, и каждый метод имеет ограниченную область применения и недостатки. Например, метод рентгенографического анализа, хотя и имеет высокую точность, позволяет определять напряжения только вблизи поверхности из-за небольшой глубины проникновения рентгеновских лучей в твердые плотные материалы, а методы гидроразрыва и акустической эмиссии, применяемые в геомеханике, косвенные. При разработке месторождений полезных ископаемых подземным и открытым способом для выполнения инженерных расчетов устойчивости обнажений горных выработок различного назначения, размеров конструктивных элементов систем разработок, обеспечивающих минимальность потерь полезных ископаемых и безопасность ведения

горных работ необходимо оперативно и более точно определять напряжения в массиве горных пород.

В настоящее время наиболее актуальной проблемой является точное и надежное определение опасных в некоторых случаях остаточных напряжений в технических конструкциях, деталях механизмов и машин, в горных породах.

Опасность остаточных напряжений состоит в том, что они не проявляются длительное время и не представляют опасность до тех пор пока не будет нарушено их равновесное состояние. При нарушении равновесия остаточных напряжений высокого уровня они обуславливают внезапное динамическое, взрывоподобное разрушение конструкций, горных пород (горные удары). Эти остаточные напряжения можно определять с помощью предложенного поляризационно-акустического метода.

В результате экспериментальных исследований скорости распространения поляризованных волн при разных напряженных состояниях, нами была установлена закономерность изменения относительной величины скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой (поперечной) волны в зависимости от механического напряжения в твердых материалах. Установленная закономерность заключается в том, что изменение механического напряжения в твердых материалах, в том числе в горных породах, приводит к пропорциональному, в зависимости от величины установленной новой характеристики твердого материала – волнового модуля напряжения (название наше) – K , изменению относительной величины скорости распространения ультразвуковой поперечной поляризованной волны в направлении перпендикулярном к направлению действия напряжения [3,4]. Знак и величина напряжений в твердых материалах по определенным направлениям для определенной базы измерения определяются на основе формул, отражающих данную закономерность.

Сущность предлагаемого метода заключается в определении механических напряжений в зависимости от изменения относительной величины скорости поперечной поляризованной волны с учетом волнового модуля напряжения данной горной породы. Действующее в породном массиве напряжение определяется путем создания параллельных плоских поверхностей в горной выработке и прозвучивания промежутка поверхностей, измерения скорости распространения поляризованной поперечной ультразвуковой волны (рис.1) [5].

Как видно из рис.1. для измерения напряжений в массиве горных пород в горной выработке 1 создаются две параллельные плоские щели 2, затем с помощью воздушной подушки 3 к поверхностям

щелей прижимаются преобразователи (излучатель и приемник поляризованной сдвиговой волны), которые подключены к ультразвуковому прибору типа УК-10ПМ. С помощью преобразователей определяется время прохождения поляризованной сдвиговой волны через заданную базу измерения и затем рассчитывается скорость распространения поперечной (сдвиговой) поляризованной волны в массиве горных пород. Также необходимо определить волновой модуль напряжения горной породы путем изготовления и прозвучивания поляризованной поперечной волной призматического образца отобранного из исследуемого участка массива при различных уровнях напряжения. В конечном итоге, исходя из данных скоростей распространения волн для не напряженного и напряженного состояния, а также величины волнового модуля по установленным формулам определяются напряжения по заданному направлению [4].

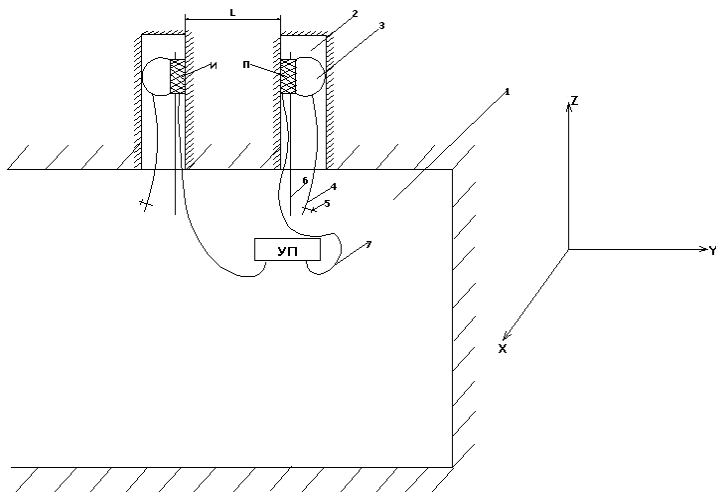


Рисунок 1. Схема измерения действующих напряжений в массиве горных пород: 1- горизонтальная горная выработка; 2- щель; 3- воздушная подушка; 4- шланг; 5- вентиль; 6- досылник; 7- электропровод; И - излучатель поляризованной сдвиговой волны; П – приемник поляризованной сдвиговой волны; УП – ультразвуковой прибор; L – база измерения.

При необходимости контроля напряжения в массиве горных пород измерение скорости распространения ультразвуковой

поляризованной волны проводится многократно через определенный интервал времени для постоянной базы прозвучивания.

С целью приспособления плоских преобразователей ультразвуковых волн для измерения напряжений между параллельными скважинами (шпурами) нами разработаны и усовершенствованы конструкции преобразователей сдвиговых волн и контактным поверхностям преобразователей придана цилиндрическая форма.

Ниже, в качестве примера, приводятся результаты сравнения значений фактического действующего напряжения σ_z , определяемых прямыми экспериментальными измерениями нагружающего устройства (силоизмеритель гидравлического пресса), со значениями действующего напряжения полученными по предлагаемому методу для разных горных пород в условиях их внешнего нагружения (рисунки 2 и 3). В данных случаях в призматических образцах разных горных пород и технических материалов, путем статического одноосного сжатия формировались напряжения сжатия разного уровня и эти напряжения определялись с применением ультразвуковой поляризованной поперечной волны.

Как видно из этих рисунков, значения действующего напряжения, полученные по формуле 1 (поляризационно-акустическому методу), хорошо согласуются со значениями напряжений определенных путем прямых измерений по силоизмерителю пресса.

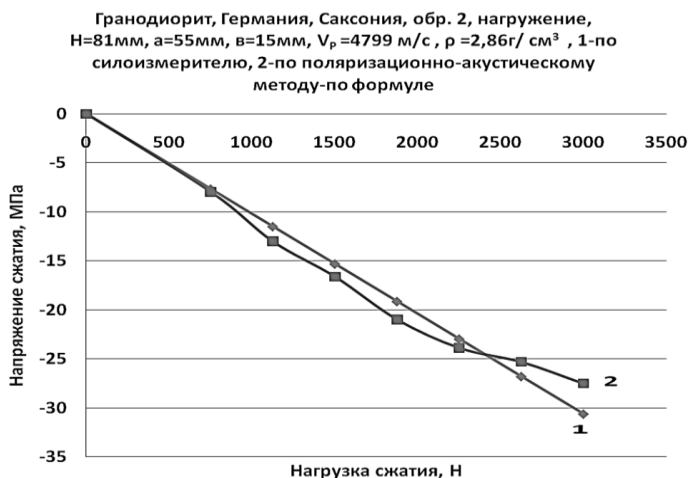


Рисунок 2. Графики вертикальной компоненты действующего напряжения σ_z (1 - по силоизмерителю, 2 - по формуле 1, нагружение, гранодиорит, Германия, Саксония, образец 2)

Мрамор, Токтогул, призма, Н=98мм, а=48мм, в=20мм,
предварительно нагруженный до 952 кгс,нагружение,
1-по силоизмерителю, 2-по
поляризационно-акустическому методу-по формуле

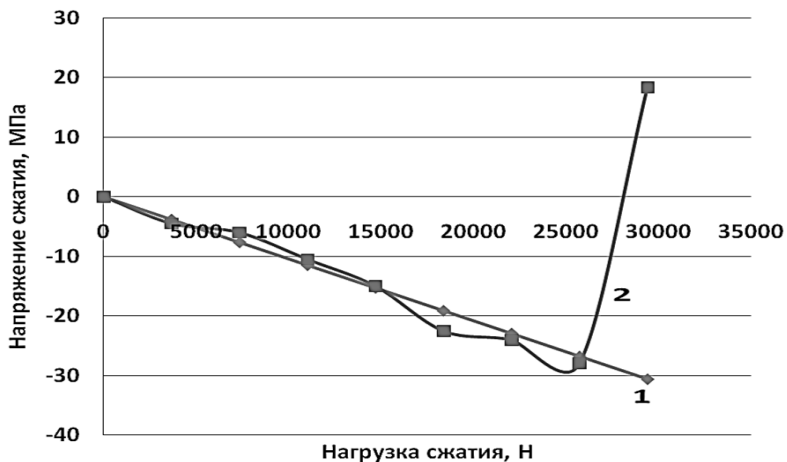


Рисунок 3. Графики вертикальной компоненты действующего напряжения σ_z (1 - по силоизмерителю, 2 - по формуле 1, нагружение, $\sigma_{сж} = 30,66$ МПа, среднезернистый мрамор, Токтогул)

Из рисунка 3 видно, что в момент трещинообразования в конце нагружения резко изменяется напряжение, которое фиксируется предлагаемым поляризационно-акустическим методом.

В пределах упругости имеется хорошая согласованность значений напряжений определяемых по силоизмерителю прессы и с помощью акустического метода для многих горных пород и технических материалов, причем и для случаев разгрузки.

Следует отметить, что определение напряжений, в том числе и остаточных, поляризационно-акустическим методом, стало возможным благодаря основополагающим результатам исследований Ф.Ф. Горбачевича, разработавшего преобразователи сдвиговых волн и акустополярископ [1,2].

В заключении можно отметить, что предложенный поляризационно-акустический метод позволяет оперативно и более точно определять напряжения в твердых материалах, в том числе горных породах, при известных значениях волнового модуля напряжения изучаемого материала. Необходимо также отметить, что

по данному методу определяются средние значения напряжений для определенной представительной базы измерения по заданному направлению.

Список литературы:

1. Горбачевич Ф.Ф. Акустополарископия породообразующих минералов и кристаллических пород. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2002. –140 с.
2. Горбачевич Ф.Ф. Акустополаризационные измерения характеристик анизотропии горных пород. – Апатиты: Кольский Научный Центр РАН, 1985. –30 с.
3. Тажибаев К.Т. Закон изменения скорости прохождения поляризованной поперечной ультразвуковой волны от напряжения в твердых материалах и его применение // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2011г., том 11, №11, г. Бишкек. – С. 151-156.
4. Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Акматалиева М.С. Закономерность изменения относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от механического напряжения в твердых материалах (закон Кушбакали) /Диплом № 453 на научное открытие от 3 октября 2013 года, г. Москва. Международная академия авторов научных открытий и изобретений, Российская академия естественных наук // Научные открытия - 2013. Сборник кратких описаний. – М.РАЕН, 2014 г. – С. 48-50.
5. Тажибаев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.К. Способ определения остаточных и действующих напряжений в твердых материалах / Патент Кыргызской Республики: № 1826, зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Кыргызской Республики 29.01.2016 г.

2.2. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА ФИЛЬТРАЦИЮ ЖИДКОСТИ ИЗ СУСПЕНЗИИ

Аманбаев Тулеген Рахманович

*д-р физ.-мат. наук, профессор, Институт математики
и математического моделирования,
Казахстан, Алматы*

Оналбаева Шолпанай

*магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
Казахстан, Шымкент*

INFLUENCE OF SEDIMENT FORMATION PROCESS ON THE LIQUID FILTRATION FROM SUSPENSION

Tulegen Amanbaev

*doctor of physical and mathematical sciences, Professor,
Institute of mathematics and mathematical modeling,
Kazakhstan, Almaty*

Sholpanay Onalbaeva

*Undergraduate, South Kazakh State University,
Kazakhstan, Shymkent*

Аннотация. Исследовано влияние седиментации дисперсной фазы и осадкообразования на процесс фильтрации жидкости из суспензии. Для описания поведения суспензии вне осадка используется система уравнений двухфазной смеси, а для описания движения жидкости через пористый слой осадка применяется уравнение фильтрации, основанное на законе Дарси. Анализируются формулы для движения межфазных поверхностей и характерных времен седиментации дисперсной фазы и фильтрации жидкости.

Abstract. The influence of the dispersed phase sedimentation and precipitation formation on the liquid filtration process from suspension is

investigated. To describe the dynamics of a suspension uses a system of two-phase mixture equations, and for the description of fluid motion through the porous layer of sediment is applied the filtering equation based on Darcy's law. Formulas for laws of motions of interfacial surfaces, characteristic times of sedimentation and filtration are analyzed.

Ключевые слова: суспензия; седиментация; фильтрация.

Keywords: suspension; sedimentation; filtration.

Во многих практических задачах требуется изучить фильтрацию жидкости из суспензии через пористый осадок [1–3]. Целью данной работы является изучение взаимного влияния процессов фильтрации жидкости, седиментации частиц и осадкообразования.

Под действием силы тяжести частицы в суспензии осаждаются. При этом происходит разделение фаз дисперсной смеси: на верхней части сосуда накапливается чистая жидкость, а внизу – осадок, высота которого со временем растет по мере осаждения частиц. Слой осадка примем как однородную пористую среду. Задачу рассмотрим в одномерной постановке. Параметры жидкой и дисперсной фаз отмечены нижними индексами 1 и 2 соответственно.

Для описания поведения суспензии вне пористого осадка используем систему уравнений одномерного безынерционного движения двухфазной смеси [1]. Скорость фильтрации жидкости определяется по формуле (закон Дарси) [4]

$$u = -C \operatorname{grad} H, \quad C = k \rho_1^* g / \mu. \quad (1)$$

Здесь H – гидродинамический напор;

C – коэффициент фильтрации;

k – проницаемость пористой среды.

Из уравнений движения можно определить отдельно скорости жидкой и дисперсной фаз суспензии

$$v_1 = u + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} w, \quad v_2 = u - w, \quad w = \frac{\alpha_1(-w^*)}{\psi(\alpha_2)}, \quad (u \leq 0). \quad (2)$$

Для скорости перемещения поверхности осадка имеем следующую формулу

$$D_{sd} = \frac{\alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_{2*}} v_2 = -\frac{\alpha_2}{\alpha_{2*} - \alpha_2} (u - w), \quad (3)$$

где α_{2*} – объемная концентрация частиц в осадке.

Используя полученные формулы для скоростей перемещения поверхностей чистой жидкости, суспензии и осадка можно составить уравнения, описывающие изменение положений поверхностей раздела h , h_s , h_{sd} во времени [5]

$$\frac{dh}{dt} = U(h, h_s, h_{sd}), \quad \frac{dh_s}{dt} = V_s(h, h_s, h_{sd}), \quad \frac{dh_{sd}}{dt} = V_{sd}(h, h_s, h_{sd}), \quad (4)$$

$$U = \begin{cases} u, & 0 < t \leq t_{**}, \\ -C, & t_{**} < t \leq T, \end{cases} \quad V_s = \begin{cases} v_2, & 0 < t \leq t_*, \\ 0, & t > t_*, \end{cases} \quad V_{sd} = \begin{cases} D_{sd}, & 0 < t \leq t_*, \\ 0, & t > t_*. \end{cases}$$

Здесь t_* , t_{**} – характерные времена полного осаждения частиц дисперсной фазы в осадок и фильтрации, причем $t_* < t_{**}$ (определяются согласно условиям $h_s = h_{sd} \equiv h_{sd*}$ и $h = h_{sd*}$ соответственно), T – время полного вытекания жидкой фазы суспензии, включая время истечения жидкости из пористого осадка (устанавливается исходя из условия $h=0$). Для напора H поставим следующие граничные условия. При этом ввиду достаточно малой скорости движения жидкости давление на поверхности осадка примем равным гидростатическому давлению, а на дне сосуда – равным нулю. С учетом граничных условий распределения скорости фильтрации и давления вдоль осадка запишутся в формах

$$u = -C \operatorname{grad} H = -Ca, \quad p = (a-1)\rho_1^* gz. \quad (5)$$

Важно отметить, что величина H зависит не только от координаты, но и от времени (неявно), поскольку координаты поверхностей раздела, на которых ставятся граничные условия для H , меняются со временем. Нестационарность задачи в этом случае неявно проявляется через граничные условия. При $h \rightarrow h_{sd}$ величина скорости фильтрации приближенно равна C .

С учетом принятых начальных условий из системы (4) следуют два соотношения, связывающие координаты поверхностей раздела

$$h_s = h - \gamma_2 t, \quad h_{sd} = \lambda(h_0 - h_s) + h_{sd0}, \quad (6)$$

$$\gamma_2 = \frac{\alpha_1(-w_0)}{\psi(\alpha_2)}, \quad \gamma_3 = \frac{\alpha_{2*}}{\alpha_{2*} - \alpha_2}, \quad \lambda = \gamma_3 - 1 = \frac{\alpha_2}{\alpha_{2*} - \alpha_2},$$

где h_0 , h_{sd0} – высота суспензии и толщина осадка в начальный момент времени. Таким образом, задача сводится к определению закона изменения координаты одной из поверхностей раздела, например, поверхности чистой жидкости h (положения остальных поверхностей определяются исходя из (6)). Из второго соотношения (6) нетрудно получить формулу для толщины осадка, образуемого после полного осаждения дисперсной фазы (когда $h_s = h_{sd} \equiv h_{sd*}$)

$$h_{sd*} = \frac{\alpha_2}{\alpha_{2*}} h_0 + \left(1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_{2*}}\right) h_{sd0} = \frac{\alpha_2}{\alpha_{2*}} (h_0 - h_{sd0}) + h_{sd0}. \quad (7)$$

Соотношения (6) также позволяют определить координату поверхности чистой жидкости в момент полного осаждения частиц в осадок

$$h_* = h_{sd*} + \gamma_2 t_*. \quad (8)$$

Полученные соотношения можно использовать для экспериментального определения значения коэффициента γ_2 , для этого достаточно только одного измерения высоты чистой жидкости над суспензией в некоторый, вообще говоря, произвольный момент времени $t \leq t_*$. Зная экспериментальное значение коэффициента γ_2 можно вычислить объемную концентрацию дисперсной фазы в изучаемой суспензии α_2 при известном значении скорости осаждения одиночной частицы w_0 (или величину скорости осаждения w_0 при известном значении α_2).

В случае отсутствия фильтрации ($C=0$) соотношения (6) примут вид

$$h = h_0, \quad h_s = h_0 - \gamma_2 t, \quad h_{sd} = h_{sd0} + \lambda \gamma_2 t. \quad (9)$$

Видно, что в этом случае координаты поверхностей раздела между чистой жидкостью, суспензией и осадком меняются в

зависимости от времени по линейному закону. При этом формула для времени полного осаждения частиц t_* (когда $h_s = h_{sd}$) имеет вид

$$t_* = (1 - \bar{\alpha}_2) \frac{h_0 - h_{sd0}}{\gamma_2} = \frac{1}{\gamma_2} (h_0 - h_{sd*}) = (1 - \bar{\alpha}_2) \frac{\psi(\alpha_2) \left(\frac{h_0 - h_{sd0}}{-w_0} \right)}{1 - \alpha_2}, \quad (10)$$

или в безразмерных величинах

$$\bar{t}_* = \frac{-w_0}{h_0 - h_{sd0}} t_* = \frac{1 - \bar{\alpha}_2}{1 - \alpha_2} \psi(\alpha_2). \quad (11)$$

Видно, что при $\alpha_2 \rightarrow 0$ время $\bar{t}_* \rightarrow 1$, т.е. стремится к времени осаждения одиночной частицы в чистой жидкости, а при $\alpha_2 \rightarrow \alpha_{2*}$ имеем $\bar{t}_* \rightarrow 0$. Отметим, что множитель $1 - \bar{\alpha}_2$ в (10) отвечает уменьшению времени осаждения дисперсной фазы из-за эффекта повышения высоты осадка (за счет накопления седиментирующих частиц), а величина $1 - \alpha_2$ в знаменателе ответственна за тормозящее влияние движения жидкости вверх на осаждающиеся частицы.

В случае $\rho_2 = \rho_1$ имеем $h_s = h$, $h_{sd} = \lambda(h_0 - h) + h_{sd0}$, а уравнение для h примет вид

$$\frac{dh}{dt} = -C \frac{h}{\lambda(h_0 - h) + h_{sd0}}. \quad (12)$$

Решение этого уравнения можно выразить в неявной форме

$$\bar{t} = \lambda(\bar{h} - 1) - \phi \ln \bar{h}, \quad (13)$$

$$\phi = \bar{h}_{sd0} + \lambda = \frac{\bar{h}_{sd*}}{1 - \bar{\alpha}_2}, \quad \lambda = \frac{\bar{\alpha}_2}{1 - \bar{\alpha}_2}, \quad \bar{\alpha}_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_{2*}}, \quad \bar{t} = \frac{C}{h_0} t$$

Время полного истечения суспензии через слой осадка (когда $h = h_{sd} = h_{sd*}$) в этом случае определяется как

$$\bar{t}_* = \bar{t}_{**} = \lambda(\bar{h}_{sd*} - 1) - \phi \ln \bar{h}_{sd*} = \bar{\alpha}_2(\bar{h}_{sd0} - 1) - \phi \ln \bar{h}_{sd*}, \quad (14)$$

$$\bar{h}_{sd*} = h_{sd*} / h_0 = \bar{\alpha}_2 + (1 - \bar{\alpha}_2) \bar{h}_{sd0}.$$

Из (14) можно получить несколько приближенных формул. Например, когда начальная высота осадка достаточно мала ($\bar{h}_{sd0} \ll \bar{\alpha}_2 < 1$), и им можно пренебречь из (14) получим следующую приближенную формулу

$$\bar{t}_{**} \cong -\bar{\alpha}_2 \left(1 + \frac{1}{1-\bar{\alpha}_2} \ln \bar{\alpha}_2 \right). \quad (15)$$

Зависимость (15) ведет себя немонотонно. Максимальное значение, равное $\bar{t}_{**}^{\max} \cong 0.2162$ она принимает при значении объемной концентрации частиц в суспензии $\bar{\alpha}_2^{\max} \cong 0.3162$.

Анализ зависимости $\bar{t}_{**}(\bar{h}_{sd0})$, вытекающей из (14) при фиксированном $\bar{\alpha}_2$ показал, что она меняется немонотонно и проходит через максимум, причем

$$\bar{t}_{**}^{\max} = \bar{h}_{sd0}^{\max} = \frac{e^{\bar{\alpha}_2 - 1} - \bar{\alpha}_2}{1 - \bar{\alpha}_2}. \quad (16)$$

В целом, формула для общего времени фильтрации суспензии, в течение которого поверхность жидкости из-за фильтрации достигает верхней границы осадка (т.е. выполнится условие $h = h_{sd*}$) имеет вид

$$t_F = t_* + \frac{1}{\theta} \ln \left(\frac{h_*}{h_{sd*}} \right) = t_* + \frac{1}{\theta} \ln \left(1 + \frac{wt_*}{h_{sd*}} \right) = \frac{h_{sd*}}{w} \left(\frac{h_*}{h_{sd*}} - 1 \right) + \frac{1}{\theta} \ln \left(\frac{h_*}{h_{sd*}} \right). \quad (17)$$

Полученная формула позволяет вычислить время полной фильтрации суспензии t_F через время полного осаждения дисперсной фазы t_* (или через величину h_*).

Список литературы:

1. Нигматулин, Р.И. Динамика многофазных сред. В 2-х частях / Р.И. Нигматулин. – М.: Наука, 1987.
2. Слинко М.Г. Эволюция, цели и задачи химической технологии / М.Г. Слинко // Теорет. основы хим. технологии.–Т.37,№5.–С. 451-460.
3. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий / В.А. Жужиков. – М.: Химия, 1971. –256 с.

4. Sahimi M., Imdakm A. Hydrodynamics of particulate motion in porous media /M. Sahimi, A. Imdakm//Phys. Rev. Lett.–1991.–V.60, № 9. –P. 1169-1178.
5. Amanbaev T.R. Dynamics of a Suspension in the Presence of Liquid Filtration, Disperse Phase Sedimentation, and Precipitate Formation Processes // Theor. Found. Chem. Eng. – 2016. –V. 50, № 3. –P. 303–315.

РАЗДЕЛ 3.

ФИЗИКА

3.1. ОПТИКА

ОПТИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНОГО АТОМНОГО СОСТОЯНИЯ $CD(5^3P_2)$, ИНДУЦИРОВАННОЕ СТОЛКНОВЕНИЯМИ С АТОМАМИ КРИПТОНА

Алексеева Ольга Сергеевна

*канд. физ.-мат. наук, доцент, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Девдариани Александр Зурабович

*д-р физ.-мат. наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Загребин Андрей Лаврентьевич

*канд. физ.-мат. наук, доцент, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Леднев Михаил Георгиевич

*канд. физ.-мат. наук, доцент, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
РФ, г. Санкт-Петербург*

THE OPTICAL EXCITATION OF THE METASTABLE ATOMIC STATE $CD(5^3P_2)$, INDUCED BY THE INTERACTION WITH KR AND AR ATOMS

Olga Alekseeva

*candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
BSTU "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,
Russia, St. Petersburg*

Alexander Devdariani*doctor of science, professor, St. Petersburg State University,
Russia, St. Petersburg***Andrey Zagrebin***candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
BSTU "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,
Russia, St. Petersburg***Mikhail Lednev***candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
BSTU "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,
Russia, St. Petersburg*

Аннотация. Рассматривается оптическое возбуждение метастабильного состояния 3P_2 атомов кадмия, обусловленное столкновениями с невозбужденными атомами криптона. Квазимолекулярные спектры поглощения вычисляются в квазистатическом приближении. Основой для вычисления спектров служат полуэмпирические потенциалы взаимодействия и вероятности квазимолекулярных переходов, восстановленные из экспериментальных данных о потенциальных кривых для излучающих состояний. Процедура восстановления основана на применении метода эффективного гамильтониана и полуэмпирического метода анализа квазимолекулярных термов.

Abstract. The processes of the optical excitation of the metastable 3P_2 state of Cd atoms, induced by the interaction with rare gas atoms (Kr) in their ground states are under consideration. The spectral distributions have been obtained in the quasistatic approach with the use of the calculated interaction potential curves for the excited metastable states and the probabilities of the quasimolecular transitions. In these calculations the available experimental data on the interaction potential curves for the resonance states and the method of the effective Hamiltonian with the semiempirical method of the quasimolecular term analysis have been used.

Ключевые слова: оптическое возбуждение; метастабильные состояния; квазимолекулярное поглощение.

Keywords: optical excitation; metastable states; quasimolecular absorption.

Прямое оптическое заселение низколежащих метастабильных атомных состояний в газовой фазе запрещено правилами отбора. Заселение таких состояний возможно, например, в результате оптического возбуждения вышележащих состояний и последующих каскадных радиационных переходов. В условиях газового разряда возможно и прямое заселение электронным ударом, но основными каналами заселения метастабильных состояний являются радиационные переходы из вышележащих состояний, которые в свою очередь заселяются электронным ударом или в результате рекомбинационного потока. В данной работе рассматривается возможность прямого оптического возбуждения долгоживущих атомных состояний в газовых смесях в результате квазимолекулярного поглощения при атомных столкновениях. В качестве конкретного примера выбран процесс оптического возбуждения метастабильного состояния атома кадмия при столкновениях с атомами криптона.

Прямое оптическое возбуждение метастабильного состояния $\text{Cd}(5^3\text{P}_2)$ в смесях паров кадмия с инертными газами обусловлено снятием запрета на радиационный переход межатомным взаимодействием в ходе столкновения. Поэтому для расчета оптических характеристик, в частности спектрального распределения коэффициента поглощения вблизи запрещенной атомной линии $\text{Cd}(5^1\text{S}_0 - 5^3\text{P}_2)$ в газовой смеси, необходима детальная информация о потенциалах взаимодействия атомов в возбужденных и основном состояниях и дипольных моментах квазимолекулярных радиационных переходов. Совместное применение метода эффективного гамильтониана и полуэмпирического метода анализа квазимолекулярных термов [1-4] позволяет из имеющихся экспериментальных данных [5, 7] по потенциалам взаимодействия в четырех излучающих ($1(1^3\text{P}_1)$ и $0^+(1^3\text{P}_1)$) состояниях восстановить потенциалы взаимодействия в остальных неизлучающих ($0^-(3\text{P}_{0,2})$, $1(3\text{P}_2)$ и $2(3\text{P}_2)$) квазимолекулярных состояниях. Кроме того, в процессе диагонализации матрицы эффективного гамильтониана возможно также определение зависимости от межатомного расстояния коэффициентов, определяющих степень перемешивания межатомным взаимодействием волновых функций излучающих и неизлучающих состояний. Именно эти коэффициенты и определяют в конечном итоге вероятность квазимолекулярных переходов вблизи запрещенной атомной линии $\text{Cd}(5^1\text{S}_0 - 5^3\text{P}_2)$.

На рисунке 1 для квазимолекулы $\text{Cd}+\text{Kr}$ на верхней панели представлены результаты вычислений потенциала взаимодействия U^* в возбужденном состоянии ($1(3\text{P}_2)$), а также потенциал взаимодействия

U_0 в основном состоянии и разностный потенциал $\Delta U = U^* - U_0$. Для основного состояния был взят потенциал, полученный в работе [7]. На нижней панели приводится результат расчета приведенной вероятности квазимолекулярного перехода $\gamma(1(^3P_2), R)$ в логарифмическом масштабе. Приведенная вероятность $\gamma(1(^3P_2), R)$ представляет собой отношение квадратов дипольных моментов квазимолекулярного $1(^3P_2) - 0^+(^1S_0)$ и атомного $^3P_1 - ^1S_0$ переходов.

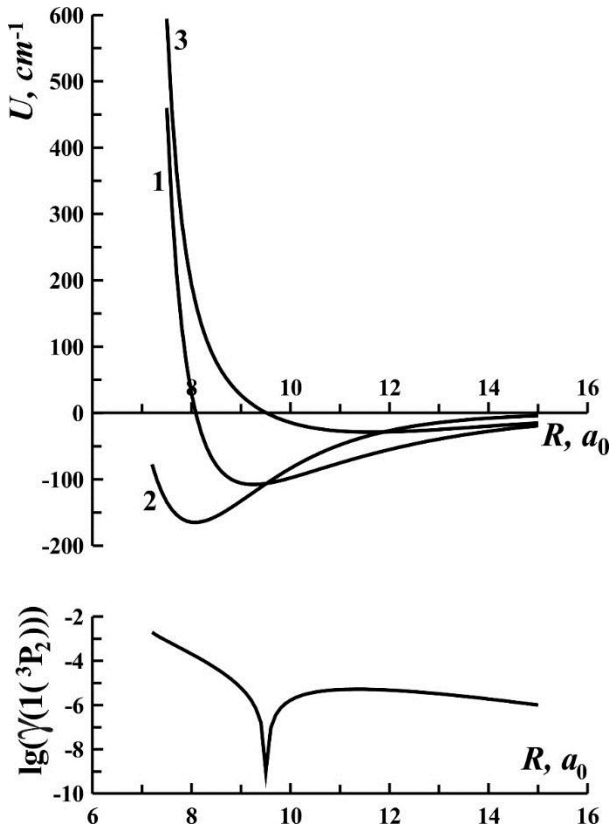


Рисунок 1. Потенциалы взаимодействия U^* (кривая 1), U_0 (кривая 2), разностный потенциал ΔU (кривая 3), а также приведенная вероятность перехода $\gamma(1(^3P_2))$.

Как видно из рисунка 1, благодаря сильной зависимости вероятности радиационного перехода от межатомного расстояния,

квазимолекулярное поглощение вблизи запрещенной атомной линии Cd($5^1S_0 - 5^3P_2$) в рассматриваемой газовой смеси Cd+Kr обуславливается главным образом процессом



и приводит преимущественно к заселению долгоживущего атомного состояния Cd(5^3P_2). Наиболее эффективно процесс идет в коротковолновой по отношению к запрещенной линии области спектра. Соответствующие спектральные распределения коэффициента поглощения $K_{\text{abs}}(T, \hbar\Delta\omega)$ (где $\Delta\omega$ – сдвиг частоты относительно запрещенной атомной линии) для смеси Cd+Kr были вычислены для температур $T = 300$ К и $T = 700$ К в рамках квазистатического приближения [6]. Результаты вычислений представлены на рисунке 2.

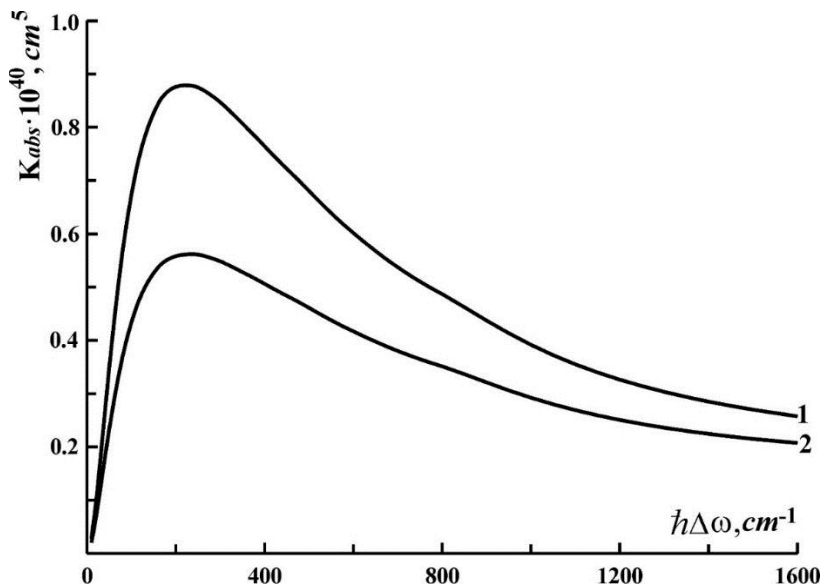


Рисунок 2. Спектральные распределения коэффициента поглощения вблизи запрещенной атомной линии Cd($5^1S_0 - 5^3P_2$) для смеси Cd+Kr при $T = 300$ К (кривая 1) и $T = 700$ К (кривая 2)

Как следует из рисунка 2 квазимолекулярный спектр поглощения представляет собой сплошную полосу. С ростом температуры

положение максимума континуума медленно сдвигается в коротковолновую область, одновременно с этим наблюдается уменьшение его абсолютной величины, а также уширение полосы поглощения.

Список литературы:

1. Алексеева О.С., Девдариани А.З., Загребин А.Л., Леднев М.Г. Радиационные времена жизни состояний $v' 1(^3P_2)$ молекул HgAr, HgKr, HgXe и вероятности $A(v', v'')$ переходов $v'1(^3P_2)-v''0(^1S_0)$. Химическая физика. – 2011. т. 30. № 11.
2. Загребин А.Л., Леднев М.Г. Полуэмпирические потенциалы взаимодействия метастабильных атомов Hg($6\ ^3P_{0,2}$) с атомами инертных газов. Оптика и спектроскопия. – 1995. т. 78. № 2.
3. Загребин А.Л., Леднев М.Г. Полуэмпирические вероятности радиационных квазимолекулярных переходов $Hg(6\ ^3P_{0,2}) + X(^1S_0) \rightarrow Hg(6\ ^1S_0) + X(^1S_0) + \hbar\omega$, $X = He, Ne, Ar, Kr, Xe$. Оптика и спектроскопия. – 1995. т. 78. № 5.
4. Devdariani A.Z., Zagrebin A.L., Blagoev K.B. Interactions of noble gas atoms. Processes due to elastic scattering. Annales de Physique. – 1989. v. 14. № 5.
5. Funk D.J., Kvaran A., Breckenridge W.H. Spectroscopic characterization of the lowest singlet states of CdNe, CdAr, and CdKr. The Journal of Chemical Physics. – 1989. v. 90. № 6.
6. Gallagher A. Metal vapor excimers (in Excimer Lasers) / ed. Ch.K. Rhodes. Topics in Applied Physics. – Springer, Berlin, Heidelberg. 1984. V. 30.
7. Koperski J., Łukowski M., Czajkowski M. Laser spectroscopy of CdKr molecules in ultraviolet region. Spectrochimica Acta Part A. – 2002. v. 58.

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Сборник статей по материалам II международной заочной
научно-практической конференции*

№ 1 (2)
Январь 2017 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 23.01.17. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,5. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213
E-mail: tech@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленного оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISBN - 978-5-00021-094-9



9 785000 210949