

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**ВОПРОСЫ
НАУКИ И ТЕХНИКИ**

Часть II

Новосибирск, 2012 г.

УДК 62
ББК 30
В 74

Рецензент — кандидат физико-математических наук, Зеленская Татьяна Евгеньевна, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)

В 74 «Вопросы науки и техники»: материалы международной заочной научно-практической конференции. Часть II. (16 января 2012 г.) — Новосибирск: Изд. «ЭКОР-книга», 2012. — 136 с.

ISBN 978-5-8561-8250-6

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Вопросы науки и техники» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных технических наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям в области прикладной науки и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития технических наук.

ББК 30

ISBN 978-5-8561-8250-6

Оглавление

Секция 9. Metallургия и материаловедение	7
АНАЛИЗ УЧАСТКОВ ГАЗОПРОВОДОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОРРОЗИОННОМУ РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ Быкова Анна Евгеньевна Велиюлин Ибрагим Ибрагимович Коростелев Алексей Борисович Волгина Наталья Ивановна	7
МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ Воробьев Яков Владимирович Горошевский Валериян Павлович Волгина Наталья Ивановна	13
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА В МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК В СРЕДЕ MATLAB Воронин Станислав Сергеевич Давыдкин Максим Николаевич	18
Секция 10. Химическая технология	24
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ СИНТЕЗА ФОТОЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКРИСТАЛЛОВ ГАЛОГЕНИДОВ СЕРЕБРА С СУЩЕСТВЕННО УЛУЧШЕННЫМИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМИ И СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ Гарифзянов Айрат Ризванович Захаров Юрий Анатольевич Климовицкий Александр Евгеньевич Никитин Сергей Иванович Штырлин Юрий Григорьевич Гневашев Сергей Геннадиевич, Голубев Андрей Николаевич, Мумджи Иван Энверович, Шарафиев Тенгиз Рашитович, Бадеев Юрий Владимирович Андреанов Владимир Петрович Бреслав Юрий Абрамови Латинский Евгений Евгеньевич, Самков Евгений Леонидович, Сардушкина Гузель Мударисовна, Хамзин Рустем Леруллович, Хаятов Булат Габдуллович	24

ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕРАПАМИЛА В СУДЕБНО- ХИМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ Кормишин Василий Алексеевич Воронин Александр Васильевич Шаталаев Иван Федорович	31
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ CU^{2+} НА ИОНИТЕ DUOLITE C-467 Мамедова Малахат Таги кызы Аббасов Алиаддин Дайян оглу Мамедова Физза Садиг кызы Джафарли Махнур Мохсун кызы	36
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОБООТБОРА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РТУТИ С ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЛЮМИНОФОРОВ ЛАМП Новоселова Елена Александровна Колесников Сергей Васильевич	41
МЕТОДЫ АКТИВИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА Такаева Мадина Атлаевна Пивоварова Надежда Анатольевна	44
ОСОБЕННОСТИ КОАГУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ШЛАМА БЕЛОГО ЦЕМЕНТА Черняк Лев Павлович Миронюк Алексей Владимирович Дорогань Наталия Александровна	49
Секция 11. Технология продовольственных продуктов	55
ИЗУЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМОДИФИЦИРОВАННОГО КОРНЯ ЛОПУХА В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ Масалова Наталья Владимировна Чеснокова Наталья Юрьевна Левочкина Людмила Владимировна	55

Секция 12. Технология материалов и изделий легкой промышленности	61
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФИГУР ДЕВУШЕК-ПОДРОСТКОВ Иващенко Мария Алексеевна Коробова Антонина Брониславовна	61
ТРИКОТАЖ ДЛЯ СТЕКЛО- И УГЛЕПЛАСТИКОВ Шленникова Ольга Александровна	66
Секция 13. Технология, машины и оборудование лесного хозяйства	71
ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА КРУГЛОПИЛЬНОГО СТАНКА Галашев Александр Николаевич Хвиюзов Михаил Андреевич Русинов Владимир Яковлевич	71
Секция 14. Транспорт	76
СИСТЕМА КАЧЕСТВА И ЕЁ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Мухаметдинова Лариса Мухаматзакиевна	76
СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН Турсунов Хуршид Махмуджанович	80
РАЗМЕТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШУМОВЫХ ПОЛОС Юшков Борис Семенович Юшков Владимир Сергеевич	85
Секция 15. Строительство и архитектура	89
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА Багдасарян Ирина Робертовна	89
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЗДАНИЯХ Георгиева Анета Йорданова	94

Секция 16. Безопасность жизнедеятельности человека **98**

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ИОНООБМЕННЫХ МИНЕРАЛОВ (ЦЕОЛИТОВ) УРАЛА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ **98**
Валиева Ирина Рафитовна
Нефедов Валентин Артемьевич

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ **105**
Гевлич Сергей Олегович
Гевлич Дмитрий Сергеевич
Полонский Яков Аркадьевич
Пегишева Светлана Алексеевна

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ НА УРАНОВОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «ЭЛЬКОН» **112**
Игнатъева Галина Андреевна
Степанов Валерий Егорович

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНЕ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ **118**
Муравьев Константин Александрович

Секция 17. Электроника **131**

БИОСТАБИЛЬНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ **131**
Галкин Владимир Павлович
Цыганок Борис Архипович

СЕКЦИЯ 9

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

АНАЛИЗ УЧАСТКОВ ГАЗОПРОВОДОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОРРОЗИОННОМУ РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

Быкова Анна Евгеньевна

аспирант МГВМИ, инженер, ОАО «Оргэнергогаз», г. Москва

Велиюлин Ибрагим Ибрагимович

д-р техн. наук, директор центра, ОАО «Оргэнергогаз», г. Москва

Коростелев Алексей Борисович

д-р техн. наук, проф., ректор МГВМИ, г. Москва

Волгина Наталья Ивановна

канд. техн. наук, зав. лабораторией металловедения ООО НТЦ

«Транскор-К», г. Москва

E-mail: nvolgina2008@rambler.ru

Основной причиной аварий магистральных газопроводов большого диаметра является коррозионное растрескивание под напряжением

Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) — разрушение металла при одновременном воздействии коррозионной среды и растягивающих напряжений. Этот вид разрушения возникает на поверхности труб и проявляется в виде трещин (рис. 1).

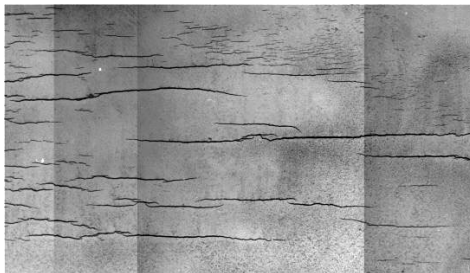


Рисунок 1. Фрагмент типичного стресс-коррозионного дефекта, состоящего из длинных не растравленных трещин

Трещины ориентированы в направлении, перпендикулярном направлению максимального растягивающего напряжения. Поскольку основной нагрузкой в газопроводе является внутреннее давление транспортируемого газа, большинство стресс-коррозионных трещин имеют продольную ориентацию, а берега покрыты продуктами коррозии. При разрыве труб характер разрушения неповрежденного металла под трещинами всегда вязкий.

Таким образом, ведущими факторами, влияющими на процесс коррозионного растрескивания, являются растягивающие напряжения. Кроме того, ведущими факторами в развитии КРН являются коррозионная среда трубы, состав и структура сплава, технология и качество формовки изготовления трубы, условия ее эксплуатации, защищенность поверхности металла трубы от коррозии.

Аварии приводят к необходимости снижения рабочего давления в газопроводах, что влияет на их пропускную способность и производительность системы. Сложившаяся ситуация поставила вопрос борьбы с КРН в ряд основных задач газотранспортной отрасли [3].

В настоящее время в системе магистральных газопроводов России эксплуатируются трубы из сталей, изготовленных в разные годы и по разным технологиям — нормализация, термоулучшение, контролируемая прокатка. К сталям первого поколения, изготовленным в 70-е годы, относится нормализованная сталь 17Г1С. Второе поколение трубных сталей (1970—1975 г. г.) включает в себя термоулучшенные стали 14Г2САФ и 17Г2СФ. Стали контролируемой прокатки, произведенные в 80-е годы, относятся к третьему поколению трубных сталей.

Значительная часть магистральных газопроводов диаметром 1420 мм, построенных в 80-е годы, изготовлены из одношовных и двухшовных труб.

В статье представлены результаты анализа участков газопроводов ООО «Газпром трансгаз Югорск», на которых было обнаружено

коррозионное растрескивание при обследовании внутритрубными снарядами в период с 2007 по 2011 г.г. Рассмотрен также вопрос влияния способа производства на зарождение и развитие стресс-коррозии на трубах большого диаметра.

Состояние металла на большинстве газопроводов большого диаметра (1020—1420 мм) оценивают по результатам обследований методом внутритрубной диагностики (ВТД). Наличие такой информации позволяет своевременно осуществлять ремонт и устранение опасных дефектов и поддерживать линейную часть в работоспособном состоянии, т. е. управлять ресурсом и надежностью трубопровода.

Процентное соотношение общего количества одношовных и двухшовных труб на участке, где с 2007—2011 г.г. проводилась ВТД, представлено на рис. 2.

Сравнение общего количества одношовных и двухшовных труб на рассматриваемом участке показало, что одношовных труб импортного производства находится в эксплуатации в 1,5 раза больше, чем двухшовных труб Харцызского производства.

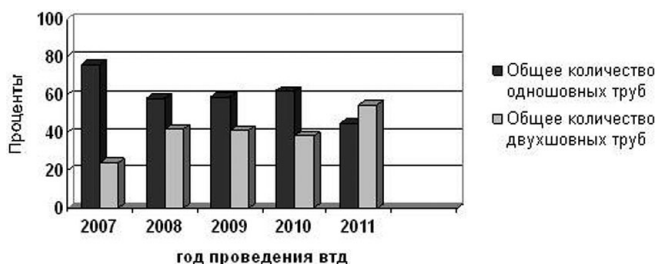


Рисунок 2. Сравнение количества одношовных и двухшовных труб

Сравнение труб по показателям КРН показало, что несмотря на то, что одношовных труб находится в эксплуатации больше, стресс-коррозионных трещин на них меньше, чем на двухшовных трубах.

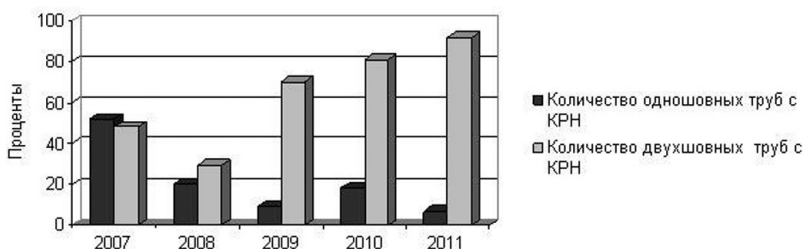


Рисунок 3. Соотношение количества одношовных и двухшовных труб с дефектами КРН

Таблица.

Количество труб, на которых выявлено КРН, по годам

Год проведения ВТД	Одношовные трубы	Двухшовные трубы
2007	В 1,1 раза больше	
2008		В 3,7 раза больше
2009		В 9,1 раз больше
2010		В 9,9 раз больше
2011		В 12,8 раз больше

Из рисунка 3 и из таблицы видно, что двухшовных труб подверженных стресс-коррозии значительно больше, чем одношовных, причем рост коррозии не уменьшается, а возрастает с годами эксплуатации.

Из приведенных данных следует, что повышенное число стресс-коррозионных дефектов на двухшовных трубах связано с особенностями технологии их производства.

Основными отличиями технологии производства одношовных и двухшовных труб являются особенности формовки [2]. При формовке заготовок для труб и подгибке кромок в непрерывных валковых станах на Харцызском трубном заводе (ХТЗ) возникает предрасположенность к растрескиванию труб в околосшовной зоне в виде продольно ориентированных рисок, царапин, зон растрескивания и аномальных пластических деформаций (рис. 4).



Рисунок 4. Прямолинейная стресс-коррозионная трещина, инициированная протяженной царапиной поверхности трубы диаметром 1420 мм производства ХТЗ

При формовке лист протягивается роликами, поэтому для обеспечения сцепления с ними лист формируется сухим и предварительно не очищается. Посторонние мелкие частицы (песок и

др.), попадающие между листом и роликами, вызывают большое число поверхностных продольно-ориентированных механических дефектов. На иностранных предприятиях лист формируется прессами, перед этим он отмывается и обрабатывается водно-масляной эмульсией. Направление движения листа при формовке определяет ориентацию поверхностных механических дефектов (царапин, рисок, задиrow).

При формовке в непрерывном валковом стане лист движется в продольном направлении по отношению к роликам, а на иностранных предприятиях — в кольцевом направлении по отношению к деталям прессов (рис. 5).

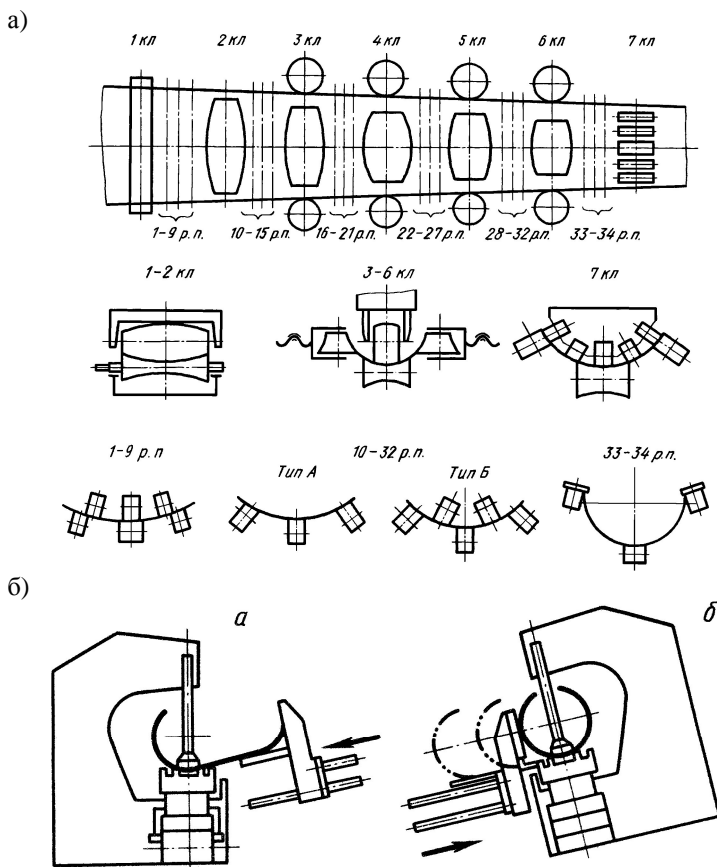


Рисунок 5. Схема непрерывной валковой формовки листов на ХТЗ (а) и на С-образных прессах зарубежного завода (б) [4]

Это подтверждает выводы авторов работ [1, 4] о том, что основное число очаговых стресс-коррозионных дефектов выявляется на трубах из стали контролируемой прокатки, изготовленных с применением формовки в непрерывных валковых станах Харцызского трубного завода, что связано с технологией формовки и сварки труб.

Заключение

Приведенные выше данные, а также анализ результатов обследования дефектных труб позволяет утверждать, что концентраторы напряжений и другие аномалии, инициирующие рост стресс-коррозионных трещин, возникают, как правило, в трубах на стадии их производства. Расположение и размеры указанных аномалий определяют расположение и длину стресс-коррозионных дефектов в случае попадания труб в условиях, благоприятные для развития КРН.

Таким образом, в условиях старения газотранспортной системы, протекания коррозионных процессов, снижающих эксплуатационную надежность газопроводов, для оптимизации финансовых и материальных затрат актуальным является выделение из общего числа участков, требующих первоочередного диагностирования, с целью выявления КРН и ремонта. Такими участками являются двухшовные трубы, изготовленные Харцызским трубным заводом, на которых необходимо в первую очередь проводить внутритрубную диагностику.

Список литературы:

1. Медведев В. Н., Тухбатуллин Ф. Г., Королев М. И., Волгина Н. И., Воробьев Я. В., Иванов В. С., Урусов В. С.. Влияние технологии производства труб на их предрасположенность к коррозионному растрескиванию под напряжением. М.: ИРЦ ГАЗПРОМ, 2007, 99 с.
2. Потапов И. Н., Коликов А. П., Данченко В. Н. и др. Технология производства труб. М.: Металлургия, 1994.— 528 с.
3. Ремизов В. В., Тухбатуллин Ф. Г., Королев М. И., Карпов С. В., Волгина Н. И., Салюков В. В. Коррозионное растрескивание труб под напряжением — основная причина аварий магистральных газопроводов. Газовая промышленность. Серия: Ремонт трубопроводов. Научно-технический сборник № 4. — М.: ИРЦ Газпром, 2001, с. 3—12.
4. Салюков В. В., Тухбатуллин Ф. Г., Колотовский А. Н., Митрохин М. Ю., Королев М. И., Волгина Н. И. Основные причины аварий магистральных газопроводов. //Ремонт, восстановление, модернизация. 2002, № 10, с. 12—14.

МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ

Воробьев Яков Владимирович

*аспирант МГВМИ, ст. научный сотрудник ООО НТЦ «Транскор-К»,
г. Москва*

Горошевский Валериан Павлович

*канд. техн. наук, технический директор ООО НТЦ «Транскор-К»,
г. Москва*

Волгина Наталья Ивановна

*канд. техн. наук, зав. лабораторией металлостроения ООО НТЦ
«Транскор-К», г. Москва
E-mail: nvolgina2008@rambler.ru*

Трубопроводный транспорт играет большую роль во многих отраслях промышленности. Трубопроводы и сосуды, работающие под давлением подвержены различным дефектам вследствие коррозионного износа, механических и электрических воздействий. Большинство трубопроводов изготавливаются из углеродистых и микролегированных сталей, которые являются ферромагнитными материалами.

Инновационным предложением по обеспечению безопасности эксплуатации пожароопасных объектов трубопроводного транспорта - особенно нефте- и газопроводов, не подлежащих внутритрубному инспектированию, является контроль напряженно-деформированного состояния металла. Согласно РД 102-008-2002 [3] без вскрытия грунта и удаления изоляционного покрытия обследовано свыше 12000 км подземных трубопроводов. В результате обоснован ремонт аварийно-опасных объектов России и зарубежных стран (Узбекистан, Белоруссия, Молдова, Украина, Хорватия, Аргентина, Колумбия, Бразилия, Мексика, Великобритания, Китай, Малайзия, Сирия, Саудовская Аравия, США и др.).

Метод магнитной томографии металла заключается в бесконтактном сканировании магнитного поля трубопровода с последующей интерпретацией полученных данных [1, 2]. Он позволяет выявлять области концентрации напряжений в металле трубопроводов, которые зачастую связаны с дефектами металла, в том числе с аномалиями микроструктуры, которые не могут быть выявлены другими методами неразрушающего контроля (рис. 1).

Другими словами, метод основан на аппаратно-программном выявлении местоположения дефектов металла – за счет регистрации изменения магнитной проницаемости при изменении напряжений под действием механических нагрузок или структурных изменений в металле трубопровода (деформация труб, внутренняя и наружная коррозия, провисы, оползневые нагрузки и т.п.). Эффективность выявления дефектов металла при этом сопоставима с аналогичным показателем внутритрубной дефектоскопии и составляет в среднем 75 %.

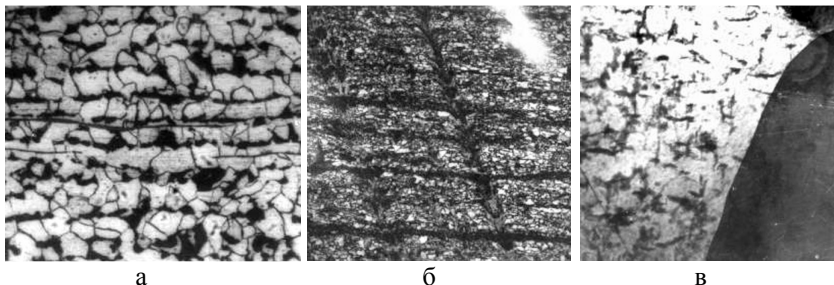


Рисунок 1. Примеры аномалий структурного состояния металла, не выявляемых традиционными методами неразрушающего контроля:

а) вытянутые неметаллические включения, x200; б) искажения структуры, связанные с локальной деформацией, x200; в) выделения на дислокациях, x2000

Напряжения в металле вызывают возникновение магнитомеханического эффекта (обратного магнитоstriction), а в зонах концентрации напряжений проявление указанного эффекта также неоднородно и приводит к неоднородным изменениям (аномалиям) внешнего магнитного поля трубопровода.

Для изучения связи напряжений, действующих в металле, проведен эксперимент с исследованием магнитного поля рассеяния стального трубопровода при различных величинах избыточного внутреннего давления. При этом данные магнитометрии сопоставлялись с результатами тензометрии, металлографического и рентгеноструктурного анализа, а также компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния. Были получены зависимости величины магнитной индукции от напряжения в металле трубопровода для различных точек окружающего пространства. Установлен линейный характер указанных зависимостей.

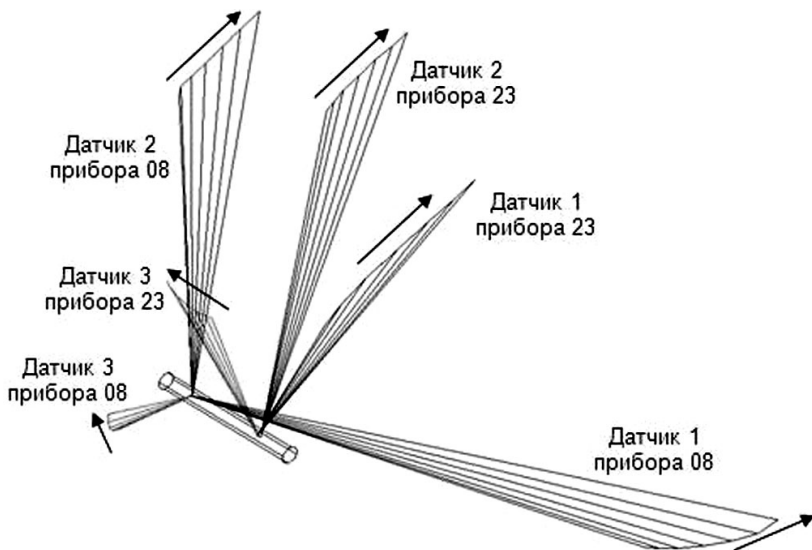


Рисунок 2. Изображения векторов магнитной индукции при различных величинах избыточного внутреннего давления в трубопроводе. Серии векторов построены в системах координат, привязанных к проекции положения соответствующего датчика на ось трубопровода. У концов векторов стрелками показана последовательность векторов при повышении внутреннего давления в трубопроводе.

После проведения исследований на стенде от экспериментального трубопровода были отобраны образцы. Образцы отбирали с целью обоснования применимости метода магнитной томографии для обследования нагруженных конструкций. Их отбирали от мест с наибольшими значениями магнитных аномалий, зафиксированных магнитометром СКИФ в процессе эксперимента на стенде, один образец отобран от трубы до проведения испытаний.

На основании представленных результатов и анализа литературных данных, исходили из того, что могут иметь место следующие этапы, существенно отличающиеся эволюцией напряженно-деформированного состояния стали в области очага разрушения:

- усталость;
- развитие докритической трещины;
- механический долом.

Развитие каждого из указанных частных процессов должно сопровождаться своими характерными изменениями внутренних микронапряжений в стали (или не вызывать таковых). Так, основной характерной особенностью хрупкого усталостного разрушения являются высокие внутренние микронапряжения, и особенно их высокая неоднородность распределения в микробъемах (локальная концентрация микронапряжений). Под микронапряжениями в данном случае понимали внутренние напряжения, уравнивающиеся в объеме одного или нескольких зерен. Однако, у границы зерна или, например, в области у неметаллического включения и др. фаз могут возникать внутренние напряжения, намного превышающие средний уровень. Поэтому их можно рассматривать как потенциальные очаги зарождения трещины. Эти микронапряжения уравниваются в областях намного меньших размера зерна и трактуются как степень локальной концентрации напряжений в зерне или степень неоднородности их распределения.

В процессе усталости с увеличением числа циклов происходит накопление повреждений и возрастает средний уровень остаточных напряжений и должна увеличиваться их локальная концентрация. Собственно процесс усталостного разрушения должен приводить к релаксации среднего уровня -напряжений (благодаря образованию и развитию трещины). При механическом доломе-разрыве, связанном с большой пластической деформацией, микронапряжения должны возрасти (наклеп). Локальная концентрация микронапряжений должна быть ниже, чем при усталостном развитии трещины. Разный характер изменения микронапряжений при развитии разрушения на разных этапах открывает возможность идентификации этапов (и всего разрушения) рентгенографическим методом на основании характера изменения величины микронапряжений и их локальной концентрации.

В работе идентифицировали тип разрушения, сканируя поверхность от внешней стенки к внутренней. Локальную концентрацию напряжений оценивали путем анализа «хвостов» дифрактограмм — кривых участков слабой интенсивности, полагая, что высокие локальные микронапряжения (искажения решетки) сосредоточены в малых объемах по сравнению с размером зерна. По ширине рентгеновских интерференций (211) также определяли плотность дислокаций, характеризующую степень наклепа. Величину внутренних напряжений рассчитывали по формуле:

$$\sigma_{11} = (\Delta\alpha/\alpha)E,$$

где $\Delta\alpha/\alpha$ — деформация решетки; E — модуль упругости.

Металлографическое исследование образцов, отобранных от аномального сечения трубопровода, имеющего дефект типа гофр, показало сильное искажение структуры и уплотнение феррито-перлитных полос в исследованном сечении (рис. 3).

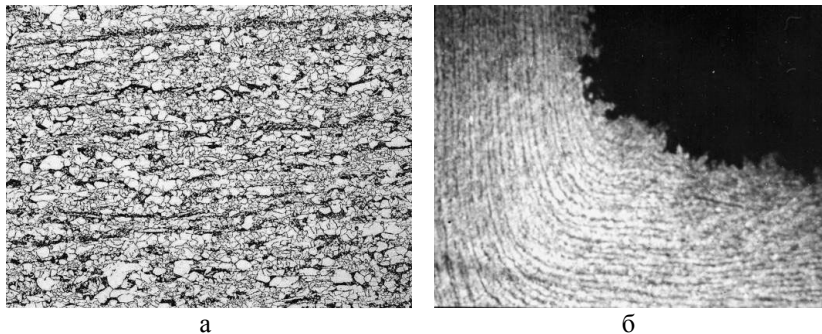


Рисунок 3. Структура исследованной стали в исходном состоянии и в месте образования гофра, $\times 100$

Измерение микротвердости в поперечном сечении темплета от внешней поверхности к середине показало наличие сильного наклепа в центральной части гофра (табл. 1). В результате рентгенографического анализа получены значения внутренних напряжений и выявлен их рост от $27,5 \text{ кг/мм}^2$ вблизи внутренней поверхности трубы до $41,5 \text{ кг/мм}^2$ вблизи внешней поверхности (табл.).

Таблица.

Обобщенные результаты измерения твердости и рентгенографического анализа

Зона образца	Средние значения твердости, HV_{cp}	Ширина рентгеновской линии $\text{B}(211)$, $\mu\text{рад}$	Локальная концентрация напряжений α	σ_{11} , кг/мм^2	Плотность дислокаций $\rho \cdot 10^9, \text{см}^{-2}$
Внешняя поверхность	242	14,5	56,38	41,5	2,3
Середина стенки	205	12,8	62,7	33,7	1,87
Внутренняя поверхность	194	11,6	60	27,5	1,53

Таким образом, результаты металлофизических исследований подтвердили обоснованность применения метода магнитной томографии металла для выявления опасных зон концентрации напряжений в металлоконструкциях.

Список литературы:

1. Воробьев Я. В., Волгина Н. И., Хуснутдинов Л. А., Камаева С. С. Использование ферромагнитных свойств металла для диагностирования технического состояния и прогнозирования ресурса стальных трубопроводов. «Технология металлов», № 1, 2010, с. 46—49.
2. Горошевский В. П., Камаева С. С., Волгина Н. И., Воробьев Я. В. Расчет безопасного давления и периода безаварийной работы трубопроводов по результатам магнитной томографии. «Ремонт, восстановление, модернизация», № 4, 2010, с. 15—19.
3. РД 102-008-2002 «Инструкция по инспектированию технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом». МИНЭНЕРГО РФ, М., 2003, 52 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА В МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК В СРЕДЕ MATLAB

Воронин Станислав Сергеевич

студент 5 курса НФ НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

E-mail: voronsot@mail.ru

Давыдкин Максим Николаевич

канд. техн. наук, ст. преподаватель НФ НИТУ «МИСиС»,

г. Новотроицк

E-mail: kredopc@rambler.ru

Современное состояние теории непрерывной разливки стали позволяет определить основные технологические параметры расчетным путем. Одним из таких параметров является расчет количества охлаждающей жидкости для кристаллизатора в МНЛЗ.

Главной целью построения математической модели является определение технологических параметров для конкретного процесса

затвердевания заготовки. Такая необходимость часто возникает не только во время проектирования новых МНЛЗ, но и для уже работающих агрегатов, с целью проведения экспериментальных исследований, оптимизации уже установившегося на машине процесса литья или возможности создания систем автоматического управления.

Основными факторами, влияющими на расчет количества охлаждающей жидкости, являются: скорость литья заготовки, геометрические параметры кристаллизатора, разность температур охлаждающей жидкости на входе и на выходе из кристаллизатора, разность температуры жидкого металла на входе и корочки металла на выходе из кристаллизатора.

Затвердевание слитка в кристаллизаторе во многом определяет его качество. Методика расчета скорости затвердевания заготовки, основанная на решении задачи Стефана [2], заложена в математической модели. Она описывает затвердевание полуограниченного массива, предполагая отсутствие двухфазной зоны, гладкий фронт кристаллизации, отсутствие перегрева над температурой кристаллизации и наличие граничных условий теплообмена первого рода. Первое приближение аналитического решения задачи Стефана для скорости затвердевания представляет параболу:

$$\delta = k_3 \sqrt{\tau} = k_3 \sqrt{\frac{h}{v_p}}, \quad (1)$$

где δ — толщина корочки, мм;

k_3 — коэффициент затвердевания;

τ — продолжительность затвердевания, мин;

h — расстояние до середины кристаллизатора, м;

v_p — рабочая скорость вытягивания заготовки, м/мин.

Формула (1) используется для оценки толщины корки и скорости затвердевания расплава. Величину k_3 достаточно сложно рассчитать теоретически для конкретных случаев. Поэтому на практике чаще пользуются значениями этого коэффициента, полученными экспериментальным путем. Для слябовых заготовок из углеродистых сталей средняя величина k_3 находится в пределах $0,003 \dots 0,0036 \text{ м}^{-0,5} \text{ с}$ ($23 \dots 28 \text{ мм мин}^{-0,5}$).

Расчет выполняется с учетом диаметра каналов, их количества и соблюдением следующих условий:

- температура воды на выходе из кристаллизатора не должна превышать $40 \dots 45 \text{ }^\circ\text{C}$ с тем, чтобы не происходило отложение растворенных в ней солей;

- скорость движения воды в каналах должна быть не менее 2 м/с для того, чтобы предотвратить возникновение локальных перегревов.

Расход охлаждающей жидкости, обеспечивающий принятую температуру ее на выходе из кристаллизатора, можно определить по следующей формуле [5]:

$$G_{\text{кр}} = 3,6 \frac{Q \cdot F_{\text{кр}}}{\rho_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{в}}} \quad (2)$$

где $G_{\text{кр}}$ — расход воды на кристаллизатор по рассматриваемому условию, м³/ч;

Q — средний тепловой поток, Вт/м²;

$F_{\text{кр}}$ — площадь поверхности кристаллизатора, воспринимающая тепловой поток, м²;

$\rho_{\text{в}}$ — плотность воды, кг/м³;

$C_{\text{в}}$ — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·град);

$\Delta t_{\text{в}}$ — разность температур охлаждающей жидкости на входе и выходе из кристаллизатора.

Расход охлаждающей жидкости, обеспечивающий скорость ее движения в каналах кристаллизатора, определяется по формуле [5]:

$$G'_{\text{кр}} = 900\pi d^2 v_{\text{в}} n, \quad (3)$$

где $G'_{\text{кр}}$ — расход воды на кристаллизатор, м³/ч;

d — диаметр канала, м;

$v_{\text{в}}$ — скорость движения воды, м/с;

n — количество каналов.

Математическая модель вычисляет рабочую, минимальную и максимальную скорость вытягивания заготовки, площадь поверхности кристаллизатора и необходимое количество каналов для охлаждающей жидкости.

Модель реализована в среде MATLAB в виде отдельных блоков, каждый из которых имеет входные и выходные переменные и выполняет расчет отдельного параметра или функции (рис. 1). В модели представлены следующие блоки: скорость вытягивания заготовки, площадь поверхности кристаллизатора, средний слой затвердевшего металла в кристаллизаторе, тепловой поток, количество каналов для охлаждения, расчет расхода охлаждающей жидкости.

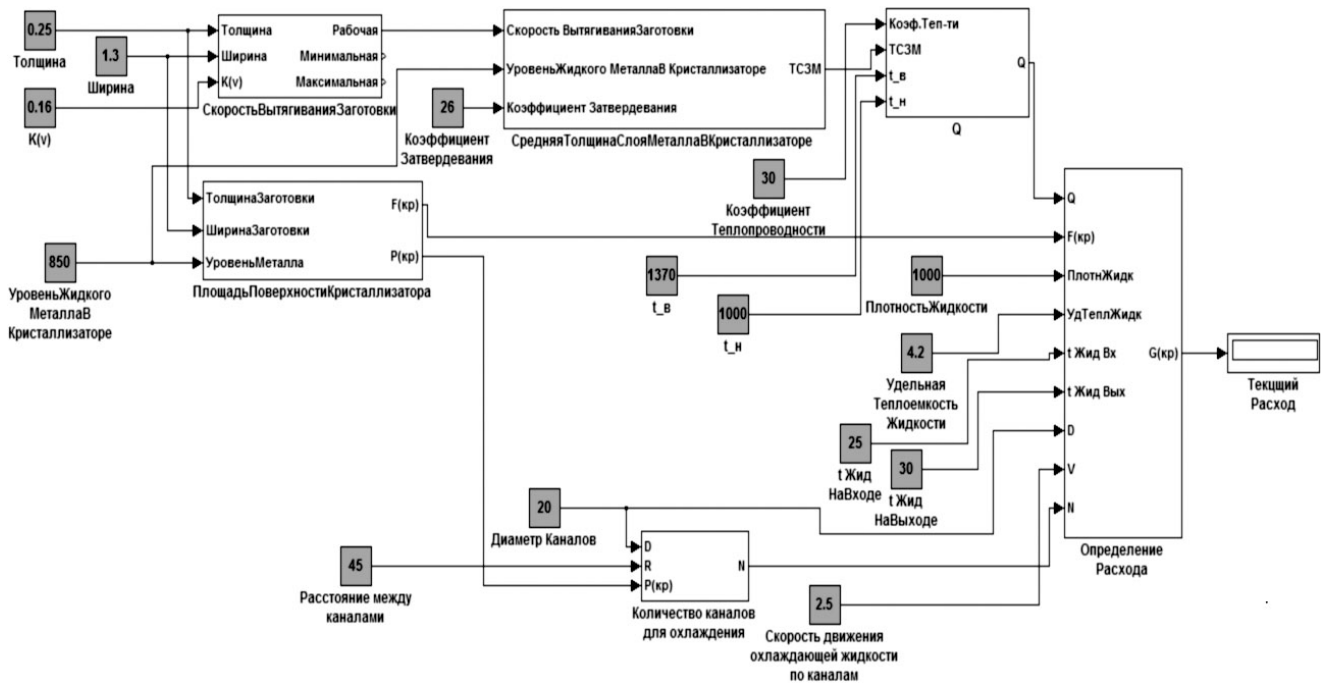


Рис.1. Общий вид математической модели в среде MATLAB

В качестве примера рассмотрим влияние разности температур охлаждающей жидкости на входе и на выходе из кристаллизатора на ее расход.

Пусть для охлаждения непрерывнолитой заготовки шириной 1,3 м и толщиной 0,25 м на входе в кристаллизатор подается вода с холодильной установки с температурой 27 °С. Величину температуры воды на выходе будем изменять от 30 до 35 °С. Выполнив расчет на модели, получили зависимость, представленную на рисунке 2.

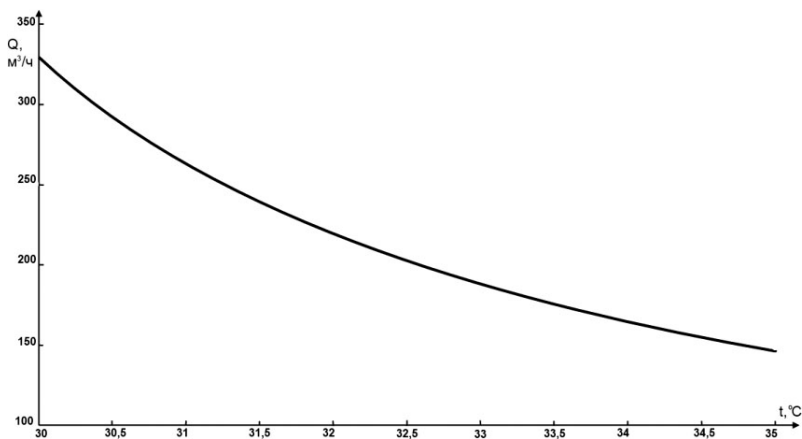


Рисунок 2. Зависимость расхода воды от ее температуры на выходе при постоянной температуре на входе

Анализируя полученную зависимость, можно сделать следующий вывод: чем больше разность между температурой воды на входе и на выходе кристаллизатора, тем меньше необходимо жидкости для охлаждения кристаллизатора. Это объясняется следующим: чем меньше нагревается вода при проходе по каналам кристаллизатора, тем меньше она забирает тепла со стенок кристаллизатора (либо у находящегося внутри жидкого металла). Следовательно, чтобы обеспечить постоянную температуру металла на выходе и одинаковую толщину корочки необходимо расходовать большее количество воды, и наоборот.

На основании проведенных исследований было доказано, что математическая модель может быть использована для расчета расхода охлаждающей жидкости в кристаллизаторе. С помощью модели возможно построение зависимостей расхода жидкости от скорости непрерывной разливки стали, толщины и ширины заготовки,

параметров настройки кристаллизатора. С помощью коэффициентов можно изменять марку выплавляемой стали, что является одним из самых важных критериев в современном металлургическом производстве.

Список литературы:

1. Бровман М. Я. Непрерывная разливка металлов: Научное издание. М.: «Экомет», 2007.— 484 с.
2. Буланов Л. В. Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет. Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы — «Марат», 2003. — 320 с.
3. Дюдкин Д. А. Современная технология производства стали. М.: Теплотехник, 2007. — 528 с.
4. Нисковских В. М. Машины непрерывного литья слябовых заготовок. М.: Металлургия, 1991. — 279 с.
5. Селиванов В. Н., Столяров А. М. Расчет технологических параметров непрерывной разливки стали: Методические указания. — Магнитогорск: МГМИ, 1993. — 14 с.

СЕКЦИЯ 10

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ СИНТЕЗА ФОТОЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКРИСТАЛЛОВ ГАЛОГЕНИДОВ СЕРЕБРА С СУЩЕСТВЕННО УЛУЧШЕННЫМИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМИ И СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Гарифзянов Айрат Ризванович

канд. хим. наук, доцент, КФУ, г. Казань

Захаров Юрий Анатольевич

канд. физ.-мат. наук, доцент, КФУ, г. Казань

Климовицкий Александр Евгеньевич

канд. физ.-мат. наук, КФУ, г. Казань

Никитин Сергей Иванович

канд. физ.-мат. наук, доцент, КФУ, г. Казань

Штырлин Юрий Григорьевич

канд. хим. наук, доцент, КФУ, г. Казань

***Гневашев Сергей Геннадиевич, Голубев Андрей Николаевич,
Мумджи Иван Энверович, Шарафиев Тенгиз Рашитович, Бадеев
Юрий Владимирович***

*Сотрудники Казанского (Приволжского) федерального университета
E-mail: yuri.zakharov@ksu.ru*

Андреианов Владимир Петрович

канд. техн. наук, ООО «НПП «Тасма», г. Казань

Бреслав Юрий Абрамови

д-р техн. наук, профессор, ООО «НПП «Тасма», г. Казань

**Латинский Евгений Евгеньевич, Самков Евгений Леонидович,
Сардушкина Гузель Мударисовна, Хамзин Рустем Леруллоевич,
Хаятов Булат Габдуллоевич**

*Сотрудники ООО «НПП «Тасма», г. Казань
E-mail: andrianov.tasma@yandex.ru*

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Субсидии по постановлению Правительства РФ №218 (договор № 13.G25.31.0075 от 22 октября 2010 г.)

Несмотря на огромный прогресс цифровой фотографической техники, классические галогенсеребряные фоторегистрирующие материалы сохраняют свои позиции в специальных отраслях. Речь идет о таких применениях, как аэрокосмическая и аэрофотосъемка поверхности Земли, дефектоскопия деталей машин, конструкций и агрегатов, медицинская рентгенография для диагностики заболеваний. Традиционная регистрация изображений на пленках пока обеспечивает более высокое качество изображений (разрешающая способность, чувствительность соотношение сигнал/шум), чем цифровые, к тому же более дорогостоящие аппараты. По оценкам экспертов, период перехода к цифровым фоторегистрирующим системам в этой сфере займет не менее 15—20 лет. Вопрос о наличии высококачественных фоторегистрирующих материалов собственного производства относится к разряду стратегических для страны.

Качество изображения, в первую очередь, определяется свойствами фотоэмульсии, состоящей из микрокристаллов галогенидов серебра в желатиновом слое толщиной около 10 мкм на полимерной плёнке-основе [3]. Каждый такой кристалл размером около 1 мкм, по сути, является чувствительным к свету приемником (или пикселем, на языке цифровой фотографии). Он должен иметь определенную форму и химический состав. Кроме того должно обеспечиваться заданное распределение кристаллов по размерам в слое эмульсии [2]. Если не соблюдать этих технологических тонкостей, производитель будет вынужден тратить избыточное количество особо чистого серебра, добавок синтеза и полива. Это приведет к удорожанию фоторегистрирующего материала и потере конкурентных преимуществ на мировом рынке. Такая тенденция требует постоянной работы над усовершенствованием технологии производства фоторегистрирующих материалов с применением современных средств автоматизации для обеспечения стабильности

выпускаемой продукции при реализации сложной, многооперационной технологии синтеза фотоэмульсий [1].

Российский производитель фоторегистрирующих материалов ООО «НПП «Тасма» в кооперации с Казанским федеральным университетом разработал и запустил в эксплуатацию автоматизированные лабораторные (объем реактора кристаллизатора 1,5 л) и опытную (объем реактора кристаллизатора 500 л) установки для синтеза фотоэмульсий на основе микрокристаллов галогенидов серебра с существенно улучшенными гранулометрическими и сенситометрическими свойствами.

Схема опытной установки представлена на рис. 1. Она состоит из следующих основных узлов: E1 — емкость для раствора KI; E2 — емкость для раствора KBr+KI; E3 — емкость для раствора KBr; E4 — емкость для раствора AgNO₃; E5 — реактор синтеза фотоэмульсии; E6 — емкость для раствора NH₄OH; E4 — емкость для раствора уксусной кислоты; E4 — емкость для раствора желатины; H1÷H3 — насосы дозирующие мембранные; H4÷H6 — насосы дозирующие перистальтические; H7 — насос теплоносителя циркуляционный; Ф1÷Ф4 — фильтры растворов; Т1, Т2 — теплообменники.

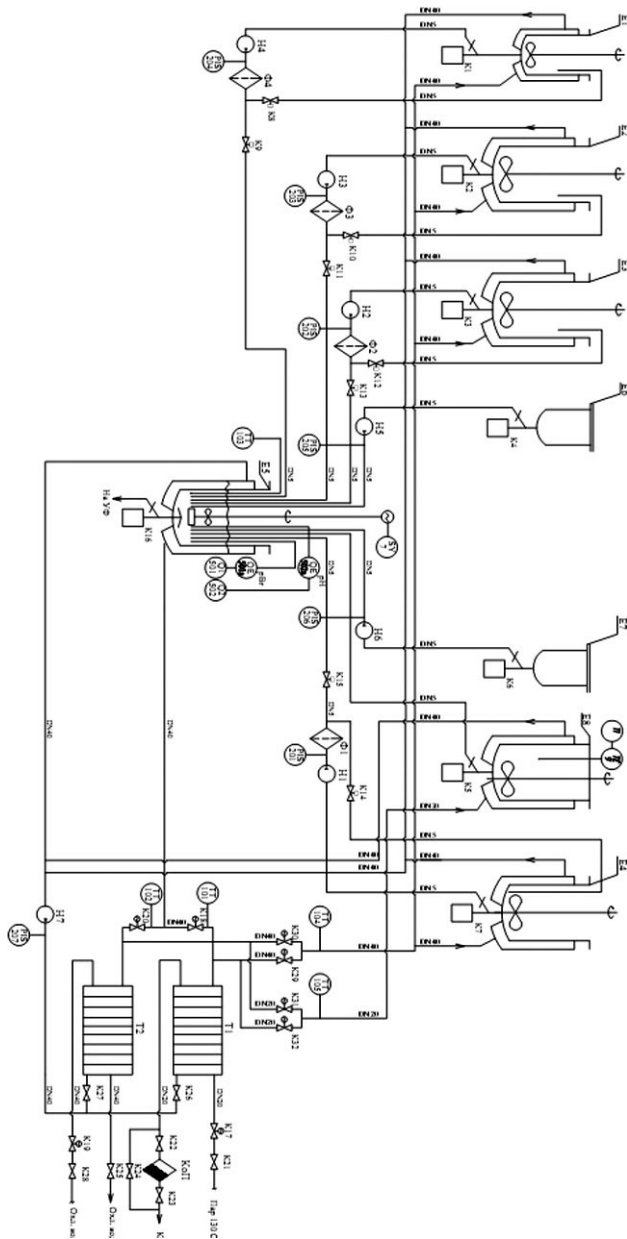


Рисунок 1. Установка для синтеза эмульсии

Управление насосами и мешалкой, контроль значений рВг осуществляется с помощью АСУТП по заданной программе с использованием обратной связи на основе датчиков температуры, рН и рВг. Это позволяет выращивать микрокристаллы с необходимыми свойствами. После синтеза эмульсия поступает на ультрафильтрацию и химическое созревание. Процесс синтеза полностью протоколируется в цифровом и графическом виде (рис. 2). На графиках фиксируются скорости подачи реагентов, температура в реакторе, значения рН и рВг.

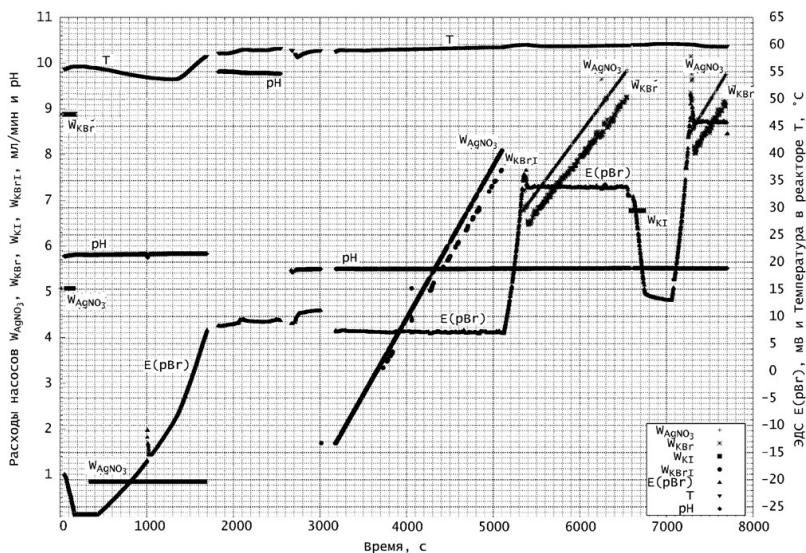


Рисунок 2. Протокол синтеза эмульсии

Синтез сопровождается периодическим отбором проб эмульсии для сканирующей электронной микроскопии содержащихся в ней микрокристаллов галогенида серебра. На рис. 3 показаны пример синтезированных плоских микрокристаллов (ПМК) и результаты их дисперсионного анализа. В данном случае стандартное отклонение по размерам составило 0.4 мкм, при среднем эффективном диаметре микрокристаллов 1.23 мкм; коэффициент вариации составил 0.3. Оптимизация процесса позволяет при необходимости существенно сузить или расширить представленное распределение частиц по размерам, либо получить би- или тримодальную эмульсионную систему в зависимости от требований к эмульсии для конкретного фоторегистрирующего материала.

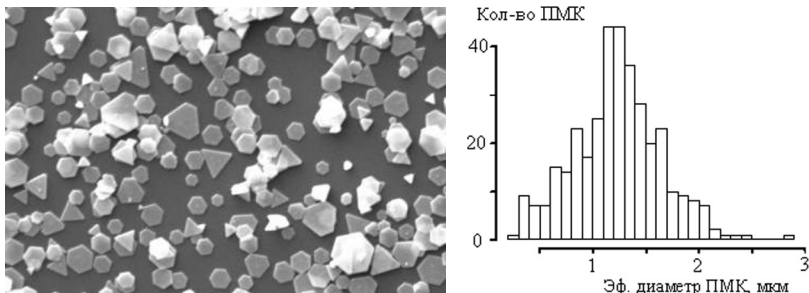


Рисунок 3. Плоские микрокристаллы эмульсии и их распределение по размеру

Изложенные выше подходы к реализации аппаратурно-технологического оформления процесса синтеза фотоэмульсий дают возможность осуществить на практике современные достижения фотографической науки и технологии, многие из которых применяются ведущими зарубежными фотохимическими компаниями (Кодак, Агфа), а именно:

1. Применение ПМК AgHal с отношением среднего диаметра (d) к толщине (h) — aspect ratio= d/h более 5.
2. Применение особо однородных ПМК, обладающих коэффициентом распределения по линейным размерам больших плоскостей $C_v \leq 15\%$ и коэффициентом распределения по толщинам $C_h \leq 15\%$.
3. Применение особо однородных ПМК с латеральными оболочками переменного галогенидного состава $\text{AgBr}_x\text{I}_{1-x}$.
4. Введение в объём ПМК фотохимически активных кластеров Ag_n .
5. Введение в объём ПМК допантов - ионов I^{+3} .
6. Введение в подповерхностный слой ПМК иодида – т. н. shock iodide introduction – для создания поверхностных дислокаций, необходимых для эффективного химического созревания.
7. Проведение химической сенсibilизации эмульсии в присутствии солей ртути (Hg^{+2}) и платины.

Комплекс указанных мер позволяет создать, в частности, рентгенографическую пленку РТ-1Мод, которая представляет собой усовершенствованный аналог отечественной рентгенотехнической плёнки РТ-1. В таблице приведены сравнительные характеристики указанных плёнок. Видно, что модификация фотоэмульсии приводит к значительной экономии серебра при сохранении необходимых фотографических свойств.

Таблица.

Сравнительные характеристики плёнок РТ-1 и РТ-1 Мод

Характеристика	Рентгенотехнический материал	
	РТ-1	РТ-1 Мод
Средний диаметр ПМК, d_{av} , мкм	1,20±0,05	1,15±0,05
Средняя толщина ПМК, h_{av} , мкм	0,35±0,10	0,18±0,02
Коэффициент вариации по размерам, C_v , %	40±5	15±1
Коэффициент вариации по толщинам, C_h , %	42±5	15±1
Отношения диаметра к толщине (aspect ratio)	3,7±0,2	6,3±0,1
Кристаллографическая однородность, S_T , %	30±6	>98
Светочувствительность, $S_{0,85}$	28±3	30±3
Коэффициент контрастности, γ	4,1±0,4	4,4±0,2
Оптическая плотность вуали, D_0	0,10-0,12	0,06-0,08
Максимальная оптическая плотность, D_{MAX}	>4,0	>4,0
Нанос серебра, г/м ²	13,3±0,5	10,5±0,5

Представленная аппаратура для синтеза однородных плоских микрокристаллов галогенида серебра также обеспечивает возможность создания технологии синтеза мелкодисперсной эмульсии для изготовления пленок типа РТ-К, предназначенных для выявления особо мелких дефектов ответственных деталей авиастроения, оборонного машиностроения и в медицинской рентгенодиагностике. В целом, применяемые методы синтеза распространяется на получение фотоэмульсий эмульсий широкого назначения от высокочувствительных с пониженной разрешающей способностью ($d_{AV} \approx 2,5$ мкм; $h_{AV} = 0,18 - 0,20$ мкм) до низкочувствительных с высокой разрешающей способностью ($d_{AV} \approx 0,5$ мкм; $h_{AV} = 0,08 - 0,12$ мкм).

Разработанное аппаратурное оформление процесса может быть применено для массового синтеза микрокристаллов на базе других химических элементов, удовлетворяющих потребностям специальных покрытий пленочных материалов, стекла, металлов, электронной промышленности. Это обусловлено тем, что применение нержавеющей сталей, тефлона и полипропилена при изготовлении

оборудования обеспечивает высокую химическую инертность элементов установки, контактирующих с рабочими средами и, следовательно, чистоту получаемых продуктов. АСУТП на базе современных промышленных контроллеров позволяет гибко варьировать условия синтеза в широких пределах, обеспечивая возможность реализации различных технологий.

Список литературы:

1. Афонькина Ю. Н. Особенности сенсibilизации гетероконтактных бромидных пластинчатых микрокристаллов с различным распределением AgJ : дисс. канд. хим. наук: 02.00.04: защищена 10.11.07 / Афонькина Юлия Николаевна. — Кемерово, 2007, 178 с.
2. Кожухова Т. Ю. Формирование фотографических характеристик фотослоев на основе микрокристаллов галогенидов серебра гетероконтактного типа: дисс. канд. хим. наук: 02.00.04: защищена 18.12.03 / Кожухова Татьяна Юрьевна. — Кемерово, 2003, 156 с.
3. Шапиро Б. И. Теоретические начала фотографического процесса / Б. И. Шапиро. М.: Эдиториал УРСС, 2000. — 288 с.

ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕРАПАМИЛА В СУДЕБНО- ХИМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Кормишин Василий Алексеевич

*Заочный аспирант кафедры химии фармацевтического факультета
СамГМУ, г. Самара
E-mail: kormishinva@inbox.ru*

Воронин Александр Васильевич

*канд. фармацевт. наук, доцент кафедры химии фармацевтического
факультета СамГМУ, г. Самара*

Шаталаев Иван Федорович

*д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой химии
фармацевтического факультета СамГМУ, г. Самара*

Введение. Широкое применение тонкослойной хроматографии (ТСХ) в судебно-химической экспертизе связано с высокой производительностью, простотой, достаточной специфичностью. Денситометрия обеспечивает ТСХ возможность количественного определения

анализируемых веществ и документирования результатов. Высокая стоимость специализированного аналитического оборудования, в частности сканирующих денситометров и программного обеспечения, большинству лабораторий экспертных учреждений не позволяет использовать в полном объеме возможности ТСХ [3, с. 65].

Цель настоящей работы — определение аналитических характеристик и возможностей количественного определения методики судебно-химического исследования биологического материала на верапамил, методом ТСХ с применением программы «ТСХ-менеджер».

Материалы и методы. В данной работе были использованы методы: жидкость-жидкостной экстракции, тонкослойной хроматографии, денситометрии (с использованием компьютерной программы для обработки изображений «ТСХ-менеджер»), регрессионный и дисперсионный статистический анализы. Были использованы следующие материалы: стандартный раствор верапамила, модельные пробы мочи, содержащие определенные концентрации препарата, образцы мочи не содержащие психотропных веществ, экспертные образцы мочи, пластины для ТСХ «Сорбфил ПТСХ-П-А», системы растворителей для ТСХ.

Результаты и их обсуждение. Для исследования была выбрана методика анализа на верапамил методом ТСХ, используемая в практике судебно-химического отделения Ульяновского областного бюро судебно-медицинской экспертизы. Условия хроматографического анализа: пластинки «Сорбфил ПТСХ-П-А», хроматографическая система — а) этилацетат — метанол — 25 % раствор аммиака (17:2:1) [2, с. 56], б) метанол — 25 % раствор аммиака (100:1,5) [1, с. 89]; объем наносимой пробы — 100 мкл; проявление — обработка реактивом драгендорфа [5, с. 765].

Основной проблемой ТСХ-анализа верапамила с визуальной регистрацией является невозможность сохранения результатов — «пятна» (зоны на хроматограмме, соответствующей верапамилу) после проявления теряют интенсивность окраски в течение 15—20 мин; и как следствие невозможность выполнения повторных измерений величины R_f и оценки количественного параметра — площади «пятна». Кроме того, фоновая составляющая хроматограммы выступает в роли значимого фактора, способствующего повышению величины предела обнаружения, т. е. снижению чувствительности анализа.

Пластинки после хроматографирования, проявления и высушивания сканировали на планшетном сканере или фотографировали с помощью цифрового фотоаппарата, полученные файлы формата jpeg обрабатывали с помощью программы «ТСХ-менеджер», версия 3.12 (разработчик Плахотный Игорь Николаевич). Таким образом, сама хроматографическая

пластинки утрачивала значение носителя аналитической информации, ее замещал электронный образ.

Для приготовления растворов стандартных образцов использовали метанольный раствор верапамила концентрации 10,0 мг/мл (производитель «Киевмедпрепарат»). Модельные растворы мочи готовили путем добавления расчетного количества вышеуказанных растворов в образцы мочи, не содержащие наркотических средств, психотропных и лекарственных веществ.

При исследовании растворов стандартных образцов верапамила в диапазоне концентраций 10,0—250,0 мкг/мл проводили по 10 параллельных определений. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Аналитические характеристики методики определения верапамила методом тонкослойной хроматографии

Проявление	Эффективность растворных манипуляций	Предел обнаружения, мкг	Величина R _f	
			1*	2*
Реактив Драгендорфа	+	1,0	0,73 ±0,02	0,75 ±0,03

1*— этилацетат—метанол—25% раствор аммиака (17:2:1)

2*— метанол—25% раствор аммиака (100:1,5)

Уменьшение величины предела обнаружения вносят растворные манипуляции с электронным образом хроматограммы — изменение резкости, интенсивности изображения, изменение параметров яркости и контрастности, возможность просмотра хроматограммы в негативе. Указанные манипуляции позволяют сделать почти незаметное для человеческого глаза «пятно» анализируемого вещества четко детектируемым. На основании полученных результатов окно поиска R_f для верапамила было задано на уровне 0,06.

Градуировочная зависимость «площадь пятна (Y) — количество верапамила, мкг (X)», построенная в диапазоне концентраций 10,0—250,0 мкг/мл, описывается уравнением полиномиальной регрессии (второй степени). Однако для установления данной зависимости необходимо использовать более трех растворов стандартного образца вещества различных концентраций (калибраторов), что в условиях повседневной аналитической практики приведет к снижению производительности анализа. Для упрощения задачи нами было предложено применение линейной регрессии, при этом количество

калибраторов было уменьшено до двух. Вышеуказанные зависимости были определены для вариантов анализа с применением в качестве источника электронного образа хроматограммы планшетного сканера и цифрового фотоаппарата (табл. 2).

Таблица 2.

Гради ровочные характеристики количественного денситометрического определения верапамила

Источник электронного образа	Полиномиальная регрессия	Линейная регрессия
Сканер	$Y=0,081 \cdot X^2+72,80 \cdot X+380,47$	$Y=96,22 \cdot X-589,75$
Фотоаппарат	$Y=0,0069 \cdot X^2+11,54 \cdot X-73,44$	$Y=9,42 \cdot X+32,29$

Результаты контроля правильности методики определения верапамила с применением контрольных растворов данных веществ (приготовленных независимо от калибраторов) представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты контроля правильности количественного денситометрического определения верапамила

Калибраторы, мкг/мл	Контрольный раствор, мкг/мл	Относительная ошибка определения среднего, %	
		Фотоаппарат	Сканер
250,0; 100,0	10,0*	33	16,5
100,0; 10,0*	250,0	8	8,3
250,0; 10,0*	100,0	7,7	7,2

* — концентрация 10,0 мкг/мл при объеме, наносимой на пластинку пробы 100 мкл соответствует пределу обнаружения.

Относительная ошибка определения среднего значения содержания верапамила в пробе в диапазоне концентраций 10,0-250,0 мкг/мл не превышает 33 % при использовании для получения электронного образа хроматограммы цифрового фотоаппарата 16,5 % в случае сканирования хроматографических пластинок, последний вариант является наиболее предпочтительным. Наименьшая величина ошибки достигается при концентрации препарата 100 мкг/мл.

Параллельно проводили измерения с модельными образцами мочи. К моче не содержащей наркотических средств, психотропных и

лекарственных веществ добавляли рассчитанное количество стандартного раствора препарата. К моче добавляли 25 % раствор аммиака до рН 10—11, затем добавляли равный объём смеси хлороформ — н-бутанол (9:1) [4, с. 445] встряхивали в течении 15 минут, органическую фазу сливали, к водной части добавляли такой же объём органической фазы процедуру повторяли. Водный раствор отбрасывали, органическую фазу упаривали в токе воздуха при комнатной температуре. Сухой остаток растворяли в 100 мкл хлороформа и наносили на ТСХ пластину хроматографировали с последующей денситометрией. Параллельно ставили контрольный опыт с «холостой пробой». Процент выхода вещества по данной методике составил 60 % .

Заключение

Таким образом, денситометрия электронных образов хроматограмм является современным, экспрессным и объективным вариантом анализа в тонкослойной хроматографии, значительно расширяющим возможности этого классического метода.

Список литературы

1. Бабахаян Р. В., Бушуев Е. С., Варданян Ш. А., Афанасьев В. В. Наркотические средства, психотропные и сильнодействующие вещества — СПб; Реноме, 2008 —276 с.
2. Еремин С. К. Анализ наркотических средств / Еремин С. К., Изотов Б. Н., Веселовская Н. В.; Под ред. Изотова Б. Н. — М.: Мысль, 1993. — 270 с.
3. Симонов Е. А. Наркотики: методы анализа на коже, в ее придатках и выделениях / Симонов Е. А., Изотов Б. Н., Фесенко А. В. — М.: Анахарсис, 2000. — 130 с.
4. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: учебное пособие / Под. ред. проф. Калетиной Н. И. — М.:ГЭОТАР- Медиа, 2008. — 1016 с.:ил.
5. CLARKE'S Isolation and identification of drugs in pharmaceutical body fluids, and post –mortem material. London The pharmaceutical press 1986. 1134 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ Cu^{2+} НА ИОНИТЕ DUOLITE C-467

Мамедова Малахат Таги кызы

*канд. хим. наук, старший научный сотрудник, Нахчыванское
отделение НАН Азербайджана, г. Нахчыван*

Аббасов Алиаддин Даййан оглу

д-р хим. наук, директор института Природных ресурсов

Мамедова Физза Садиг кызы

*канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник, Нахчыванское отделение
НАН Азербайджана, г. Нахчыван*

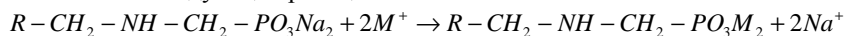
Джафарли Махнур Мохсун кызы

*аспирант, младший научный сотрудник, Нахчыванское отделение
НАН Азербайджана, г. Нахчыван
E-mail: memmedova-melahet@mail.ru*

В данной работе исследована сорбция ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467. На основе экспериментальных данных были рассчитаны коэффициент распределения (P) ионов Cu^{2+} , ионообменная емкость ионита (E) Duolite C-467 по ионам Cu^{2+} , степень извлечения (S) ионов Cu^{2+} , параметры уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха и изучена кинетика процесса.

Для очистки сточных вод и промышленных отходов от тяжелых металлов используют в основном осаждение в виде сульфидов, гидроксидов, карбонатов и т. д. Использование сорбционного процесса для этой цели особенно эффективно в малых концентрациях металлов и успехи в этой области зависят от всестороннего исследования свойств сорбентов, кинетики и динамики сорбционного процесса.

Целью настоящей работы является изучение сорбции ионов Cu^{2+} из водных растворов на ионите Duolite C-467 (Германия). Известно, что ионит Duolite C-467 входит в ионообменную реакцию с ионами металлов по следующей реакции:



здесь, $-\text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{PO}_3\text{Na}_2$ — функциональная группа ионита.

Опыты проводили в статических условиях при Ж:Т=100:1. Для приготовления растворов Cu^{2+} использовали $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Концентрацию исходного раствора меняли от 0.078 до 0.016 моль/л, время контакта сорбент-сорбат составляло 24 часа.

На основе экспериментальных данных были рассчитаны параметры, характеризующие сорбцию ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467 (таблица 1).

Таблица 1.

Параметры, характеризующие сорбцию ионов Cu^{2+} на Duolite C-467

C_0 , моль /л	C , моль /л	E , моль/г	P ,мл/г	S , %
0,078	0,046	0,0032	69,56	77
0,063	0,036	0,0027	75	74
0,047	0,024	0,0023	95,83	70
0,031	0,012	0,0019	172,72	66
0,016	0,006	0,0010	161,67	63

Примечание: C_0 и C — исходные и равновесные концентрации раствора, соответственно.

Как видно из таблицы, приблизительно 77 % ионов Cu^{2+} извлекаются из раствора (S), обменная емкость (E) ионита по ионам Cu^{2+} с увеличением концентрации раствора увеличивается и достигает 0.0032 моль/г при исходной концентрации 0.078 моль/л, коэффициент распределения (P) увеличивается с уменьшением концентрации раствора.

Из экспериментальных данных были рассчитаны постоянные уравнения Лангмюра (1) и Фрейндлиха (2) [2, с. 362] (таблица 2):

$$A = k \frac{bC}{1 + bC} \quad (1)$$

$$A = kC^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

где A — равновесная концентрация Cu^{2+} в сорбенте (ммоль/г), C — равновесная концентрация Cu^{2+} в растворе (ммоль/л), k , b и n — константы.

Было установлено, что сорбция ионов Cu^{2+} подчиняется этим уравнениям (таблица 2).

Таблица 2.

Параметры уравнений Лангмюра и Фрейндлиха для сорбции ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467

Уравнение Фрейндлиха						
lgA	lgC	k	n	C_0 , МОЛЬ/Л	$A_{\text{экс}}$, ММОЛЬ/Г	$A_{\text{рас}}$, ММОЛЬ/Г
-2,5	-1,34	0.034	1.9	0.078	3.2	2.63
-2,6	-1,44			0.063	2.68	2.44
-2,64	-1,62			0.047	2.3	2.19
-2,7	-1,9			0.031	1.93	1.83
-3	-2,2			0.016	0.97	1.50
Уравнение Лангмюра						
$\frac{1}{A} \cdot 10^3$	$\frac{1}{C} \cdot 10^3$	k	b	C_0 , МОЛЬ /Л	$A_{\text{экс}}$, ММОЛЬ/Г	$A_{\text{рас}}$, ММОЛЬ/Г
0,32	0,02	0,006	30,3	0,078	3,2	3,3
0,37	0,03			0,063	2,68	2,9
0,43	0,04			0,047	2,3	2,34
0,52	0,08			0,031	1,93	1,48
1,0	0,17			0,016	0,97	0,85

Примечание: $A_{\text{экс}}$ и $A_{\text{рас}}$ — экспериментальные и рассчитанные по уравнениям количества сорбированных ионов Cu^{2+} .

Эффективное использование ионитов в сорбционных процессах в некоторой степени зависит от скорости ионного обмена. Изучение кинетики ионного обмена дает более всестороннюю информацию о процессе. Из кинетических данных можно рассчитать скорость достижения равновесия, максимальную обменную емкость ионита, объяснить механизм взаимодействия ионов с ионитом, определить лимитирующую стадию процесса.

В связи с вышеуказанными в следующих опытах была исследована кинетика сорбции ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467. Исходную концентрацию раствора в этих опытах меняли от 0.002 до 0.2 М.

Анализ экспериментально полученных результатов проводили по методике [1, с. 478] и [3, с. 2836]. По методике [1] константа скорости реакции, характеризующей внешнедиффузионный механизм, находится из уравнения:

$$R = \frac{dQ/d\tau}{cK} \quad (1)$$

где $dQ/d\tau$ — скорость сорбции противоиона, моль/с; c — концентрация обменивающегося иона в растворе, моль/л; $K = \frac{c_c}{c_p}$ — равновесный коэффициент распределения (c_c и c_p — равновесные концентрации сорбированного иона на поверхности сорбента и в растворе соответственно).

Из графика в координатах $Q - \tau$ была рассчитана скорость сорбции ($dQ/d\tau$) входящего иона и из экспериментальных данных c_c и c_p находится равновесный коэффициент распределения (K). А из этих данных рассчитана константа скорости реакции (R).

Для расчета константы скорости обмена, характеризующей внутридиффузионный механизм, можно воспользоваться уравнениями Бойда-Адамсона [3, с. 2080]:

$$F = Q_p / Q_\infty = (6/r) \cdot (D\tau/\pi)^{\frac{1}{2}}; \quad (3)$$

$$B = \pi^2 D / r^2 \quad (4)$$

где D — эффективный коэффициент диффузии, $\text{см}^2/\text{с}$; τ — время контакта сорбента с сорбатом, с; F — степень поглощения входящего иона; Q_p и Q_∞ — количества входящего иона на ионите в равновесном состоянии и во времени τ соответственно; r — радиус частицы ионита, см; B — константа скорости обмена, характеризующей внутридиффузионный механизм, с^{-1} .

Из графика в координатах $F - \sqrt{\tau}$ по формуле $D = \frac{\pi r^2}{36} \cdot tg \alpha^2$ был рассчитан эффективный коэффициент диффузии (D) и по уравнению (4) определена константа скорости обмена — B .

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Кинетические параметры сорбции ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467 ($r=0.25$ mm).

C_0 , моль/л	$dQ/d\tau$, моль/л · с	K	R , с^{-1}	D , $\text{см}^2/\text{с}$	B , с^{-1}
0.2	$2.7 \cdot 10^{-4}$	0.4	$3.4 \cdot 10^{-3}$	$1.2 \cdot 10^{-7}$	$1.9 \cdot 10^{-3}$
0.002	$7.4 \cdot 10^{-8}$	0.66	$5.6 \cdot 10^{-5}$		

При сравнении скоростей внешне- и внутридиффузионного механизма (таблица 3) установлено, что при исходной концентрации раствора ниже 0,002 моль/л лимитирующей стадией сорбции ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467 является внешняя, а выше 0,2 моль/л внутренняя диффузия.

Таким образом, суммируя вышеизложенное можно сделать следующие выводы:

1. Приблизительно 77 % ионов Cu^{2+} можно извлекать из раствора с помощью ионита Duolite C-467.

2. Исследуемые ионы Cu^{2+} относятся к группе хорошо сорбируемых ионов на ионите Duolite C-467.

3. Сорбция ионов Cu^{2+} на ионите Duolite C-467 соответствует уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха.

4. При исходной концентрации раствора ниже 0,002 моль/л лимитирующей стадией сорбции ионов Cu^{2+} является внешняя, а выше 0,2 моль/л внутренняя диффузия.

Список литературы:

1. Акимбаева А. М., Ергожин Е. Е. Кинетика сорбции ионов свинца на H-форме клиноптилолита. // Журн. Физ. хим. 2008. — т.82.- №3.— С. 478.
2. Киреев В. А. Краткий курс физической химии. М.: Химия, 1978. — 620 с.
3. Boyd G. E., Adamson A. W., Meyers L. S. // J. Am. Chem. Soc. 1947. — v.69 — 2836 p.

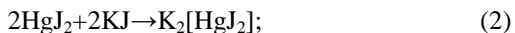
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОБООТБОРА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РТУТИ С ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЛЮМИНОФОРОВ ЛАМП

Новоселова Елена Александровна
аспирант СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург
E-mail: novoselova-1989@mail.ru

Колесников Сергей Васильевич
канд. техн. наук, доцент СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург
E-mail: kvspsbpi159@yandex.ru

Ртутьсодержащие отходы по степени токсичности относятся к I классу опасности. Постоянное присутствие и высокое содержание ртути в городской среде и в различных видах отходов в существенной мере связаны с использованием и периодическим выходом из строя разнообразных ртутьсодержащих изделий (люминесцентные и ртутные лампы, термометры, гальванические элементы, манометры, различные приборы и т. д.) [3, с. 320].

Процесс определения загрязненности поверхностей является достаточно сложным и до конца не решенным. Специальных средств пробоотбора для ртутных загрязнений поверхностей не существует. По этой причине для определения загрязнения поверхностей был применен модифицированный метод Полежаева. Метод Полежаева был разработан для определения ртути в воздушной среде. Он основан на поглощении ртути раствором йода в йодиде калия по реакциям:



и колориметрическом определении тетраiodидмеркурат аниона $[\text{HgJ}_4]^{2-}$ по интенсивности красно-розовой осадки комплексной соли тетраiodидмеркурата меди (I) в уравнении реакции [2, с. 330]:



Интенсивность красно-розовой окраски комплекса $\text{Cu}_2[\text{HgJ}_4]$ сравнивают со стандартной колориметрической шкалой, которая представляет собой ряд центрифужных пробирок, содержащих ртуть в пробе от 0 мкг до 10 мкг. По контрасту стандартной шкалы определяется количество ртути, содержащейся в измеряемой пробе.

Ртуть, имеющаяся на поверхности или оставшаяся после демеркуризации, собирается ватным тампоном, смоченным поглощающим

раствором. После обработки на поверхности остается поглотительный раствор, в котором присутствует связанная ртуть. Сбор оставшейся части поглотительного раствора осуществляется вторым сухим ватным тампоном массой около 30 мг. После сбора поглотительного раствора тампон помещается в ту же пробирку. Оба тампона тщательно перетираются стеклянной палочкой в поглотительном растворе, затем отжимаются на боковой поверхности пробирки и вынимаются. В пробирку добавляется реактивный раствор. Окраску полученной взвеси сравнивают со стандартной шкалой. Для проверки правильности пробоотбора предложена методика искусственного загрязнения поверхностей ртутью с последующим контролем эффективности ее сбора с поверхности [1].

Метод Полежаева был использован для определения ртути в люминофорах различных люминесцентных ламп. Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную трубку с нанесённым на внутреннюю поверхность слоем люминофора (смесью люминесцентных порошков) с электродами, наполненная инертным газом и парами ртути (среднее содержание ртути в одной лампе 4-6 мг). Сущность модификации метода Полежаева для анализа люминофора заключается в следующем. Навеска люминофора заливалась 1 мл поглотительного раствора, перетиралась стеклянной палочкой в течение 1-2 минут, центрифугировалась при скорости 5000 об/мин в течение 3 минут (люминофор слеживается и не взмучивается), сливали поглотительный раствор и анализировали ртуть по обычной схеме.

Для исследования возможности применения к определению загрязненности ртутью люминофора ламп методом Полежаева были использованы малая люминесцентная лампа типа ЛД (белого света) длиной L=60 см и диаметром d=6 см, длинная люминесцентная лампа ЛД, зигзагообразная лампа E27 и U-образная лампа марки Philips PL-S 2P. Для анализа использовались стекло кусковое различной площади, и измельченное, люминофор, взятый с поверхности стекла, вольфрамовая пружина (нить). Результаты представлены ниже (табл. 1):

Таблица 1.

Результаты определения загрязненности ртутью люминофора.

Масса анализируемого люминофора, мг	Масса ртути после первого анализа, мкг	Масса ртути после второго анализа, мкг	Масса ртути после третьего анализа, мкг	Суммарная масса ртути в пробе, мкг
16	5	1	-	6
10	4	1	0,2-0,3	5,2-5,3

- Использование метода Полежаева для анализа загрязненности ртутью люминофора возможно и никаких отклонений при анализе белого люминофора не возникает;
- Почерневший в результате эксплуатации люминофор (рисунок 1) искажает ход реакции Полежаева с образованием продуктов отличных по цвету;

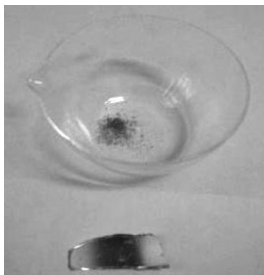


Рисунок 1. Потемнение люминофора при долгой эксплуатации лампы

- В вольфрамовой пружине обнаружена ртуть в количестве 0,1-0,2 мкг;
 - На внутренней поверхности стекла ртуть обнаруживается в количестве — 0,15—0,2 мкг\см²;
 - Измельченное стекло было проанализировано на содержание ртути. Пробы заливались поглотительным раствором, центрифугировались. Затем поглотительный раствор сливали в другую пробирку и анализировали на содержание ртути. В итоге ртуть, хотя и в небольшом количестве (примерно 0,3—0,4 мкг), была обнаружена во всех трех пробах, что свидетельствует о проникании ртути во внутреннюю структуру стекла. Таким образом, проникновение ртути в структуру стекла в лампах различно:
 - ЛД: 0,4—0,533 мкг\г стекла;
 - E27: 0,294—0,392 мкг\г стекла;
 - Philips: 0,526—0,702 мкг\г стекла.
 - Люминофор, отмытый до отрицательной реакции на ртуть, и нагретый до 600—700 °С — с целью возможной десорбции паров ртути из кристаллической структуры люминофора — оказался чистым.
- По результатам исследований можно сделать следующие выводы по обнаружению ртути в разбитой люминесцентной лампе:
1. во всех частях лампы (стекле, люминофоре, вольфрамовой пружине) содержится ртуть;
 2. ртуть откладывается не только на поверхности стекла, но также проникает в его внутреннее пространство;

3. ртуть распределена по внутренней поверхности лампы неравномерно, в отдельных случаях в люминофоре образуются микрокапли ртути;

4. при увеличении времени контакта образца с поглотительным раствором изменения количества обнаруженной ртути не происходит;

5. для обнаружения ртути в люминофоре необходимо проводить анализ как минимум 3 раза;

6. в случае попадания в образец анализа капельной формы ртути, количество обработок сильно увеличивается;

7. в люминофоре после удаления ртути не была обнаружена даже при нагреве до 600—700 °С;

8. для лучшего извлечения ртути и уменьшения числа обработок анализ следует проводить при нагревании поглотительного раствора до температуры 80—85 °С.

Список литературы:

1. Патент 2229109 Российская Федерация МПК G 01 N1/28 Способ отбора и обработки проб для определения загрязненности поверхности металлической ртутью и ее соединениями; опубл. 2004.
2. Перегуд Е. А. Химический анализ воздуха промышленных предприятий. — Л.: Химия, 1973. — 330 с.
3. Пугачевич П. П. Работа со ртутью в лабораторных условиях. — М.: Химия, 1972. — 320 с.

МЕТОДЫ АКТИВИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Такаева Мадина Атлаевна

Старший преподаватель ГГНТУ, г. Грозный

E-mail: karina-lada@mail.ru

Пивоварова Надежда Анатольевна

д-р техн. наук, профессор АГТУ, г. Астрахань

E-mail: nadpivov@love.ru

На практике классифицируют три диапазона ультразвукового поля: высокие частоты (2—10 МГц); средние частоты или сонохимия (300—100 КГц) и традиционный низкочастотный диапазон (<300 КГц). Высокочастотные диапазоны вызывают кавитацию, нагревание, создают

турбулентность, сжимают-разряжают жидкость, разрушают молекулы, меняют структуру жидкости. Низкочастотный диапазон относится к слабоэнергетическому воздействию, вызывающему в основном изменение свойств структурной жидкости [1].

Уфимской научной школой разработан широкий ряд технологических приемов и аппаратов с использованием акустического воздействия, позволяющих интенсифицировать переработку углеводородного сырья, в частности процессы диспергирования, эмульгирования, дегазации, газоразделения, а также химические реакции, такие как окисление, горение и поликонденсация. Для этого используются ультразвуковые генераторы, вихревые аппараты, газожидкостные кавитационно-вихревые, пластинчато-стержневые и гидродинамические аппараты [10].

Так при обработке ультразвуком сырья каталитического крекинга (вакуумного газойля с добавлением модифицирующей добавки — 2—10 % бензиновой фракции отгона смолы пиролиза — БСП) показано, что увеличение выхода бензиновой фракции на 2% масс. при добавлении к сырью БСП и на 7 % масс. при комплексной подготовке, т. е. при добавлении смолы пиролиза и акустической обработке. Выход газа остается неизменным, выход кокса несколько снижается. При этом на 6% масс. снижалось содержание олефиновых углеводородов при одновременном возрастании ароматических и существенно, почти вдвое, уменьшалось содержание серы. Октановое число бензина повысилось на 4 пункта. [4].

Снижение коксообразования наблюдали при ультразвуковой обработке перед подачей в реакционную зону мазута и гудрона при висбрекинге.

При воздействии на обрабатываемую жидкость равномерно распределенным по сечению потока жидкости звуковым полем с частотой 1 МГц и мощностью 0,5—150,0 кВт/см² улучшаются эксплуатационные характеристики продуктов переработки нефти и углеводородного сырья.

Перспективным направлением является использование акустической обработки для конверсии нефтяных остатков, в частности мазутов и гудронов. При этом происходит увеличение содержания дистиллятных фракций, выкипающих до 350 °С и 500 °С. Увеличение содержания дистиллятных фракций достигает 10 % для фракции 350 °С и 14 % для фракции нк –500 °С. В результате ультразвуковой обработки происходит изменение состава нефтяного остатка, в частности, увеличивается содержание асфальтенов и снижается содержание парафино-нафтеновых углеводородов [9].

Тяжелые углеводороды (тяжелое нефтяное сырье, битумы) эмульгируют в статическом смесителе, получая эмульсию «масло в воде» с содержанием воды 15—60 %, пригодную для транспортировки по трубопроводам, вводят катализатор и полученную эмульсию подвергают конверсии в ультразвуковом реакторе. Продукты конверсии разделяют в сепараторе и после удаления газообразных продуктов оставшуюся эмульсию разрушают с применением деэмульгаторов. Эффективность разделения эмульсии возрастает.

Как известно, глубокая переработка нефти осложняется высоким содержанием асфальто-смолистых веществ. При наложении на систему ультразвуковых колебаний было установлено резкое снижение содержания смолистых веществ [7].

Улучшения сорбционной очистки жидких парафинов можно достичь с помощью механоактивационного воздействия посредством ультразвукового диспергирования [6].

Определено, что акустическое излучение в процессе пиролиза позволяет снизить температуру процесса на 200—400 °С ниже традиционных значений.

Пиролизу подвергали n-гексан, гексадекан, дизельную фракцию и мазут. Реактор снабжен устройством для акустической паровой внутрикапельной кавитации. Катализатор составляет 0,5—5 % масс. от сырья и его регенерируют и возвращают на стадию пиролиза. При этом количество серосодержащих фракций также снижается [3].

Также как и акустическое воздействие, предварительная дезинтеграторная энергетическая обработка нефтяных остатков позволяет изменить размеры дисперсных частиц и, следовательно, дисперсность системы в целом. При последующей вакуумной перегонке мазута смеси западно-сибирских нефтей повышаются выхода вакуумного дистиллята. Гудрон смеси западно-сибирских нефтей целесообразно обрабатывать на дезинтеграторе для повышения низкотемпературных характеристик битума [2].

Для повышения эффективности процесса висбрекинга использовали такой метод активации сырья, как кавитационный. В сочетании с добавками высокоарматизированных нефтепродуктов, метод позволяет существенно снизить коксообразование. Кавитационное воздействие в комбинации с ультразвуковой обработкой является основой интенсификации процессов атмосферной и вакуумной перегонки нефти. Для отдельных стадий процесса разработаны аппараты кавитационно-акустического воздействия [5].

В качестве одного из способов интенсификации различных химико-технологических процессов, предлагается наложение низкочастотных

механических колебаний реализуемых в многофункциональных аппаратах. При этом, длительность процесса сушки химических препаратов, осуществляемого в вибрационном аппарате, сократилась на порядок, скорость растворения и фильтрования веществ — в 3—6 раз.

Применение виброобработки дает возможность улучшить реологические свойства (в частности, динамическую вязкость) перекачиваемых по трубопроводам нефтей и нефтепродуктов [11].

Крекинг нефтяного сырья проводят после обработки его ультразвуком с интенсивностью 1—10 МВт/м² при 0,2—5 МПа. В сырьё для облегчения диспергирования добавляют 0,1—80 % вещества, облегчающего диспергирование (вода, жидкие металлы с температурой плавления, ниже температуры кипения продукта). Возможно, вместе с сырьем подают Н₂ в количестве 2—3%. Установка включает ультразвуковой диспергатор, связанный с устройством для разделения жидкой и парообразной фаз и конденсатором для сбора паровой фазы.

Для повышения выхода светлых нефтепродуктов при крекинге углеводородных соединений в смеси с водой в ультразвуковом реакторе воздействие ультразвуком осуществляют послойно по поперечному разрезу реактора: с частотой ультразвуковых волн 20—100 кГц и плотностью энергии 4—20 Вт/см² в первом слое и с частотой 100—2500 кГц и плотностью энергии 4—30 Вт/см² — во втором. Смесь подают охлажденной до 10—60 °С, полученную после обработки газобензиновую смесь охлаждают и разделяют в отдельных камерах [11].

Предложен новый метод получения дизельного топлива с ультранизкой серой путем окислительного обессеривания с помощью ультразвука. На примере бензотиофена в качестве модельного серосодержащего соединения топлива показана возможность количественного каталитического обессеривания с подходящими окислителями в течение нескольких минут. Для дизельных топлив, с различным содержанием серы, применяли каталитическое окисление и обработку ультразвуком, сопровождаемые экстракцией растворителя при нормальных температуре и давлении. Степень удаления S-содержащих соединений достигала более 99 % при коротком времени контакта [12].

Исследовано влияние частоты и интенсивности ультразвука в процессе окислительного обессеривания дизельного топлива в присутствии Н₂О₂ и органической кислоты при 20 °С, отношении катализатор/топливо 0,05, скорости перемешивания 300 об/мин, времени реакции 15 мин, частоте ультразвука 28 кГц и интенсивности излучения 0,408 Вт/см² с последующей 2-кратной экстракцией растворителем (ДМФА). Степень удаления серосодержащих соединений при экстракции составляет 94,8 и 67,2 % для обработанного и необработанного ультразвуком топлива, соответственно [13].

Список литературы:

1. Гончарук В. В., Маляренко В. В., Яременко В. А. Использование ультразвука при очистке воды. Химия и технология воды, 2008, т. 30. №3, — С. 253—277.
2. Евдокимов И. Г., Гуреев Ал. А., Косок С. В. Энергетическая активация нефтяных остатков в дезинтеграторе. Химия и технология топлив и масел, 1992, № 1, — с. 26—28
3. Каптерев С. В., Юр Г. С., Пословина Л. П. и др. Получение низших олефинов низкотемпературным пиролизом углеводородного сырья. Мат-лы IV международной конференции в 2-х томах. Томск: «СТТ», 2000 Т.2. — с. 294—297
4. Кузеев И. Р., Хафизов Ф. Ш., Саммигуллин Г. Х. и др. Акустическая интенсификация процесса каталитического крекинга. Труды АО «Ново-Уфимский НПЗ» Вып. 2. «Исследование, интенсификация и оптимизация химико-технологических систем переработки нефти», М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1996, — с. 63—70
5. Курочкин А. К. НДС и ультразвук. Матер. 2-го Междун. симпозиума «Наука и технология углеводородных дисперсных систем», Уфа, 2—5 окт. 2000, Науч. тр. Т. 1, Уфа, 2000, — с. 31—32
6. Ларионов С. Л., Архипова О. В., Обухова С. А. Влияние механического воздействия на свойства нефтяных дисперсных систем. Материалы международного симпозиума «Наука и технология углеводородных дисперсных систем». Уфа, 2—5 окт. 2000, Научн. Тр. Т.2, Уфа, 2000, — с. 47—50
7. Мухаметзянов И. З., Хафизов Ф. Ш., Кузеев И. Р. Фрактальная модель конденсированных нефтяных систем. Проблемы синергетики Тез. докл. науч. техн. конф. – УНИ, Уфа, 1989, - с. 60
8. Патент Украины 37716 МПК(6) С 10 G 15/00. Заявлено 2000 Способ ультразвукового крекинга углеводородных соединений, 2001
9. Теляшев И. Р., Давлетшин Л. Р., Везиров Р. Р. Исследование превращений нефтяных остатков при ультразвуковой обработке. Сб. Материалы 47-й НТК студентов, аспирантов и молодых ученых. Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, 1996, т. 1, — с. 156—1
10. Хафизов Ф. Ш. Разработка технологических процессов при использовании волновых воздействий. Автореф. дис. д.т.н., Уфа, 1996, 45 с., УГНТУ
11. Чистовалов С. М., Чернов А. Н. Способы интенсификации различных химико-технологических процессов путем наложения низкочастотных колебаний и их аппаратурное оформление, Химическая промышленность, 1997, №8 (563), — с. 31—35
12. Fuel — 2003 — v.82 — №4 — с. 405—414
13. Petrol. Process and Pet rochem. — 2006 — v.37— №2 — с. 30—33

ОСОБЕННОСТИ КОАГУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ШЛАМА БЕЛОГО ЦЕМЕНТА

Черняк Лев Павлович

*д-р техн. наук, профессор НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина
E-mail: lpchernyak@ukr.net*

Миронюк Алексей Владимирович

*канд. техн. наук, ассистент НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина
E-mail: airshape@ukr.net*

Дорогань Наталия Александровна

*аспирант НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина
E-mail: zaya_20082008@ukr.net*

Химическая технология белого цемента имеет ряд отличительных особенностей, включающих ограничения по химическому составу сырья, операции по отбеливанию клинкера, введение специальных добавок и увеличение тонины помола [1, 2]. Использование при этом мокрого и комбинированного способов производства позволяют достичь высокой степени гомогенизации сырьевой смеси в процессе подготовки шлама, анализ структурно-механических и реологических свойств которого, предпринятый в данной работе, важен для оптимизации технологических параметров.

Выбор и характеристика сырья

В соответствии с требованиями химической технологии производства белого цемента по минимизации содержания в исходном сырье красящих оксидов в данной работе использовали как карбонатный компонент обогащенный новгород-северский мел, как глиноземсодержащий компонент обогащенный каолин КС-1, кварцевый песок.

Новгород-Северское месторождение мела с запасами 242 млн. т. является одним из наибольших в Европе. На базе месторождения работает ЗАО «Новгород-Северский завод строительных материалов», который специализируется на добыче и производстве обогащенного тонкодисперсного мела (ГОСТ 12085-88).

Мел, основным порообразующим минералом которого является кальцит CaCO_3 , отличается высокими показателями белизны и дисперсности (табл. 1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели мела

Марка	CaCO ₃ +MgCO ₃ в перерасчете на CaCO ₃ , %	Массовая доля веществ не растворимых в HCL	Fe ₂ O ₃ , %	Влажность %	Массовая доля песка, %	Белизна, %	Остаток на сите		
							№ 0,2	№ 0,14	№ 0,045
ММС 1	98,2	1,3	0,15	0,2	0,01	85	-	-	0,2

Содержание основного породообразующего минерала каолинита Al₂O₃•2SiO₂•2H₂O в первичных каолинах Украины составляет 55-60 мас. %, а после обогащения возрастает до 90 мас. % (табл. 2).

Таблица 2.

Физико-химические показатели каолина (ГОСТ 21286 – 82)

Показатели	Каолин КС-1
Fe ₂ O ₃ , не более, мас.%	1,0
Al ₂ O ₃ , не менее, мас.%	35
TiO ₂ , не более, мас.%	1,2
CaO, не более, мас.%	0,9
(Fe ₂ O ₃ +TiO ₂), не более, мас.%	2,0
pH	7,5-9,5
Остаток на сетке 0063, мас.%, не более	0,6
Прочность на изгиб после сушки, МПа, не менее	не норм.
Влажность, мас.%, не более	22,0

Кварцевый песок месторождений Харьковской обл. после добычи, измельчения и обогащения содержит малые примеси оксидов железа и глины.

Расчет состава сырьевой смеси АМ5 для получения клинкера белого цемента был проведен на основе анализа химического состава проб компонентов при заданных значениях коэффициента насыщения КН=0,87 и силикатного модуля n=3,4 (табл. 3, 4).

Таблица 3.**Химический состав сырьевых материалов, (мас. %)**

Компоненты	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	П.п.п	Сумма
Мел	0,01	1,3	0,15	55,0	0,34	-	43,2	100,0
Каолин	47,20	36,22	0,32	0,31	0,22	0,24	13,0	97,51
Песок кварцевый	97,93	1,56	0,45	0,04	-	-	0,02	100,0

Рассчитанный таким образом состав сырьевой смеси содержит, мас. %: мел ММС-1 80,1, каолин КС-1 8,5, песок кварцевый 11,4.

Таблица 4.**Химический состав сырьевой смеси и клинкера, (мас. %)**

Компоненты	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	П.п.п	Сумма
Мел – 80,1	0,01	1,04	0,12	44,06	0,27	-	34,60	80,10
Каолин – 8,5	4,01	3,08	0,03	0,03	0,03	0,02	1,11	8,50
Песок – 11,4	11,16	0,18	0,05	0,004	-	-	0,002	11,40
Сырьевая смесь	15,30	4,35	0,22	44,10	0,30	0,02	35,71	100,0
Клинкер	23,80	6,77	0,34	68,60	0,46	0,03	-	100,0

Полученные исходя из расчетного состава клинкера значения коэффициента насыщения $KH=0,86$, силикатного $n=3,35$ и глиноземного $p=19,91$ модулей отвечают характеристикам белого цемента.

Принятый в работе для сравнения шлам сырьевой смеси № для получения портландцемента типа ПЦ-1 характеризуется типовым составом, мас. %: известняк 80,0, глина полиминеральная 20,0.

Анализ структурно-механических и реологических характеристик цементного шлама

Главной задачей структурно-механического анализа является определение параметров коагуляционной структуры минеральных дисперсий, в данной работе — цементного шлама [3—5]. С этой целью на приборе Вейлера-Ребиндера снимали кривые течения при различных нагрузках, а затем по графической зависимости быстрой и медленной эластических, а также скорости пластической деформаций от нагрузки рассчитывали характеристики и определяли структурно-механический тип системы.

Показатели реологических свойств шлама определяли с использованием ротационного вискозиметра “Reotest-2”. При этом

эффективную вязкость системы измеряли в диапазоне градиента скорости сдвига 3—1310 с⁻¹ при 20 °С.

Реологические характеристики шлама определялись на основе анализа графических зависимостей эффективной вязкости и скорости сдвига от напряжения сдвига.

Исследование деформационных процессов водных дисперсных систем показало (табл. 3, 4), что по характеру развития деформаций — быстрой эластической ϵ_0' , медленной эластической ϵ_2' и пластической $\epsilon_1'\tau$ пробы шлама относятся к IV-му структурно-механическому типу, когда $\epsilon_1'\tau > \epsilon_0' > \epsilon_2'$.

Таблица 5.

Структурно-механические характеристики проб цементного шлама

Код Проб (влажность, мас. %)	Модуль быстрой эластической деформации $E_1 \cdot 10^{-4}$, Па	Модуль медленной эластической деформации $E_2 \cdot 10^{-4}$, Па	условный статический предел текучести $R_{к1}$, Па	Наибольшая пластическая вязкость $\eta_1 \cdot 10^{-2}$, Па·с	эластичность λ	Статическая пластичность $\frac{P_{к1}}{\eta_1} \cdot 10^{-2}$ с ⁻¹	период истинной релаксации и θ_1 , с	Условный модуль деформации и $E_\epsilon \cdot 10^{-3}$, ерг/см ³
№р (37,6)	32,6	125,4	1,40	28,5	0,21	4,91	110,6	2,57
AM5 (37,4)	63,4	218,1	7,67	120,6	0,23	6,36	245,5	9,66

Вместе с тем имеет место существенное различие в количественных значениях и соотношении указанных разновидностей деформации. Так шлам белого цемента AM5 отличается от шлама №р меньшим развитием ϵ_0' и ϵ_2' , $\epsilon_1'\tau$, которые составляют $0,32 \cdot 10^8$, $0,09 \cdot 10^8$, $1,66 \cdot 10^8$ против соответственно $0,61 \cdot 10^8$, $0,16 \cdot 10^8$, $7,02 \cdot 10^8$.

Следовательно в шламе AM5 по сравнению с №р при замене полиминеральной монтмориллонитсодержащей глины на смесь каолина и кварцевого песка уменьшается число наиболее прочных контактов частиц типа угол-угол, угол-ребро, ребро-ребро, характерных для развития ϵ_0' , а также типа плоскость-угол, плоскость-ребро, плоскость-плоскость, характерных для развития ϵ_2' .

Преобладающее развитие пластических деформаций $\varepsilon_1 \cdot \tau$ указывает на неустойчивость и хорошую текучесть проб шлама. При этом устойчивость, определяемая коэффициентом $K_y = \varepsilon_0' / C$ (где C — концентрация дисперсной фазы), в случае шлама АМ5 существенно больше — 0,25 против 0,12.

Независимо от указанных особенностей в количестве и соотношении разновидностей деформации шлам белого цемента характеризуется большим, чем шлам Нр, условным модулем деформации E_ε , который указывает на силу молекулярного взаимодействия и энергию связи частиц дисперсной фазы.

Повышение прочности шлама ВМ5 подтверждается также значительным ростом статического $R_{к1}$ и динамического $R_{к2}$ пределов текучести.

Таблица 6.

Реологические показатели проб цементного шлама

Код пробы (влажность, мас. %)	условный динамический предел текучести $R_{к2}$, Па	наименьшая пластическая вязкость $\eta_m^X \cdot 10^{-2}$, Па·с	динамическая пластичность $\Psi \cdot 10^4$, с ⁻¹
Нр (37,6)	4,34	0,4	0,108
АМ5 (37,4)	38,28	10,5	0,036

Полученные экспериментальные данные показывают, что при равной концентрации дисперсной фазы упрочнение и повышение вязкости пробы белого цемента определяются, главным образом, большим числом контактов частиц в водной системе мел-каолин-кварцевый песок по сравнению с системой известняк-полиминеральная глина в случае пробы Нр. В свою очередь, это связано с различием минералогического состава сравниваемых сырьевых смесей — повышением концентрации кальцита и каолинита в случае пробы АМ5.

Выводы

Важным условием оптимизации состава сырьевой смеси для производства портландцемента мокрым и комбинированным способами является достижение определенных параметров коагуляционной структуры шлама.

Структурно-механические и реологические свойства шлама как водной дисперсной системы зависят от химико-минералогического состава, свойств поверхности, размера частиц и концентрации

дисперсной фазы. При этом повышение концентрации кальцита и каолинита в сырьевой смеси для получения клинкера белого цемента способствует увеличению числа и прочности контактов частиц в водной дисперсной системе.

Комплексное использование тонкодисперсного мела, каолина и кварцевого песка в составе сырьевой смеси способствует повышению кинетической стойкости шлама, что имеет позитивное практическое значение для технологических операций его подготовки, накопления и транспортировки.

Список литературы:

1. Богомолов Б. Н., Голыбин А. М., Полхлеб Т. В., Шейко А. Н. Разработка технологии производства цветных цементов в Сибири // Технология белого и цветных цементов. Ростов н/Д, 1965. — С. 50—59.
2. Грачмян А. Н., Гайджуров П. П., Зубехин А. П., Вэтыч Н. В. Технология белого поргланццемента. М.: Стройиздат, 1970. — 72 с.
3. Круглицкий Н. Н. Основы физико-химической механики. Ч.3. К.: Вища школа, 1977. — 136 с.
4. Ничипоренко С. П., Круглицкий Н. Н., Панасевич А. А., Хилько В. В. Физико-химическая механика дисперсных минералов. / Под общ. ред. Ничипоренко С.П. К.: Наукова думка, 1974. — 246 с.
5. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика. — М.: Знание, 1958. — 64 с.

СЕКЦИЯ 11

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ИЗУЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМОДИФИЦИРОВАННОГО КОРНЯ ЛОПУХА В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Масалова Наталья Владимировна

*аспирант, кафедра Технологии пищевой продукции, ДВФУ,
г. Владивосток*

E-mail: Masalova77@mail.ru

Чеснокова Наталья Юрьевна

*канд. биол. наук, доцент, кафедра Технологии пищевой продукции,
ДВФУ, г. Владивосток*

Левочкина Людмила Владимировна

*канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой Технологии пищевой
продукции, ДВФУ, г. Владивосток*

Анализ состояния здоровья населения Земли убедительно свидетельствует о неуклонном росте числа лиц, страдающих или склонных к различным заболеваниям, прежде всего к тем, которые получили название «болезни цивилизации» (оппортунистические инфекции, болезни сердца и сосудов, рак, мочекаменная и желчекаменная болезни, бронхиальная астма, гепатиты различного генеза, ожирение, подагра, остеохондроз, остеопороз, сахарный диабет и другие). По данным экспертов Всемирной Организации здравоохранения, многие из этих болезней ведут не только к смерти, но и являются ведущей причиной временной потери трудоспособности или инвалидности в самом работоспособном возрасте. [2, 9].

Одна из важнейших причин, вызвавших негативные тенденции в состоянии здоровья населения России, — это нарушение рациона питания, обусловленное недостаточным потреблением полноценных

белков, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов (кальция, йода, железа, фтора, селена) и неоптимальным их соотношением.

Реально и достаточно быстро улучшение здоровья населения РФ возможно лишь в результате проведения комплекса мероприятий, в которых ведущую роль играло бы улучшение структуры питания. По-видимому, единственным высокоэффективным решением исключительно трудноразрешимой задачи коррекции структуры питания россиян является широкое использование функциональных продуктов питания.

На сегодняшний день под термином «функциональные пищевые продукты» понимают такие продукты питания, которые предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с целью снижения риска развития заболеваний, связанных с питанием, сохранения и улучшения здоровья за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

В понятие функциональной пищи входят пищевые продукты, которые подвергаются элиминации, обогащению или замене по составу нутриентов (пищевых веществ — макро- и микронутриентов) и биологически активных веществ. Наиболее яркими примерами функциональной пищи являются пищевые продукты, обогащенные пищевыми волокнами (в том числе и пребиотиками), пробиотиками — микроорганизмами (бифидо- и лактобактериями), антиоксидантами, витаминами (А, Е, С и др.), минеральными веществами (кальцием и др.), микроэлементами (железом, цинком, фтором, селеном и др.) и флавоноидами (фитострагенами, кверцетинами и др.) [1, с. 131].

Таким образом, для производства продукции в широком ассортименте требуется как можно больше разнообразного высококачественного сырья растительного происхождения, такого как дикорастущие травянистые растения, обладающие высокими потребительскими свойствами.

Развитие современных традиционных технологий переработки растительного сырья приводит к уменьшению содержания в нем пищевых волокон, и соответственно возникает необходимость дополнительного введения их в рацион питания.

Одним из источников функциональных ингредиентов, а именно пищевых волокон, признаны дикорастущие растения. Необходимо более внимательно подойти к вопросу изучения некоторых дикорастущих растений, таких как лопух. Способы переработки и использование в кулинарии лопуха еще недостаточно изучены, в сборниках рецептов не встретишь блюд с добавлением этого растения. Поэтому исследования в этом направлении должны привлекать внимание специалистов и ученых. Одной из целей таких исследований

может являться разработка пищевых продуктов с использованием корня лопуха для увеличения пищевой ценности продукта.

В России произрастает 6—8 видов лопуха. В сухом веществе лопуха содержится протеина 18,4 %, белка — 15,4 %, жира — 1,5 %, клетчатки — 22,3 %.

Химический состав лопуха изучен недостаточно. В корнях растения содержится до 45 % полисахарида инулина, 12,3 % протеина, эфирное масло, пальмитиновая, стеариновая кислоты, ситостерин и стигмастерин.

В нашей работе был изучен лопух большой, выращенный в условиях Приморского края, степенью зрелости от одного до двух лет.

Нами была проведена биомодификация корня лопуха путем кислотного, ферментативного и кислотно-ферментативного гидролиза. В качестве фермента использовался Целлолюкс F — комплексный фермент, содержащий комплексы целлюлаз (2000±200 ед/г), ксиланаз до 8000 ед/г, глюканаз до 1500 ед/г. и катализирующий расщепление целлюлозы, ксиланов, бетта-глюканов растительной клетки до легко доступных сахаров.

После проведения биомодификации волокна корня лопуха размягчились, цвет корня менялся от темно-коричневого, почти черного до светло-персикового, кремового. Вкус и запах после проведения биомодификации стали намного мягче, приглушеннее.

Дальнейшей целью работы стало изучение физико-химических показателей и безопасности биомодифицированного корня лопуха.

Поскольку продукты, богатые клетчаткой, используются в диетотерапии, как средство выводящее холестерин из организма, в работе было определено содержание клетчатки в корнях лопуха.

Результаты определения содержания клетчатки представлены на рисунке 1.

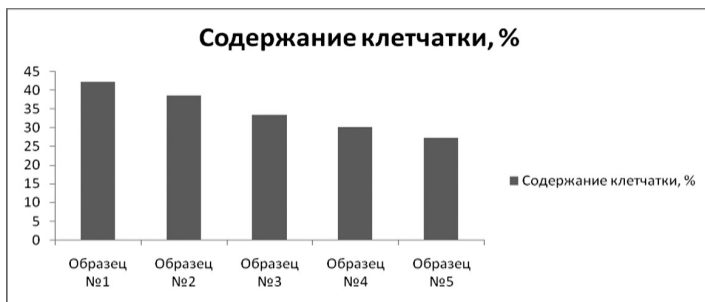


Рисунок 1. Содержание клетчатки в подготовленных образцах корня лопуха.

Образец № 1 — свежий измельченный корень лопуха, образец № 2 — гидролизованный измельченный корень лопуха, образец № 3 — измельченный корень лопуха, подвергшийся кислотному гидролизу, образец № 4 — измельченный корень лопуха, подвергшийся ферментативному гидролизу, образец № 5 — измельченный корень лопуха, подвергшийся кислотно-ферментативному гидролизу.

Изучив содержание клетчатки в исследуемых образцах, можно сделать вывод, что самое высокое содержание клетчатки в образце № 1, где корень лопуха подвергался только механической обработке. Самое низкое содержание клетчатки в образце № 5, так как корень лопуха подвергся самой жесткой обработке из представленных образцов.

Следующим этапом было определение наличия токсичных элементов в корне лопуха. Результаты представлены на рисунке 2.

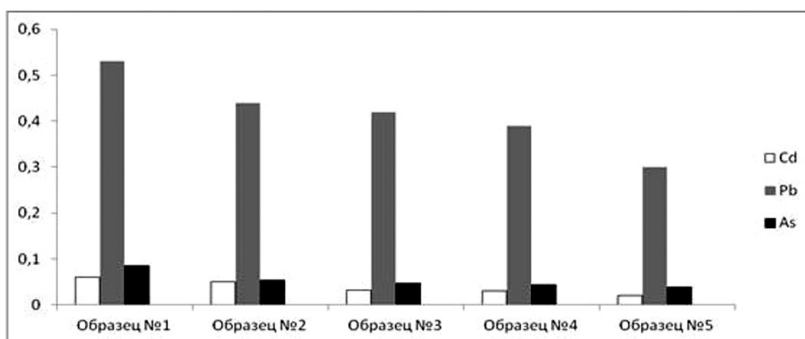


Рисунок 2. Наличие токсичных элементов

Образец № 1 — механическая обработка корня лопуха, образец № 2 — гидролизованный измельченный корень лопуха, образец № 3 — измельченный корень лопуха, подвергшийся кислотному гидролизу, образец № 4 — измельченный корень лопуха, подвергшийся ферментативному гидролизу, образец № 5 — измельченный корень лопуха, подвергшийся кислотно-ферментативному гидролизу.

В исследовании корня лопуха на безопасность просматривалась та же тенденция — в не гидролизованном корне лопуха были самые высокие показатели тяжелых металлов, в образце № 5, подвергнутом кислотно-ферментативному гидролизу, самые низкие показатели содержания тяжелых металлов.

Далее нами были проведены пробные выпечки пряников заварных с добавлением корня лопуха различной биомодификации. У изделий с биомодифицированным корнем лопуха, по сравнению с

изделиями с сырым корнем, значительно улучшилась структура мякиша, консистенция пряников стала более нежной, волокна сырья были намного мягче, чем в образцах с необработанным корнем лопуха.

Добавление корня лопуха в изделие улучшает его консистенцию, делает его мягким и пышным, кроме того, черствение изделия происходит медленней. Кроме того добавки корня лопуха положительно влияют и на вкус и аромат пряников.

Результаты органолептической оценки пряников заварных с модифицированным корнем лопуха представлены на рисунке 3.

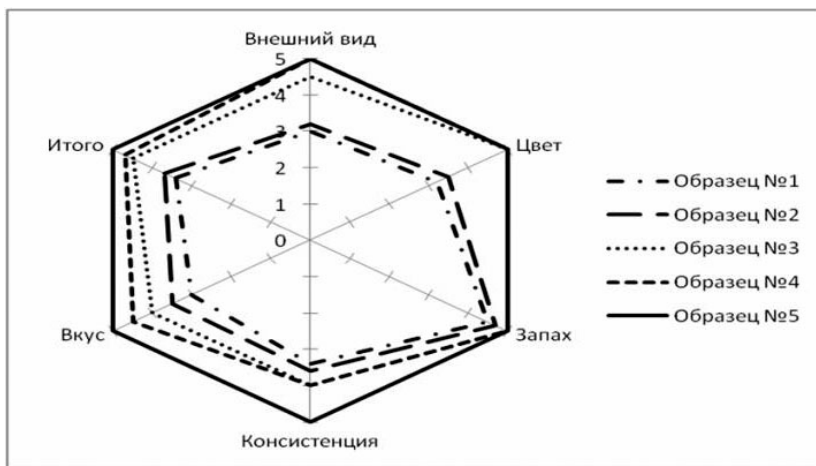


Рисунок 3. Сравнение органолептических показателей пяти образцов с добавлением корня лопуха, обработанного разными способами

На органолептические показатели кондитерского изделия также влияет содержание введенного биомодифицированного корня лопуха. Биомодифицированным корнем лопуха заменяли 15 %, 20 % и 30 % муки в изделии.

Результаты органолептической оценки пряников заварных с разным процентным содержанием биомодифицированного корня лопуха представлены на рисунке 4.

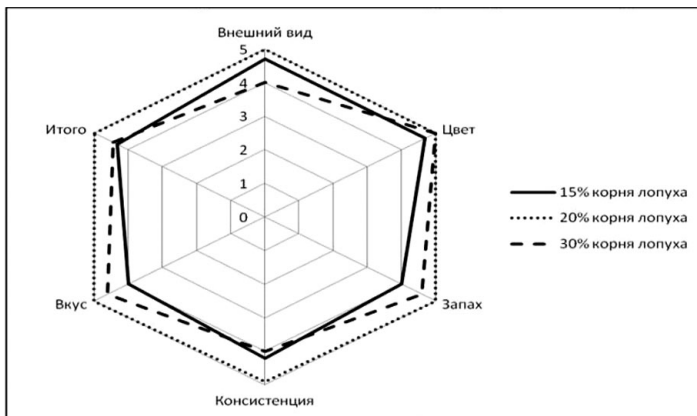


Рисунок 4. Сравнение органолептических показателей трех образцов с разным процентным содержанием биомодифицированного корня лопуха

В результате проведенных исследований был сделан вывод, что наилучшими органолептическими свойствами обладает образец пряников заварных с 20 % заменой муки на биомодифицированный корень лопуха.

Была подсчитана пищевая и энергетическая ценность пряников заварных с 20 % заменой муки на корень лопуха.

Содержание белков составляет 6,9 г, жиров 5,9 г, углеводов 68,6, энергетическая ценность 356,38 ккал.

Пищевая и энергетическая ценность пряников заварных с 20 % заменой муки на корень лопуха выше, чем у контрольного образца без добавления корня лопуха, следовательно, мучные кондитерские изделия с экстрактом корня лопуха обогащены пищевыми волокнами и могут быть рекомендованы как функциональные продукты питания.

Список литературы:

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии./Под ред. А. А. Кочетковой. — М.: ДеЛи принт, 2009. — 288 с.
2. Шендеров Б. А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома / Б. А. Шендеров. — М.: ДеЛи принт, 2008. — 319 с.
3. Чеснокова Н. Ю., Левочкина Л. В., Масалова Н. В. Разработка технологии новых продуктов питания на основе гидролизованного корня лопуха. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2010», Том 5 Технические науки, Одесса 2010, — с. 69—70.

СЕКЦИЯ 12

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФИГУР ДЕВУШЕК-ПОДРОСТКОВ

Иващенко Мария Алексеевна

аспирант, ОГИС, г. Омск

E-mail: Mazyanya@gmail.com

Коробова Антонина Брониславовна

канд. техн. наук, профессор, ОГИС, г. Омск

Индивидуальная фигура подростка имеет множество особенностей, так как в этот период происходит наиболее активное формирование телосложения. Для них характерны длинные конечности и короткое туловище, что делает зрительно девушек более стройными. Форма нижних конечностей в зависимости от положения осей бедра и голени, а также положения головки бедренной кости в тазобедренном суставе подразделяются на нормальные, Х-образные, О-образные, Л-образные.

Ноги, как и руки, в зависимости от степени развития мышц и подкожно-жирового слоя могут быть нормальные, мускулистые, жилистые, худые и полные (равномерно или с локализацией жиросложений на отдельных участках).

Изменения с возрастом имеют однонаправленный характер и заключаются в абсолютном увеличении тела и всех его частей. В связи с этим рост обхватов поперечных размеров тела носит пикообразный характер, когда большие по величине приросты чередуются с малыми. Таким образом, процесс акселерации влияет на изменение линейных размеров тела.

Проведенное в 2000—2001 гг. ОАО «Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности» антропометрическое обследование детей — от новорожденных до подростков 18 лет — показало, что все дети стали значительно выше.

Установлено, что у детей младшего возраста параллельно с процессом акселерации наблюдается увеличение обхватных размеров, особенно обхвата талии, а старшие школьники и подростки, наоборот, стали стройнее [6, 7]. В отличие от детей и взрослых подростки длинноноги, узкоплечи и короткотуловищны [4, 8]

Известные на сегодняшний день классификации в полной мере отражают типы пропорций тела современного населения и позволяют легко и достаточно точно его диагностировать [2]. Однако существующие классификации не в полной мере учитывают особенности фигур подростков. Современные подростки являются той категорией населения, которая в большей степени подвержена изменению размеров тела по причине интенсивного развития организма в этот период жизни. Подростков нельзя в полной мере отнести к взрослому населению, но в то же время они уже не относятся и к категории детей.

Пропорции тела определяются — национальной принадлежностью, географическими и климатическими условиями района проживания, наследственными факторами. А также определённое влияние на пропорции фигуры оказывает занятия спортом. За основной показатель, определяющий тип пропорций частей тела, принято отношение длины туловища к росту [3].

В размерной типологии для швейной промышленности рассматривают две системы типовых фигур. Одна из них носит название антропометрического стандарта (ГОСТ), другая конструкторского стандарта (ОСТ). Эти стандарты разработаны как для взрослых, так и для детей.

Во многом существующие методы определения телосложений основываются на визуальной оценке исследуемого объекта. В некоторых методах наряду с визуальной оценкой используются частичные антропометрические измерения. В программу измерений включаются признаки, определяющие величину тотальных размеров тела (линейные и дуговые), признаки, определяющие пропорции, и описательные признаки, характеризующие типы телосложения.

Многие существующие классификации [1, 5] носят универсальный характер, то есть используются для визуальной оценки, как взрослого населения, так и в качестве детско-подростковых классификаций из-за недостаточной разработанности типов детских и подростковых телосложений.

Для получения достоверной информации при проектировании одежды необходимо знание особенностей внешней формы тела подростка, размеров отдельных частей тела и соотношений их между собой, понимание характера связей, закономерностей изменчивости и

методов исследований размеров тела. К основным морфологическим признакам относятся: тотальные или общие признаки, пропорции тела, телосложение и осанка [2].

Все особенности фигуры подростка подразделяют на желательные (тонкая талия, высокая грудь и т. д.) и нежелательные, т. е. отклонения индивидуальной фигуры от типовой, которые необходимо умело корректировать, скрывать при помощи одежды.

Для учета всех нежелательных особенностей нижних конечностей подростка предлагается подразделить участок от линии талии до щиколоток на 7 зон. Они выбраны в соответствии с высотами антропометрических точек, расположенных в тазовом поясе (например, точка высоты линии талии, точка высота линии бедер и т. д.) (рисунок 1).

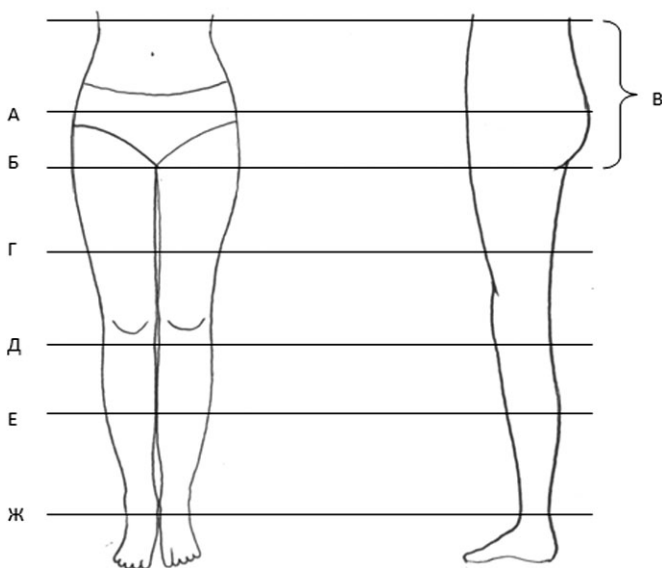


Рисунок 1. Определение зон нижних конечностей:

А — область талии; Б — область бедер; В — область ягодиц и живота; Г — область бедренной кости; Д — область коленей; Е — область икр; Ж — область щиколоток

В результате анализа размерной характеристики, представленной в ОСТ 17-66-88 «Изделия швейные, трикотажные, меховые. Типовые фигуры девочек. Размерные признаки для проектирования одежды» на подростковую группу, отмечена нехватка, а зачастую и вовсе

отсутствие, размерных признаков и как следствие получения не полной картины отклонений нижних конечностей подростка от идеальной фигуры. Этот факт привел авторов к введению новых размерных признаков и антропометрических точек, позволяющих исследовать фигуры подробно.

При проведении антропометрического обследования для получения точных данных измерения производят между определенными точками на теле человека (так называемыми антропометрическими точками), или по точно очерченным границам на мягких тканях, специфическим кожным образованиям.

Для снятия размерных признаков необходимо отметить антропометрические точки на фигуре девушки-подростка (рисунок 2).

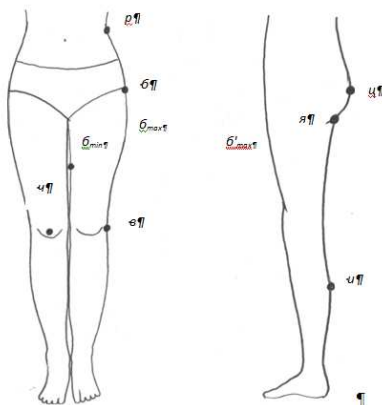


Рисунок 2. Антропометрические точки:

***б — точка высоты линии бедер; *б_{min} — точка наименьшего обхвата бедра; *в — верхнеберцовая внешняя точка; *и — выступающая точка икры; р — точка высоты линии талии; ц — ягодичная точка; ч — коленная точка; *я — точка высоты подъягодичной складки**

*Примечание: * — нововведенные антропометрические точки*

При проведении антропометрических исследований необходимо пользоваться только специальным, стандартным, проверенным инструментарием и строго соблюдать унифицированную методику измерений, всегда пользуясь точно определенными антропометрическими точками.

Для полного анализа недостатков нижних конечностей подростков недостаточно только размерной характеристики фигуры, также необходимо визуальное исследование. Данную информацию можно получить с помощью метода фотограмметрии.

Снимки фигур позволяют определить проекционные размерные признаки, и дают подробную информацию о форме тела человека, а их использование в методике проектирования увеличит точность построения конструкций.

Итогом проделанной работы является программный продукт, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616176 «Виртуоз — LSM: Измерение», позволяющий получить абрис фигуры и дополнительные размерные характеристики с фотографии.

Список литературы:

1. Боярский А. П. Методика оценки некоторых антропологических показателей по двум основным размерным признакам / А. П. Боярский, В. В. Розентлет // Вопросы антропологии. — М.: МГУ, 1976. — Вып. 53— С. 57—70
2. Дунаевская Т. Н. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии: Учебник для высш. учеб. заведений легкой пром-сти. — 2-е изд., испр. и доп. / Т. Н. Дунаевская, Е. Б. Коблякова, Г. С. Ивлева — М.: Легкая индустрия, 1980. — 216 с.: ил
3. Иваницкий М. Ф. Анатомия человека. Ведение в анатомию. Двигательный аппарат. Учение о движениях. 4-е изд., испр./ М. Ф. Иваницкий — М.: Физкультура и спорт, 1965. Т.1.
4. Маковецкая Г. А. Ребенок. От рождения до юности / Г. А. Маковецкая, Л. И. Захарова, Т. И. Стуколова. — Самара: Самарский государственный медицинский университет, 1997. — 416 с.
5. Медведева Т. В. Художественное конструирование одежды: Учеб. Пособие; Рец.: каф. «Технологии и конструирования швейного производства» Московского государственного университета дизайна и технологии д-р техн. наук, профессор В. Е. Мурыгин, Московский государственный университет сервиса канд. техн. наук, доцент И. Н. Каграманова. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. — 480 с.
6. Проектирование соразмерной одежды для девочек подросткового возраста по новой размерной типологии детей [электронный ресурс]. — режим доступа — URL: <http://www.modnaya.ru/library/011/014.htm> (дата обращения: 11.05.2010)
7. Типовые фигуры девочек. Величины размерных признаков для проектирования. М.: ОАО «ЦНИИШП». — 2002
8. Хомякова И. А. Формирование пропорций скелета у девочек различных конституциональных типов // Вопросы антропологии. — М.: Изд-во Московского университета. — 1991. — Вып. 85 — С. 53—66

ТРИКОТАЖ ДЛЯ СТЕКЛО- И УГЛЕПЛАСТИКОВ

Шленникова Ольга Александровна

канд. техн. наук., вед. специалист ООО ПКФ ЭКМ г. Москва

E-mail: pkfekm@mail.ru

Дальнейшее развитие техники неразрывно связано с созданием новых конкурентоспособных материалов, эксплуатационные свойства которых, отвечают требованиям научно-технического прогресса XXI века. Стекло- и углепластики — важнейшие конструкционные материалы современной техники. Технический трикотаж для этих целей является сравнительно новым материалом, отвечающим специфическим требованиям, предъявляемым к наполнителям для термостойких пластиков, таким как: сырьевой состав, прочностные характеристики, объёмная плотность и другие физико-механические свойства. Использованию трикотажа в пластике способствуют три основных преимущества перед остальными видами текстильного производства: высокая производительность трикотажного оборудования, возможность получения заготовок заданной формы и способность трикотажа к большим деформациям. Стекланные и углеродные нити являются нетрадиционным сырьем в трикотажном производстве, его переработка связана с определенными трудностями, однако имеющийся опыт работы позволил получить образцы технического трикотажа на кулирных и основовязальных машинах [7].

Углеродный трикотаж и стеклотрикотаж, как текстильный материал, имеет сложную петельную структуру. Свойства трикотажа определяются формой, размерами, расположением петель, свойствами сырья и т. д. [6] — всё это необходимо учитывать в известных и при разработке новых структур наполнителей. Для качественной оценки свойств трикотажных полотен применяют разрывные характеристики (разрывная нагрузка, удлинение при разрыве), полученные при однократном растяжении трикотажа [2]. Изготовление деталей с использованием полотна как наполнителя производят простой обтяжкой, с растяжением и кольцевой обтяжкой учитывая деформационные свойства полотен [1]. Основные показатели свойств кулирных (или поперечновязанных) полотен приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-механические свойства кулирных полотен

№ п/п	Вид переплетения	Поверхностная плотность кг/м ²	Толщина мм	Разрывная нагрузка Н	Удлинение при разрыве %
Кремнезёмная нить					
1..	Гладь	0,3÷0,5 ...	0,6÷0,8....	200÷300	47 ÷ 50....
2	Ластик	0,6÷0,7	1,2÷1,4	550÷750	52 ÷ 56
Кварцевая нить					
3	Гладь	0,4÷0,6	0,7÷0,9	400÷500	45÷55
4	Ластик	0,7÷0,9	1,3÷1,6	700÷850	58÷60
Углеродная нить					
5	Ластик....	0,8÷0,9	1,6÷1,8	250÷320	20÷22

Углеродный трикотаж — получен на основе трикотажа, карбонизованного в полотне с вытягиванием.

Для наполнителей из основовязаного трикотажа разработаны структуры переплетений, обеспечивающие необходимые свойства пластика. Для повышения прочности, толщины и объемной плотности основовязаный трикотаж образован двухслойным переплетением сукно, с вязанной в него цепочкой, что позволило в каждом структурном элементе петли увеличить количество нитей, ориентированных по длине. Увеличение прочности по ширине и наращивание толщины трикотажа осуществляется в основном за счет двух систем уточных нитей, вязанных в каждый структурный элемент, таким образом, что растягивающим усилиям сопротивляются 24 нити утка [8]. Наполнитель из основовязаного стеклотрикотажа имеет объемную плотность не ниже 1,6 мг/мм³. Показатели свойств основовязаных полотен из кремнезёмных, кварцевых и углеродных нитей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-механические свойства основовязаных полотен

№ п/п	Поверхностная плотность ...кг/м ²	Толщина мм	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %	
			По длине	По ширине	По длине	По ширине
Кремнезёмные нити						
1	2,6	3,3	1870	1500	39	40
2	2,9	3,9	2480	1530	50	58
Кварцевые нити						
3	4,5	5,4	3700	3470	50	48
4	5,5	4,7	2900	2250	41	50
Углеродные нити марки Урал						
5	2,3	4,0	2480	956	24	27
6	1,9	3,7	2880	943	18	34

Применение основовязаного трикотажа в качестве наполнителя при изготовлении текстолитов позволяет снизить трудоемкость при пропитке и сборке пакетов для формования, т. к. один слой такого полотна обеспечивает в пластике толщину примерно 2,5 мм, тогда как один слой ткани (марка КТ-11) примерно 0,2 мм. Свойства стеклотекстолита на основе кремнеземного трикотажного полотна и кремнийорганического связующего, изготовленного методом прямого прессования, показывают, что материал имеет высокие диэлектрические — $3,2\div 3,6 \cdot 10^6$ Гц и теплофизические свойства — 0,55 Вт/мК. Высокие значения его деформативности ($\geq 3,5$ %) и откольной прочности (≥ 250 МПа) свидетельствуют о высокой стойкости термопласта к удару. Показатели свойств пластиков на основе трикотажных наполнителей приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-механические свойства пластика на основе трикотажа

Вид трикотажа	Сырье	Толщина мм	Прочность при растяжении кгс/см ²	Удлинение при разрыве %	Прочность при сжатии кгс/см ²	Прочность при изгибе кгс/см ²
Гладь 10-12 слож.	Кремнезем	8,5	780÷900	1,4÷3	1010÷1320	1540÷1640
Основовяз.	Кремнезем	3,5	≥ 500	$\geq 3,5$	≥ 300	≥ 650
Основовяз.	Кварц	7,3	≥ 500	4÷5	375÷400	800÷850
Ластик 5-7 слож.	Углерод	8,0	-	-	520÷650	-

Наряду с техническими полотнами в трикотажном производстве возможно изготовление цельновязаных наполнителей для текстолитов — это перспективное направление ресурсосберегающей технологии. В мелкосерийном производстве при получении изделий сложной конфигурации применяют ручную выкладку слоев. При этом способ сборки и ориентация слоев наполнителя определяется геометрией детали и формой цельновязаного наполнителя. Отдельные слои наполнителя, пропитанные связующим, наносят на оправку, представленную в форме пластикового изделия [4]. Это трудоемкий технологический процесс, обеспечивающий необходимую ориентацию слоев стеклотрикотажного армирующего наполнителя. Используя возможности ресурсосберегающей технологии, разработан наполнитель, обеспечивающий надежное, плотное соединение и ориентацию слоев, что повышает качество стеклотекстолита [5].

Целенаправленное сочетание переплетений в каждом петельном ряду позволило получить трикотажный наполнитель в виде спирально-деформируемой ленты. Основным преимуществом спиральных лент является: во-первых, обеспечение в широком диапазоне как толщины, так и диаметра пластикового изделия; во-вторых, спиральная лента позволяет получать наполнители не только цилиндрические, но и конические, параболические, гиперболические и т.п.; в-третьих, при вязании лент практически отсутствуют отходы, нет раскройных и швейных операций [3]. Для спирально-деформируемых лент из стеклянных и углеродных нитей разработана методика проектирования зависимости параметров петельной структуры от диаметра заготовки. В таблице 4 представлены свойства углепластика, изготовленного из спиральной ленты прессовым методом при давлении прессования 50 кгс/см^2 и подъеме температуры до 160°C по ступенчатому режиму.

Таблица 4.

Свойства углепластика на основе трикотажной ленты

Содержание связующего, %	Степень отверждения, %	Разрушающее напряжение при сжатии $\sigma_c, \text{кгс/см}^2$
54,3÷55,5	95,8÷97,2	- по окружности 780÷1020 - по радиусу 780÷790

Применение трикотажных наполнителей в стекло- и углепластиках позволяет разрабатывать материалы с заданными свойствами. Назначение и условия эксплуатации пластиков выдвигают требования к наполнителям, которые решаются за счет обоснованного использования известных переплетений, а также разработкой новых

структур полотен. Многообразие трикотажных переплетений создаёт условия целенаправленного формирования наполнителей с необходимыми показателями свойств. Особый интерес представляет ресурсосберегающая технология трикотажных наполнителей, полученных по форме пластикового изделия, что позволит создать конкурентоспособный материал.

Список литературы:

1. Гардымов Г. П., Парфенов Б. А., Пчелинцев А. В. Технология ракетостроения. СПб.:1997. — 319 с.
2. ГОСТ 6943.10—79. Материалы текстильные стеклянные. М.: Изд-во стандартов. 1990
3. Зиновьева В. А., Шленникова О. А. Ресурсосберегающая технология трикотажных изделий технического назначения // Все материалы. 2010. №5. — с. 26—30
4. Карпинос Д. М. и др. Композиционные материалы в технике. Киев.: 1985. — с. 100—102
5. Патент РФ 2391450. Трикотажный армирующий элемент / Шленникова О. А., Зиновьева В. А., Курицын В. Я.// 2010. Бюл. 16
6. Шалов И. И., Далидович А. С., Кудрявин Л. А. Технология трикотажного производства. М.: 1984. — 295 с.
7. Шленникова О. А., Зиновьева В. А. Переработка кремнеземных и углеродных нитей в трикотаж// Химические волокна. 2011. №6
8. Шленникова О. А., Зиновьева В. А. Основовязанный трикотаж для теплозащитных пластиков// Все материалы. 2009. №6. — с. 24—29

СЕКЦИЯ 13

ТЕХНОЛОГИЯ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА КРУГЛОПИЛЬНОГО СТАНКА

Галашев Александр Николаевич

канд. техн. наук, доцент С(А)ФУ г. Архангельск

E-mail: galashev@list.ru

Хвиюзов Михаил Андреевич

старший преподаватель С(А)ФУ г. Архангельск

Русинов Владимир Яковлевич

доцент С(А)ФУ г. Архангельск

Процесс пиления древесины сопровождается рядом одновременно происходящих явлений. Одно из них — неотвратимое нагревание режущего инструмента деревообрабатывающего оборудования. Многочисленными исследованиями [3, 4, 6] установлено, что наибольшее влияние тепловые изменения оказывают на работоспособность круглых пил. При достижении определенных значений и распределения теплового поля круглая пила теряет устойчивую форму плоского диска, после чего неизбежно следует нарушение и прекращение процесса пиления [6].

Если круглопильный станок рассматривать в качестве функционирующей системы [1], то пильный диск является ее элементом, выполняющим основную для всей системы заданную функцию — пиление. В связи с этим логично было бы в качестве диагностического параметра состояния элемента использовать температуру нагрева пильного диска. Но до последнего времени данная физическая величина, как параметр состояния практически не использовалась. Причиной этому было отсутствие термометрических средств, пригодных для использования в системах контроля и управления круглопильных станков.

В последнее время достаточно широкое распространение получили измерительные приборы, определяющие температуру по инфракрасному излучению, называемые инфракрасными термометрами (пирометрами). Высокое быстродействие, достаточная точность, простота измерения и бесконтактный способ обеспечили применение данных приборов в металлургии, энергетике, механике и в бытовых целях [5]. На основании выше изложенного было сформулировано предположение о возможности использования пирометров для определения температуры режущих инструментов (круглых пил) непосредственно в процессе пиления древесины, полученные значения впоследствии использовать для производства прогноза технического состояния.

Прежде чем рассматривать процесс изменения температуры (диагностического параметра), следует отметить действие различных факторов. Влияющие факторы можно разделить на две основные группы — конструктивные (внутренние) и эксплуатационные (внешние).

К первой группе относятся факторы определяющие параметры и качество пилы. Основными параметрами круглых пил являются: диаметр, толщина, количество и форма зубьев. Качество пил определяется материалом и технологией изготовления, предварительной подготовкой вальцеванием и проковкой, состоянием корпуса и зубьев.

Вторая группа объединяет эксплуатационные условия. Основными внешними факторами являются параметры круглопильного станка (скорости резания и подачи, мощность привода) и характеристика распиливаемой древесины (порода, размеры и состояние).

Совместное действие многочисленных внутренних и внешних факторов в полной мере не может быть представлено аналитически, тем не менее, общее проявление выражается в скорости изменения параметра

$$V_{\dot{}} = \Delta T / t. \quad (1)$$

Величина ΔT является случайной, характер её изменения может быть определен экспериментально, но предельное значение устанавливается исходя из условия динамической устойчивости пилы [6]:

$$\Delta T_{\text{дон}}^{\text{max}} = 0,85 \Delta T_{\text{ды}}^{\text{min}}. \quad (2)$$

Температурный перепад по радиусу диска пилы, соответствующий началу потери динамической устойчивости может быть определен по таблицам или по формуле:

$$\Delta T_{dy}^{\min} = \frac{K_n^2 V_\lambda^2 - n^2 (\lambda^2 - B)}{82,2 \cdot 10^5 \frac{f(c, \lambda)}{R_p^2}}, \quad (3)$$

где K_n — коэффициент напряженного состояния диска;

V_λ — частота собственных колебаний невращающейся пилы с нулевым начальным напряжением, 1/с;

n — частота вращения диска, мин⁻¹;

λ — число узловых диаметров, характеризующих форму колебаний;

B — эмпирический табличный коэффициент, °С/кВт;

$f(c, \lambda)$ — безразмерная функция, учитывающая отношение радиуса зажимных фланцев к расчетному радиусу пилы;

R_p — расчетный радиус пилы, м.

Таким образом, работоспособность круглой пилы обеспечивается при соблюдении условия:

$$\Delta \dot{C}_{\text{air}}^{\max} \geq V_t \cdot t. \quad (4)$$

При выполнении экспериментальных исследований учитывались два существенных обстоятельства, непосредственно связанные с использованием пирометра. Дело в том, что для определения действительных значений температуры необходимо учитывать показатель визирования (разрешение) пирометра и коэффициент теплового излучения материала пилы.

Показатель визирования представляет собой отношение диаметра пятна контроля прибора на объекте к расстоянию до объекта, обозначается в технической характеристике пирометра D:S, то есть определяется не температура в точке, а среднее значение температуры в определенной области. Следовательно, чем меньше расстояние до круглопильного диска, тем меньше площадь пятна контроля. Оптическая ось пирометра (ось прицеливания) должна быть направлена к плоскости корпуса пилы по нормали, иначе пятно контроля будет в форме эллипса, что может вызвать изменение среднего значения температуры.

Исходя из того, что кольцо повышенного положительного нагрева располагается в периферийной зоне на величину 0,15—0,2 наружного радиуса [4], окружность центра пятна контроля радиусом R_{Π} должна находиться между окружностью оснований зубьев, радиусом R_1 и окружностью нижней границы кольца нагрева, радиусом R_2

$$R_1 < R_{II} < R_2, \quad (5)$$

$$R_1 = D/2 - h_3, \quad (6)$$

$$R_2 = 0,4D, \quad (7)$$

где D — диаметр пилы, h_3 — высота зубьев, мм.

Расстояние между корпусом пильного диска и чувствительным элементом пирометра определяется условием:

$$L_{II} \leq (0,1D - h_3)/k, \quad (8)$$

где k — коэффициент визирования.

Коэффициент теплового излучения (КТИ) — способность материала испускать инфракрасное излучение. Величина КТИ зависит от свойств материала, состояния и температуры поверхности. Имеющиеся справочные данные для различных материалов содержат средние значения КТИ, без учета конкретных особенностей объекта. Что же касается круглых пил, необходимо отметить, что применяемые в настоящее время пилы отечественных и зарубежных производителей отличаются материалом корпуса, способом обработки и т. д. Сведения о значениях КТИ в таких данных отсутствуют.

В качестве экспериментального прибора был принят инфракрасный пирометр Condrol IR-T2, с диапазоном измерений от -20 до $+500$ °С, при точности измерений $0,2$ °С и показателем визирования 1:8.

В качестве объекта измерений была принята круглая пила для продольной распиловки древесины LEUCO 350 3.2/2.2 Z54. Было установлено влияние КТИ на показания пирометра, которое достаточно адекватно и эффективно выражается линейным уравнением регрессии:

$$T_{\phi} = 1,49T_{II} - 6,59, \quad (9)$$

где T_{II} — показания пирометра, °С.

На следующем этапе исследований выполнялся контроль нагрева протестированного пильного диска в процессе продольного пиления хвойных пиломатериалов на станке Ц6-2.

Результаты исследований показали пригодность инфракрасного термометра для контроля нагрева пильного диска в процессе распиловки.

Значения положительного температурного перепада и скорость нагрева пильного диска имеют определенную зависимость от величины начальной температуры нагрева периферийной зоны и продолжительности межторцовых разрывов.

Список литературы:

1. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2006. — 511 с.
2. Михлин В. М. Прогнозирование технического состояния машин. М.: Колос, 1976. — 288 с.
3. Пашков В. К. Обеспечение работоспособности круглых пил при пилении древесины: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. СПб.: РИО СПбЛТА, 1998. — 36 с.
4. Санев В. И. Обработка древесины круглыми пилами. М.: Лесная промышленность, 1980. — 232 с.
5. Сергеев С. С. Пирометрический тепловой метод и средства неразрушающего контроля объектов электроэнергетики: дисс. канд. техн. наук. СПб., 2004. — 273 с.
6. Стахийев Ю. М. Работоспособность круглых пил. М.: Лесная промышленность, 1989. — 384 с.

СЕКЦИЯ 14

ТРАНСПОРТ

СИСТЕМА КАЧЕСТВА И ЕЁ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Мухаметдинова Лариса Мухаматзакиевна
ассистент кафедры СТС, г. Набережные Челны
E-mail: muhametdinova@mail.ru

В условиях конкуренции расширение сервисного обслуживания своей продукции становится важным средством борьбы за потенциальных покупателей. Для предприятий, оказывающих транспортные услуги и компаний-производителей сложной техники, продукции производственного назначения система фирменного (сервисного) обслуживания является важным элементом товарной политики предприятия. Более того, это серьезный фактор конкурентоспособности выпускаемой продукции и оказываемых ими услуг. Поэтому фирмы рассматривают сервис не как обременительную обязанность, а как неотъемлемую часть маркетинговой политики предприятия [3]. Повышение конкурентоспособности продукции автомобилестроительных предприятий предполагает получение конкурентного преимущества путем повышения качества и расширения масштабов предлагаемых услуг по сервисному сопровождению продукции. Конкуренция, в условиях которой действуют современные предприятия, диктует потребность в повышении эффективности каждого аспекта их деятельности. Сбои в качестве обслуживания снижают восприятие клиентов к сервисной компании и к её марке. К обеспечению приверженности клиентов следует относиться как к условию, непременно для успеха компании в конкурентной борьбе [1].

Для повышения конкурентоспособности предприятия производители внедряют системы качества с сертификацией на соответствие стандартам серии ISO 9000, систему всеобщего управления качеством, управление качеством в рамках компании. С внедрением стандартов серии ИСО 9000 наибольшую актуальность

получила проблема эффективного предоставления услуг. ISO 9000 — серия международных стандартов, описывающих требования к системе менеджмента качества организаций и предприятий. Цель серии стандартов ISO 9000 — стабильное функционирование документированной системы менеджмента качества продукции предприятия-поставщика. Исходная направленность стандартов серии ISO 9000 была именно на отношения между компаниями в форме потребитель/поставщик. Стандарты помогают предприятиям формализовать их систему менеджмента, вводя, такие системообразующие понятия, как внутренний аудит, процессный подход, корректирующие и предупреждающие действия.

Качество — совокупность свойств товаров и услуг, определяющих их способность удовлетворять реальные и потенциальные потребности потребителей [2]. Однако не все товары одного уровня технологического совершенства находятся на одном уровне конкурентоспособности. Выбор клиентом конкретного товара не отражает более высокое качество этого товара по сравнению с другим аналогом. Выбор клиента часто определяется более предпочтительными для него условиями продажи и доставки товара, имиджем предприятия и другими факторами, связанными со свойствами продукта и сопутствующего сервиса. Разработка и создание услуг — это очень важный шаг в создании ценности и удовлетворенности потребителя, так как в процессе покупки услуги потребитель получает или «создает» представление о сервисной фирме. Наиболее важные процессы покупки услуги — это те, в течение которых услуга поставляется потребителю. В эти процессы вовлечены потребитель, организация, предоставляющая услуги, система поставки услуги, физическое окружение и конечно сама услуга, поэтому система поставки услуг должна быть тщательно разработана, а поставщики услуг должны быть хорошо подготовленными для оказания услуги. Жизнеспособность и конкурентоспособность организации часто зависит от того, насколько хорошо она уловила изменения в потребностях и появление новых потребителей и в какой степени хорошо она смогла удовлетворить их созданием новых услуг или улучшениями услуг существующих.

Клиенты ожидают от сервисной организации предоставление услуги, учитывающей их нужды, поэтому деятельность сервисной организации должна быть нацелена на удовлетворение клиента. Создавая дилерско-сервисную сеть производителям необходимо внедрять единые стандарты обслуживания клиентов во всех своих дилерско-сервисных центрах необходимые для достижения единого

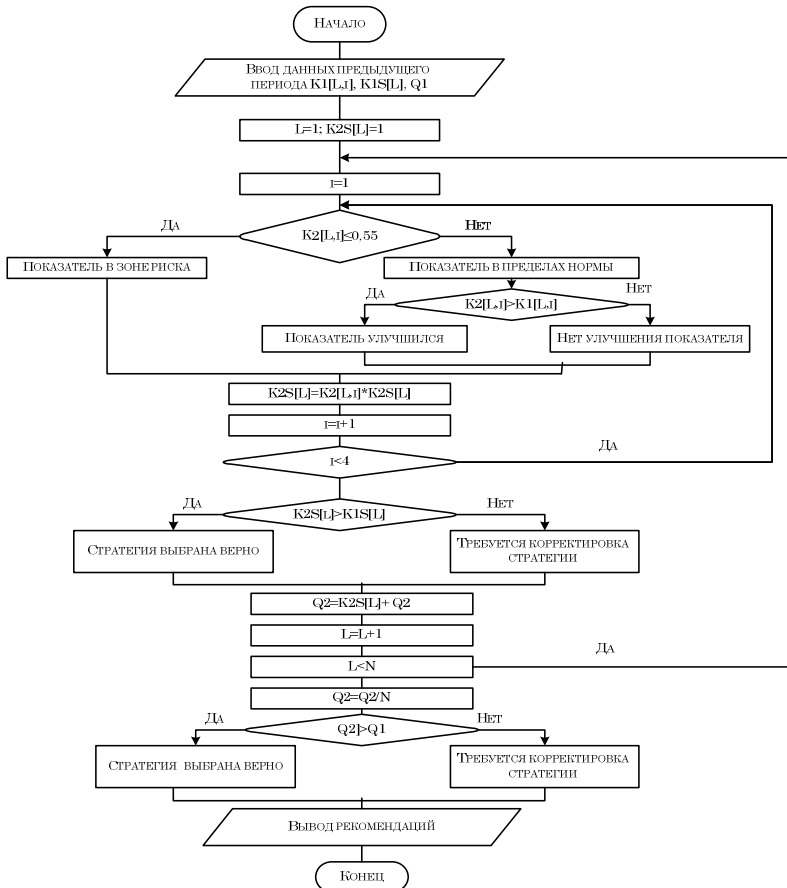
качества оказания услуг и обслуживания клиентов для всех точек сети, оптимизации рабочих процессов и процедур, минимизации временных затрат руководителей на адаптацию новых сотрудников.

Оценка эффективности дилерско-сервисной сети подразумевает учет как внешних факторов, влияющих на систему, так и различного рода показателей, характеризующих различные аспекты её деятельности. Это характеристики места размещения дилерско-сервисного центра, востребованность предлагаемых услуг, их спектр и качество, своевременность выполнения услуги, культура обслуживания, обеспеченность запасными частями и оснащенность оборудованием (рис. 1.). Учет возрастной структуры парка позволяет более точно прогнозировать загрузку сервисных предприятий.



Рисунок 1. Факторы, влияющие на эффективность функционирования дилерско-сервисной сети

Оценка эффективности и конкурентоспособность системы сервиса напрямую зависит от качества управления системой и качества предоставляемых сервисных услуг в течение всего срока эксплуатации автомобиля. Одним из способов повышения конкурентоспособности предприятий сервисной сети является регулирование процессов на предприятии путем реализации обратной связи, наличие необходимого количества информации о сервисных предприятиях позволяет анализировать результаты деятельности, сравнивать их с предыдущими периодами, выработать рекомендации по дальнейшей корректировке стратегии развития (Рис. 2.).



* L — номер сервисного центра; i — номер показателя; N — число сервисных предприятий

Рисунок 2. Алгоритм определения конкурентоспособности дилерско-сервисной сети

Накопление статистической информации о сервисных предприятиях позволит в дальнейшем принимать обоснованные управленческие решения по управлению системой.

Поскольку дилерско-сервисная сеть состоит из дилерско-сервисных центров, отличаются по видам оказываемых услуг и форматам (параметрам, характеризующим предприятия с точки зрения видов деятельности, объемов услуг и т. п.), необходимо предварительно произвести их

кластеризацию. Оценка одноформатных сервисных предприятий подразумевает под собой вычисление относительных показателей оценки и сравнение их с нормативными, то есть эталонными значениями.

Использование комплексного показателя конкурентоспособности сервисных предприятий, включающего в себя показатели деятельности субъектов дилерско-сервисной сети, позволяет оценить как каждый субъект, так и всю сеть в целом.

Список литературы:

1. Лавлок К. Маркетинг услуг: персонал, технологии, стратегии, 4-е изд.: пер с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1008 с.
2. Сундарон А. М. Статистические методы контроля и управления качеством: учебное пособие. — Улан-Удэ: Издательство ВСГУТУ, 2002. — 54 с.
3. Тультаев Т. А. Маркетинг услуг. Московская финансово-промышленная академия. — М., 2005. — 97 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Турсунов Хуришод Махмуджанович
аспирант ПГУПС, г. Санкт-Петербург
E-mail: syr-x@mail.ru

Железнодорожный транспорт надежно обеспечивает важнейшие транспортно-экономические связи в Узбекистане с ее промышленностью, большими запасами полезных ископаемых и т. д. На долю железнодорожного транспорта приходится почти три четверти внутреннего грузооборота страны и около половины общего объема пассажирских перевозок. Такая ведущая роль железных дорог сохранится и на перспективу, несмотря на опережающее развитие других видов транспорта, особенно воздушного и автомобильного. Поэтому неуклонно должна развиваться материально-техническая база железнодорожного транспорта.

В настоящее время железнодорожная сеть Узбекистана — это Государственно-акционерная железнодорожная компания (ГАЖК) «Узбекистон темир йуллари» («Железные дороги Узбекистана» или «Узбекские железные дороги») образованная 7 ноября 1994 года на базе бывшей Среднеазиатской железной дороги, расположенной на террито-

рии Республики Узбекистан. Общая развернутая длина главных путей железных дорог Узбекистана на сегодняшний день составляют 3645 км. Из них электрифицировано 674,3 км или около 20 % дороги на переменном токе с напряжением 25 кВ и частотой 50 Гц. До последних лет на этих участках эксплуатировались электровозы ВЛ-60 и ВЛ-80. В настоящее время эти электровозы выработали свой ресурс. Для их замены были закуплены грузопассажирские электровозы серии «O'zbekiston» и пассажирские, серии «O'Z-Y» в количестве 12 и 15 единиц соответственно, произведенные на Чжучжоуской электровозостроительной компании (ЧЭК) КНР.

Основные характеристики. Новые электровозы будут эксплуатироваться для тяги грузовых и пассажирских поездов на магистрали ГАЖК «Узбекские железные дороги». На локомотивах применены приводы переменного тока, обеспечивающие стабилизацию мощности и скорости. На электровозах возможно рекуперативное торможение при скорости более 5 км/ч. Основные параметры, а также параметры тяговых и тормозных характеристик приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Основные характеристики электровозов

Серия электровозов	«O'zbekiston»	«O'Z-Y»
род тока	однофазный переменный ток	однофазный переменный ток
рабочее напряжение, кВ:		
–номинальное	25	25
–максимальное	29	31
–минимальное	19	17,5
осевая формула	$B_0 - B_0 - B_0$	$C_0 - C_0$
экипировочная масса, т	138	126
нагрузка на ось, тс	23	21
диаметр колеса, мм	1250	1250
способ электрического привода	переменно-постоянно- переменный ток	переменно-постоянно- переменный ток
мощность продолжительного режима, кВт	6000	6000
колея, мм	1520	1520
предел скорости при постоянной мощности, км/ч	53	75
максимальная эксплуатационная скорость, км/ч	120	160

конструкционная скорость, км/ч	130	180
пусковая сила тяги, кН	450	420
продолжительная сила тяги, кН	410	288
способ электрического торможения	рекуперативный	рекуперативный
максимальная сила электрического торможения, кН	285	220
тормозная мощность на ободе колес, кВт	5400	6000

Внешний вид и механическая часть. Кузова электровозов и механическая часть проектировались и изготавливались инженерами ЧЭК. Внешние виды электровозов представлены на рис. 1.



а)

б)

**Рисунок 1. Внешний вид электровозов:
а) серии «O'zbekiston»; б) серии «O'Z-Y»**

Основные особенности механической части состоят в том, что у электровоза серии «O'zbekiston» имеется три двухосные тележки, которые соединены между собой наклонными тягами для улучшения прохождения кривых, подвешивание двигателей моторно-осевое. А у электровоза серии «O'Z-Y» имеются две трехосные тележки, подвешивание двигателей опорно-рамное. За счет опорно-рамного подвешивания тяговых двигателей, максимальная скорость данного электровоза повышена до 160 км/ч. Еще одной из особенностей является то, что на электровозах большинство оборудования находится под электровозами, а конструкция кузова имеет обтекаемую форму, что уменьшает сопротивление движению поезда. Оборудование на электровозе расположено так, чтобы проход внутри электровоза осуществлялся по центру.

Электрическая часть. Электрическая часть электровоза выполнена полностью на элементной базе немецкой компании «Siemens». Основной особенностью является использование способа электропривода типа переменного-постоянно-переменный и трехфазных асинхронных двигателей.

Асинхронные тяговые электродвигатели (АТД) получают питание от вторичных обмоток трансформатора через четырехквadrантные (4q-S) преобразователи, которые обеспечивают регулирование напряжения, частоты на тяговых электродвигателях (ТЭД) и коэффициента мощности [1]. Принцип работы 4q-S преобразователя проще рассмотреть на примере режима рекуперации, когда происходит однофазное инвертирование [2, 3]. Системой управления, которая осуществляет регулирование этих параметров, является SIBAS 32 [4].

В отличие от электровозов серии «O'zbekiston», тяговые преобразователи электровозов серии «O'Z-Y» оснащены IGBT транзисторами, вместо ГТО тиристором.

До недавнего прошлого преобразователи частоты на ГТО составляли основную долю и в низковольтном частотно регулируемом приводе. Но с появлением IGBT транзисторов произошел «естественный отбор» и сегодня преобразователи на их базе общепризнанные лидеры в области низковольтного частотно регулируемого привода.

Тиристор является полупроводящим прибором: для его включения достаточно подать короткий импульс на управляющий вывод, но для выключения необходимо либо приложить к нему обратное напряжение, либо снизить коммутируемый ток до нуля. Для этого в тиристорном преобразователе частоты требуется сложная и громоздкая система управления.

Биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT отличаются от тиристором полная управляемость, простая неэнергоёмкая система управления, самая высокая рабочая частота.

Вследствие этого преобразователи частоты на IGBT позволяют расширить диапазон управления скорости вращения двигателя, повысить быстродействие привода в целом.

Для асинхронного электропривода с векторным управлением преобразователи на IGBT позволяют работать на низких скоростях без датчика обратной связи.

Новые электровозы («O'zbekiston» и «O'Z-Y») отличаются от старых (ВЛ-60 и ВЛ-80) тем, что на них использованы АТД и 4q-S преобразователи. Электронные аппараты электровоза обслуживаются филиалом компании «Siemens», находящимся в городе Ташкенте. Эти электровозы стали результатом совместной работы китайских,

российских и узбекских инженеров, а также инженеров компании «Siemens». За весь не большой период эксплуатации серьезных неисправностей не было, но выявлены неисправности отдельных электрических цепей управления, которые были устранены совместно с сотрудниками ЧЭК и ремонтными бригадами локомотивного депо «Узбекистан» (ГЧ-1).

Так как, электровозы зарекомендовали себя с положительной стороны, ГАЖК «Узбекские железные дороги» в ближайшее время планирует пополнить парк локомотивов такими электровозами.

Обновление локомотивного парка и улучшение обслуживания локомотивов позволили значительно увеличить скорости движения и вес поездов, перейти на безостановочное движение по участкам большой протяженности, повысить безопасность движения, увеличить пропускную и провозную способность дорог и значительно увеличить объем работы транспорта.

Список литературы:

1. Системы управления электрическим подвижным составом: учеб. для вузов ж. д. трансп. / А. В. Плакс. — М: Маршрут, 2005. — 357 с.
2. 4q-S — четырехквadrантный преобразователь электровозов переменного тока / В. В. Литовченко // Известия вузов. Электромеханика. — 2000. — №3. — С. 64—73.
3. Kehrman H., Lienau W. und Nill R.: Vierquadrantsteller — eine netzfreundliche Einspeisung für Triebfahrzeuge mit Drehstromantrieb. Elektrische Bahnen 45 (1974), H.6, S. 135—142.
4. SIBAS 32. The control system for all rail vehicles. [электронный ресурс] — Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.siemens.pl/upload/images/TS-Sibas%2032.pdf> (дата обращения: 19.09.2011).

РАЗМЕТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШУМОВЫХ ПОЛОС

Юшков Борис Семенович

*канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет» г. Пермь*

Юшков Владимир Сергеевич

аспирант ПНИПУ, г. Пермь

E-mail: vova_84_07@mail.ru

Сохраняющаяся сложная обстановка с аварийностью во многом определяется постоянно возрастающей мобильностью населения при имеющемся перераспределении перевозок от общественного транспорта к личному, увеличивающейся диспропорцией между приростом числа автомобилей и приростом протяженности улично-дорожной сети, не рассчитанной на современные транспортные потоки.

Важным средством в **организации дорожного движения** является дорожная горизонтальная разметка. В настоящее время доказано, что **нанесение разметки дорог** и улиц способствует снижению аварийности, при этом движение транспортных средств становится более организованным и упорядоченным, улучшается информированность водителей и пешеходов. Дорожная разметка наносится в соответствии с требованиями дорожных знаков, может применяться как самостоятельно, так и с другими средствами организации движения.

К разметке относятся линии, надписи и иные обозначения на проезжей части, бордюрах, элементах дорожных сооружений и обстановки дорог, устанавливающие порядок дорожного движения, показывающие габариты дорожных сооружений или указывающие направление дороги.

Горизонтальная разметка применяется из разнообразных материалов и изделий: высоконаполненных красок и эмалей, термопластиков, штучных форм и полимерных лент. При этом используются различные современные технологии, включая безвоздушное нанесение краски экструдерное и спрей-нанесение пластичных материалов [1].

Последней новацией в данной сфере можно считать технологию горизонтальной структурированной дорожной разметки (рис. 1). Ее отличает повышенная стойкость к истиранию элементов разметки и их отличное сцепление с колесом, а также наличие стеклошариков – компонента, придающего разметке способность к световозвращению, улучшающему ее видимость.

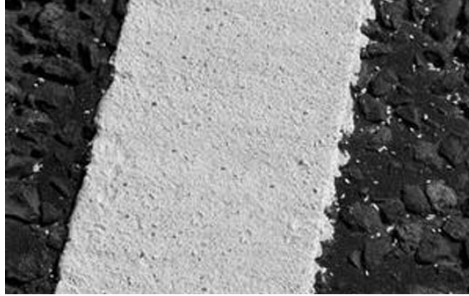


Рисунок 1. Горизонтальная структурированная дорожная разметка

Основные условия, которым должна подчиняться горизонтальная **дорожная разметка**, заключаются в следующем:

1. никакие погодные условия или ухудшение видимости не должны препятствовать видению дорожной разметки в пути;
2. дорожная разметка должна наноситься такими материалами, которые будут максимально устойчивы к резким перепадам температуры, разного рода абразивной нагрузке или механическому воздействию, не поддаваться действию химических препаратов и т. д.;
3. разметка должна обеспечивать необходимый уровень сцепления колес автотранспорта с дорогой, не должна способствовать скольжению;
4. краска разметки должна высыхать максимально быстро, чтобы ее нанесение не требовало остановки движения на длительный период времени.

Расстояния между городами в нашей стране большие, и многим водителям — в особенности дальнобойщикам, часто приходится совершать длительные переезды, водители большегрузного транспорта, как и «перегонщики» легковых автомобилей из Европы, стремятся скорее доехать до пункта назначения и часто управляют автомобилями в состоянии сильной усталости. Это приводит к засыпанию за рулем и, как следствие, к выезду в кювет или на встречную полосу. Для предотвращения съезда автомобиля с дороги нами разрабатываются методы снижения аварийности на дорогах с помощью устройства разметки, которая будит водителя. Одним из способов снижения аварийности дорожного движения является применение шумовой полосы сплошной продольной разметки [2].

Шумовая полоса предназначена для: обозначения подъезда к опасному участку (нерегулируемый пешеходный переход, нерегулируемый перекресток); принудительного снижения скорости автотранспорта при подъезде к опасному месту; так же возможна установка в целях

разделения парковочных мест на автостоянках, ограничения боковых полос на грунтовых дорогах, развязках, у населенных пунктов (общественных местах — магазины, заправки, школы).

Данный метод заключается в устройстве выемок глубиной 10 мм, шириной 10...15 см и длиной 20...35 см вдоль дороги, а также предусматривается покраска данной шумовой полосы для увеличения видимости в темное время суток. Нанесение шумовых полос, совмещенных с разметкой позволяет продлить срок службы разметочного материала за счет снижения истирающего воздействия от кромки отвалов снегоуборочной техники. Данный размер выемок был получен экспериментально и является наиболее подходящим для снижения аварийности на автомобильных дорогах. Схема нанесения шумовых полос представлена на рис. 2.

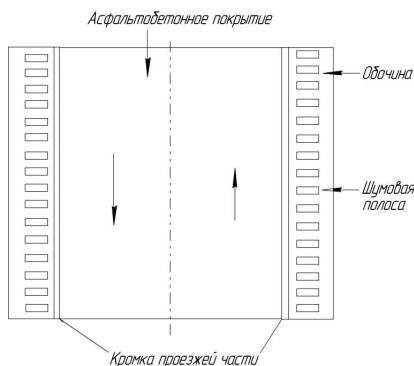


Рисунок 2. Схема нанесения шумовых полос

Шумовые полосы следует фрезеровать, придавая им прямоугольную форму с равномерными кромками. Не следует допускать разрушения покрытия проезжей части асфальтобетонного покрытия в процессе фрезерования.

При наезде на шумовую полосу автомобиль испытывает вибрацию, которая создает шумовое воздействие на водителя, что способствует повышению его внимания к дорожной ситуации. Также шумовая полоса устраняет эффект притупления внимания водителя при движении в монотонной дорожной обстановке рис.3. В зимних условиях такие полосы должны ощущаться даже через снег и лед. На начальном этапе исследований, мы про экспериментировали действие шумовых полос на отдельно взятом участке дороги «Сосновый бор — Гайва» в г. Перми. Для этого выбрали шоссе и выполнили данный тип разметки на прогоне протяженностью 400 м [3].

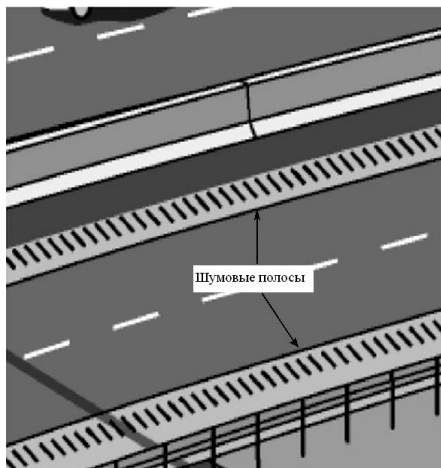


Рисунок 3. Шумовые полосы на автомагистрали

Безопасность дорожного движения нацелена, на защиту жизни и здоровья участников дорожного движения. Вся дорожно-транспортная инфраструктура — дороги, элементы их обустройства, транспортные средства — должна быть сконструирована таким образом, чтобы, с одной стороны, участник движения не попадал в конфликтные ситуации, а с другой стороны, в случае ДТП получал как можно меньший вред своему здоровью.

Шумовые полосы, рассмотренные в этой работе способствуют снижению травматизма и смертности на дорогах.

Список литературы:

1. Пугин К. Г., Юшков В. С. Современные материалы нанесения дорожной разметки // материалы международной научно- практической конференции «Проблемы функционирования систем транспорта» г. Тюмень 18—19 ноября 2010 г. — С. 275—278.
2. Юшков Б. С., Бургонутдинов А. М., Юшков В. С. Современные подходы по нанесению дорожной горизонтальной разметки // Вестник ПГТУ «Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности» № 1 г. Пермь 2011 г. — С. 136—141.
3. Юшков Б. С., Бургонутдинов А. М., Юшков В. С. Исследование долговечности дорожной горизонтальной разметки в климатических условиях Урала // материалы международной заочной конференции «Технические науки: проблемы и перспективы» г. Санкт-Петербург март 2011 г. — С. 208—212.

СЕКЦИЯ 15

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

Багдасарян Ирина Робертовна

старший преподаватель, АрГУ, г. Степанакерт

E-mail: i_bagdasaryan@mail.ru

Актуальными проблемами для современной строительной индустрии являются провалы, оседание земной поверхности, промерзание грунтов.

Долговечность зданий и сооружений во многом зависит от прочности их оснований. Способность сопротивляться комплексному действию атмосферных и других факторов в условиях эксплуатации, например, изменение температуры и влажности, действие различных газов, находящихся в воздухе, или растворов солей, находящихся в воде, совместное действие воды и мороза, солнечных лучей определяет свойство долговечности. [3. с. 23].

Отсутствие детальной инженерно - геологической информации на базе, которой ведется проектирование и строительство, недооценка отдельных факторов, появление дополнительных негативных явлений в процессе эксплуатации, например, проходки горных выработок метрополитенов, подтопления, часто ведет к деформациям зданий и даже аварийным ситуациям. [4.]

Ниже рассмотрены характерные примеры и некоторые пути решения затронутых проблем.

В районах с развитой горнодобывающей промышленностью являются провалы грунтов. Они могут быть связаны с суффозионными процессами и другими причинами. А что такое суффозия? Суффозия (от лат. — подкапывание) — это вынос мелких минеральных частиц и растворенных веществ в воде, фильтрующейся в толще горных пород. [5. с. 1304]. И поэтому, провалы внезапны, на их месте образуются воронки диаметром до 3—5 м. и более, на поверхности возникают необратимые деформации.

Провалы грунтов являются наиболее разрушительными для объектов недвижимости. Под термином недвижимости подразумевается земельные участки, стоящие на них капитальные здания, сооружения и

некоторые другие объекты. [5. с. 885]. Данное явление, главным образом, обусловлено водопонижением и суффозионными процессами, возникающими в различных инженерно-геологических условиях, сформировавшимися в процессе техногенных изменений окружающей среды.

Оседание земной поверхности, вызванное подземными горными работами, являются критичными для земельных участков сельскохозяйственного назначения, а также для застроенных территорий. Опускание земной поверхности, вызванные подработкой, ведет к уменьшению глубины грунтовых вод, и может вызвать подтопление подвальных помещений зданий или замачивание корневых систем. Различие физико-механических свойств разновидностей скальных, полускальных, связанных и несвязанных грунтов приводят к некоторому разбросу величины наибольшей глубины промерзания грунтов в застраиваемых территориях Нагорно-Карабахской Республики и составляет 60—70 см, независимо от их высоты над уровнем моря. Аналогичный разброс глубины промерзания грунтов наблюдается и в Республике Армения на высотах 2104 м. над уровнем моря (Семеновка), 1940 м. (Масрик), 1556 м. (Гюмри), 1398 м. (Горис) и составляют соответственно 101,75,143,36 и 79 см. Территория Нагорно-Карабахской Республики охватывает высоты от 800м. до 3724 м. над уровнем моря и характеризуется сложными природно-климатическими условиями региона. [2. с. 42]

Возникновения и развития в условиях горного рельефа обвально-оползневых процессов в НКР наиболее часто происходит на крутых склонах гор. Этому способствует чередование пластов водоносных песчаных или скальных трещиноватых и водоупорных глинистых пород, плоскостей трещиноватости, обводнение участков и т. д. Впервые оползне-обвальные процессы в Нагорном Карабахе стали изучаться с 1960-х годов, когда были подняты вопросы о переселении сел Бердашен и Ннги, расположенных на оползневых склонах. Даже, начиная с 1995 г. совместными усилиями геологов Армении и Нагорно-Карабахской Республики были обнаружены и другие оползни (в т. ч. и обвалы), общая численность которых в настоящее время 35. Их большая часть примыкает к тектоническим разломам, и имеют сейсмогенный характер. Кроме сейсмогенных, на горных склонах Нагорного Карабаха большое развитие имеют также оползни несейсмогенного характера, которые время от времени возникают в разных участках и напоминают об угрожающей опасности. В равнинных зонах (до 200 м) оползне-обвальные процессы практически отсутствуют. Относительно густонаселенные территории охватывают склоны с абсолютными высотами 600—1200 м. Подробные расчеты показали, что на абсолютных высотах 100—1200 м. на каждые 100 км² площади приходится 0.6 оползень – обвал. С ростом высоты этот

показатель тяготее к 1.5. [2. с. 43]. Однако эти высоты относятся к мало-заселенным регионам Нагорно-Карабахской Республики.

Строительство зданий нередко ведется с отставанием после рытья котлованов. Вследствие этого, грунты, на которых возводится фундамент, оказываются неоднократно заморожены, они снижают свои прочностные свойства. Однако здание было запроектировано на их изначально, на более высокие физико-механические показатели, поэтому разупрочненные грунты могут не выдержать требуемой нагрузки. Возникает резонный вопрос, неужели все так плохо? А как там у них на Западе? — Да точно также!

В настоящее время существует множество эффективных современных методов решений затронутых проблем. Современное круглогодичное поточное строительство требует выполнения значительных объемов земляных работ в зимнее время. Разработка грунта связана с определенными трудностями, так как при отрицательной температуре его верхний слой замерзает и существенно изменяет свои свойства. Механическая прочность грунта при замерзании возрастает и зависит от его гранулометрического состава, влажности и температуры. Она характеризуется временным сопротивлением мерзлого грунта сжатию и растяжению (разрыву). Наибольшей прочностью на сжатие при замерзании обладают влажные песчаные грунты (до 20 МПа). Прочность мерзлого грунта на сжатие в 3—5 раз выше его прочности на растяжение, поэтому мерзлый грунт легче разрушать скалыванием, чем резанием. Механическая прочность грунта выражает его сопротивление резанию и скалыванию. Пластические деформации мерзлого грунта возникают в результате уменьшения сцепления между отдельными его частицами за счет таяния замершей воды. Они возрастают с повышением температуры и достигают максимального значения при 0 °С, когда оттаявший грунт под воздействием собственного веса и других нагрузок доходит до текучести. Поэтому при наступлении оттепелей необходимо принимать меры против оползания откосов выемок и насыпей. Первоначальное разрыхление мерзлого грунта значительно больше талого и зависит от рода грунта и способа его рыхления. Разрыхленный грунт плохо поддается уплотнению, и величина его остаточного разрыхления очень мало отличается от первоначальной. Это необходимо учитывать при выборе средств транспорта мерзлого грунта, назначении величины запаса на усадку насыпей и т. д. толщину. Теплопроводность мерзлого грунта больше, а теплоемкость меньше, чем талого. И эти свойства являются признаками быстрого промерзания и медленного оттаивания мерзлого грунта. Электропроводность мерзлого грунта практически очень невелика. Это вызвано тем, что токопроводящая грунтовая вода при

замерзании переходит в лед. Водопроницаемость мерзлого грунта в результате закупорки его подо льдом равно 0.

В качестве мер предохранения грунта от промерзания применяются:

- глубокое рыхление, оно предохраняет несвязные грунты от промерзания, но требует выполнения значительного объема земляных работ. Рыхление осуществляется одноковшевыми и многоковшевыми экскаваторами путем перелопачивания грунта отдельными проходками на глубину 1.3—1.5 м. Образующаяся при этом волнистая поверхность способствует задержанию снега. После глубокого рыхления мерзлый слой грунта не выходит за пределы разрыхленной зоны и легко разрабатывается;

- снегозадержание является наиболее экономическим способом предохранения грунта от глубокого промерзания, но оно не всегда возможно из-за отсутствия достаточного количества снега. Коэффициент теплопроводности рыхлого снега в 7—40 раз меньше коэффициент теплопроводности грунта естественной влажности. Поэтому слоем снега в 1—1.5 м, искусственно задержанием или нагреванием, можно с минимальными затратами надежно предохранять от промерзания площади любых размеров;

- утепление ледозащитной оболочкой и теплоизоляционными материалами. Ледозащитная оболочка пригодна для утепления горизонтальных участков со слабо дренирующим грунтом. Теплоизоляционные покрытия из слоя торфа, опилок, стружек, шлака, листвы и других местных дешевых материалов применяются для защиты котлованов, траншей и других небольших участков грунта.

Требуемая толщина слоя утеплителя определяется по формуле:

$$H_y = H_n \sqrt{\alpha_y} / \sqrt{\alpha_r},$$

где H_n — ожидаемая глубина промерзания неутепленного грунта, см;

α_y и α_r , — коэффициент температуропроводности утеплителя грунта, м/с.

$$\alpha_y = \lambda_{y(r)} / c_y \cdot \rho_{y(r)},$$

где $\lambda_{y(r)}$ — коэффициенты теплопроводности утеплителя и грунта, Вт / (м С).

$c_{y(r)}$ — удельные теплоемкости мерзлых утеплителя и грунта, Дж / (кг/м).

$\rho_{y(r)}$ — плотности утеплителя и грунта, кг/м.

Расчет толщины слоя утепления предохраняет грунт от промерзания (если допустить прямую пропорциональность между глубинами промерзания и квадратными корнями из коэффициентов температуропроводности); [1. с. 98].

- пропитка грунта солей.

Таким образом, провалы грунта не поддаются точному прогнозу, однако, можно найти и обозначить зоны, где возможное возникновение провалов. Строительство над старыми горными выработками не допускается без специальных мероприятий. Но иногда провалы грунта могут возникнуть из-за строительных работ, например, в результате закладки фундамента в земле может образоваться ниша, куда уносит размытый песок с водой и т. д.

Исследования данной проблемы показали, что деформации земной поверхности, вертикальные и горизонтальные, возникающие в результате подземных горных работ, представляет собой угрозу для поверхностных зданий и сооружений. Построенные до 60-х годов прошлого века здания, были возведены без конструктивных мер. Движением земной поверхности эти здания могут получить и значительные повреждения деформаций, следовательно, даже если при строительстве здания были применены конструктивные меры защиты, существует опасность того, что деформации все же превысят уровень, принятой при проектировании. Данные изменения могут привести к следующим повреждениям: трещины в стенах, перекосы оконных рам, дверей и т. д., и это приведет к необходимости в дополнительных ремонтных мероприятиях, а конкретно — и к дополнительным и непредусмотренным затратам.

Известно, что обвально-оползневые процессы начинаются с высоты 600—800 м. над уровнем моря. Вследствие чего территории нового строительства не всегда совпадают с районами оползне-обвальных процессов, их влияние на параметры строительного производства в горных условиях учитывается при необходимости.

Время сохранения устойчивого снежного покрова в горных районах зависит от высоты над уровнем моря, формы рельефа и экспозиции склонов.

Список литературы

1. Атаев С. С. Технология строительного производства. М.: Стройиздат, 1975. — 520 с.
2. Израелян Р. Г. Основы организации и управления строительством в горных условиях. Степанакерт: 2011. — 160 с.
3. Комар. А. Г. Строительные материалы и изделия. М.: Высшая школа, 1983. — 488 с.
4. Лушникова О. Ю., Ли И. П., Печенкин В. М. Строим на века? Актуальные проблемы строительства [электронный ресурс] — режим доступа — http://www.uralnias.ru/cpetsialnyie_raboty_v_stroitelstve/stroim_na_veka_aktualnyie_problemyi_stroitelstva.html
5. Советский энциклопедический словарь. М: Советская энциклопедия, 1979. — 1632 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЗДАНИЯХ

Георгиева Анета Йорданова

*д-р инж. ВСУ им. Черноризца Храбра, г. Варна, Болгария
E-mail: angr@abv.bg*

Изготовление полной и точной проектной документации является условием правильного и беспроблемного выполнения и эксплуатации каждой инженерной системы, включая системы водоснабжения в зданиях. Динамическое развитие на современном этапе и новые реальности требуют достижения более высокой точности и качества при проектировании систем водоснабжения в зданиях. Учитывая исследовательскую работу об одном из видов установок водоснабжения в зданиях [1], мы можем сказать, что в данный момент достижение этих показателей в нашей проектной практике не находится на необходимом уровне. Это требует поиск новых возможностей для оптимизации процесса проектирования этого вида систем. Основными проблемами в этом отношении являются: наличие неточностей, опущений и ошибок в проектной документации, интерпретация некоторых стандартов графического изображения элементов установок.

Предпосылками для формирования вышеуказанных проблем являются:

1. Изменения в нормативной базе в результате введения европейских норм и стандартов в проектирование систем водоснабжения в зданиях, что заставило проектантов усваивать и применять новости, связанные со средствами изображения и методами измерения проектных элементов, критериями выбора технических материалов и устройств, принципами изготовления проектной документации и другими.

2. Неэффективное использование систем программного обеспечения автоматизированного проектирования из-за:

- ограниченного применения специализированных программных продуктов при полном проектировании рассматриваемого вида систем;
- проектирование путем создания объектов главным образом в 2D, применяя самый распространенный в проектной практике программный продукт AutoCAD, причем, в большинстве случаев, не используются возможности автоматизации процесса проектирования — использование динамических блоков, атрибутов, создание потребительских инструментов, автоматическое генерирование различных видов проекций, разделов, деталей, спецификаций и других.

Системы водоснабжения в зданиях по своей сути являются пространственными объектами, самое реалистичное изображение которых, приобретается путем проектирования в трехмерном пространстве. Их воссоздание как равнинные объекты не дает четкое визуальное представление об их геометрических характеристиках и местоположении по отношению к остальным установочным и конструктивным элементам в здании. Это со своей стороны обуславливает:

- невозможность оценить точные расстояния и способы расхождения проектированных элементов и других видов установок, сооружений и конструкций в одном здании, что является предпосылкой для ошибок и неточностей в проектной документации;
- невозможность быстро разработать многовариантных решений;
- отсутствие 3D визуального восприятия и реалистичного изображения, необходимых при презентации проекта;

Рынок продуктов программного обеспечения предлагает ряд систем автоматизированного проектирования установок в зданиях, использование которых помогло бы для разрешения указанных проблем.

Проведенное сопоставление возможностей для проектирования установок водоснабжения, а также некоторых специализированных программных систем и AutoCAD [2] делает очевидным факт, что специализированные CAD системы проектирования превосходят стандартные CAD продукты, каким является AutoCAD, по отношению к функциональности и эффективности проектных работ.

С другой стороны, их применение в проектной практике в данный момент ограничено из-за наличия некоторых трудностей, таких как:

- необходимость хорошо знать принципы работы, настройки и базы данных этой программы, чтобы обеспечить беспрепятственное использование его интерактивности и интуитивности;
- чтобы добиться лучшего уровня познания и умения использовать эту программу, в большинстве случаев необходимо квалифицированное обучение специалистами в конкретной области проектирования;
- наличие в некоторых программных системах модулей для проектирования различных видов инженерных установок является лишним для проектанта, кто специалист в конкретной области проектирования;
- более высокая цена специализированных программных продуктов по сравнению с основной системой проектирования AutoCAD;
- отсутствие интерфейса на болгарском языке является проблемой для некоторых проектантов.

Вышеуказанные трудности, связанные с применением специализированных программных систем автоматизированного проектирования, создают предпосылки для поиска альтернативных возможностей и

новых подходов к работе с уже знакомым и используемым большинством проектантов программным продуктом AutoCAD в области проектирования систем водоснабжения в зданиях с целью повышения эффективности процесса проектирования.

Одна из возможностей для достижения этой цели — это применение в среде AutoCAD 3D твердотельных моделей элементов рассматриваемого вида инженерных установок, что соответствует тенденциям в развитии программных систем автоматизированного проектирования. При этом создание геометрической конфигурации установки сводится к выбору и расположению необходимых элементов в пространственной модели.

Переход к такому методу работы требует:

- использование готовых библиотек с 3D моделями трубных элементов, участвующих в проектировании рассматриваемого вида системы. При этом существуют следующие возможности: использовать собственные библиотеки или библиотеки, предлагаемые в Интернет производителями программных продуктов и др.;
- создание моделей как динамические блоки, обладающие заданными атрибутами, с целью их использования в других применениях (рис. 1 в);

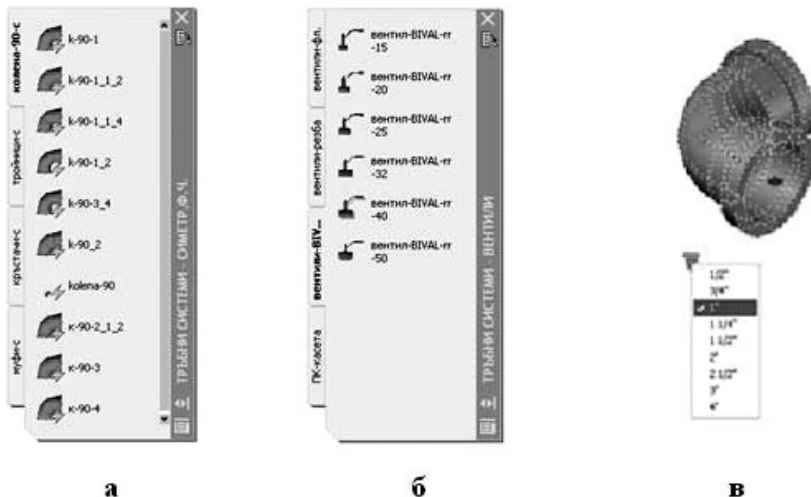


Рисунок 1. Дополнительно созданные инструменты
а — палитра 3D моделей фасонных частей
б — палитра 3D моделей арматуры
в — динамический блок

- конфигурация интерфейса программы путем создания новых дополнительных инструментов (ленты, палитры) для организации работы с библиотеками (рис. 1 а, б);
- создание новых команд на базе макросов автоматизации наиболее часто используемых операций при работе с программой;
- создание, используя программные языки, встроенных в AutoCAD, программных приложений (кодов).

Предложенная модель проектирования использована автором при создании геометрической конфигурации спринклерной установки (рис.2).

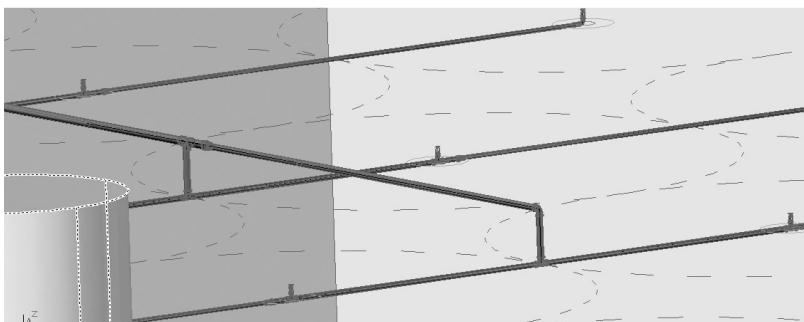


Рисунок 2. 3D модель спринклерной установки

Применение твердотельных моделей в среде AutoCAD — альтернативная возможность для оптимизации процесса проектирования систем водоснабжения в зданиях, что является предпосылкой для повышения качества и эффективности проектных работ.

Список литературы:

1. Георгиева А. Й., Киров А. Н. Прилагане на европейските стандарти и норми при проектирането на сградни противопожарни водоснабдителни системи: МНК «Проектиране и строителство на сгради и съоръжения и приложение на Еврокодовете DCB 201». Варна, 2010. — С. 68—72
2. Георгиева А. Й., Киров А. Н., Милев Я. З. Сравнителен анализ на софтуерните продукти за проектиране на сградни водоснабдителни и канализационни системи, МНПК «Архитектура, строителство — съвременност». Варна, V.2007г. — С. 385—392
3. Эбботт Д., AutoCAD. Секреты, которые должен знать каждый пользователь. БХВ-Петербург, 2008.
4. Omura G., Mastering AutoCAD 2010 and AutoCAD 2010LT. Wiley Publishing Inc., 2009

СЕКЦИЯ 16

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ИОНООБМЕННЫХ МИНЕРАЛОВ (ЦЕОЛИТОВ) УРАЛА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Валиева Ирина Рафитовна

аспирант 2 года обучения ТюмГАСУ, г. Тюмень

E-mail: Irina.valieva@list.ru

Нефедов Валентин Артемьевич

канд. геол.-минерал. наук, директор ООО «Литос», г. Тюмень

Ионообменные минералы цеолитовых месторождений Урала по своему вещественному составу и свойствам довольно близки между собой. В данном составе эти характеристики даются по наиболее изученным месторождениям и рудопроявлениям Северо-Сосьвинского и Ятринского районов Приполярного Урала (Сосьвинское рудопроявление, Мысовское месторождение), а также Янгана-Пэйскому месторождению и Дзеляюскому рудопроявлению Полярного Урала.

Исследования выполнены в ООО «Литос» в Тюменском Архитектурно-Строительном университете, в Тюменской Центральной химико-аналитической лаборатории, с использованием полного комплекса аналитических методов. Физико-химические (петрографические, рентгеноструктурные, термографические, определение пороодообразующих окислов и макро- и микроэлементов) и количественные минералогические исследования сырья проведены в сертификационных лабораториях г. г. Москвы и Тюмени.

Изучение вещественного состава ионообменных минералов включало исследования минерального и химического (элементарного) состава. **Минеральный состав** определялся методами оптической микроскопии, рентгеноструктурного, термохимического, термического, ядерно-магнитно-резонансного, адсорбционно-люминесцентного, волнометрического электронно-микроскопического, атомно-адсорбционным и спектральным анализами.

Из данных оптической микроскопии следует, что цеолитовые минералы месторождений Урала представлены клиноптилолитом,

шабазитом и монтмориллонитом; в небольшом количестве (доли процента) наблюдаются гидроокислы железа, лейкоксен, зерна апатита, плагиоглаза, пумпеллиита, обломки неизменного вулканического стекла. Цеолиты белого, светло-бурого, розового цвета полностью замещают витрокласты, имеющие серповидную, рогульчатую и неправильную форму, размер обломков в среднем 0,01—0,1 мм. Распределение цеолитовых пепловых частиц в породах равномерное.

Монтмориллонит развит (до 40 %) в туффитах Мысовского месторождения — зеленовато-бурого цвета, представлен в виде тонкодисперсных чешуек и чешуйчатых агрегатов, заполняющих промежутки между пепловыми обломками.

По данным рентгеноструктурного анализа цеолиты в продуктивных толщах Приполярного Урала представлены клиноптилолитом, количество которого в туфах колеблется от 60 до 96 %, в туфобрекчиях от 20 до 60 %. В рудах Полярного Урала основную массу (до 95 % составляет шабазит). **Химический состав** цеолитового сырья является важнейшим показателем его качества. Так от соотношения кремния к алюминию и катионного состава цеолитов зависят их ионообменные свойства, термо- и кислотоустойчивость и другие технологические характеристики. Различное воздействие минералов разного состава наблюдается в растениеводстве и животноводстве. Наибольший эффект в растениеводстве дают цеолиты с повышенным содержанием калия, в животноводстве — натрия, птицеводстве — кальция [1].

Содержание определяющих окислов цеолитовых пород Урала изменяется незначительно. Так, средний химический состав туффигов Мысовского месторождения (Приполярный Урал) следующий: SiO_2 — 59,30; Fe_2O_3 — 3,10; Al_2O_3 — 14,50; TiO_2 — 0,52; CaO — 3,77; MgO — 1,63; FeO — 2,93; SO_3 — <0,03; MnO — 0,14; K_2O — 0,86; Na_2O — 0,82; H_2O^+ — 7,32; H_2O^- — 5,05 (по 83 анализам). Средний химический состав цеолитовых пород Янгана-Пейского месторождения составляет: SiO_2 — 63,1; Fe_2O_3 — 4,30; Al_2O_3 — 12,80; TiO_2 — 0,46; CaO — 4,1; MgO — 1,40; SO_3 — <0,03; MnO — 0,05; K_2O — 1,42; Na_2O — 0,70; H_2O^+ — 9,8; H_2O^- — 2,23 (42 анализа).

Возможные области применения цеолитовых пород определяются адсорбционными, катионообменными свойствами, термо- и кислотоустойчивостью, содержанием токсичных и радиоактивных элементов и физико-механическими параметрами.

Адсорбционная способность цеолитовых пород дает возможность применить их для осушки и очистки отходящих газов и решения экономических задач, использования в качестве молекулярных сит и в других направлениях. Адсорбционные свойства горных пород зависят от адсорбционно-структурных характеристик минералов-сорбентов (цеолитов, монтмориллонитов, опал-кристобалитов и др.) и структурно-текстурными особенностями пород (табл. 1).

Таблица 1.

Адсорбционно-структурные характеристики цеолитовых и цеолит-монтмориллонитовых пород Урала

Состав пород, фракция 0,8-1,2	По воде				Средний диаметр пор, нм		Объем пор бензолу, см ³ /г	Удельная поверхность по толуолу, м ² /г	Макропористость, %	Сумма мезомакропор, см ³ /г
	Плотность, г/см ³		Пористость, %	Суммарный объем пор, см ³ /г	по воде	по бензолу				
	Истинная	Кажущая								
Клиноптилолит-монтмориллонитовые	2,38	1,45	55	0,41	15,4	6,2	0,155	65	24	0,18
Клиноптилолитовые	2,3	1,44	52	0,43	15,2	6,2	0,155	61	22	0,16
Шабазитовые	2,29	48	48	0,4	14,9	6,2	0,155	67	26	0,2

Для цеолитов и монтмориллонитов данные показатели находятся в пределах: плотность истинная — 2,19—2,31 г/см³; плотность кажущая — 1,01—1,1 г/см³; общая пористость — 40—60 %; объем пор суммарный — 0,38—0,45 см³/г; средний диаметр пор: по воде — 14,6—15,6; по бензолу — 6,0—6,4; объем пор по бензолу 0,155 см³/г; удельная поверхность по толуолу — 65 м²/г; микропористость — 20—30 %; сумма мезо-макропор — 0,15—0,22 см³/г.

Адсорбционно-структурные характеристики цеолитов и цеолитовых и монтмориллонитовых пород Урала по своим показателям не отличаются от более молодых цеолитов других регионов [2].

На ионообменной (катионообменной) способности цеолитовых минералов базируется их использование для очистки питьевых и точных вод от аммония, тяжелых и радиоактивных металлов, в качестве медиаторов и пролонгаторов в земледелии, кормодобавок в животноводстве и птицеводстве, для получения экологически чистых продуктов питания, биологически активных добавок и медицинских препаратов и др.

В настоящей работе использована методика Пфедфера, позволяющая отдельно оценить количество обменных катионов натрия, калия, магния и кальция, предварительно вытесненные активным реагентом (1н раствор хлористого аммония).

Суммарная катионообменная способность цеолитовых и цеолит-монтмориллонитовых пород Урала составляет в среднем: для клиноптиллолит-монтмориллонитовых руд (Мысовское месторождение) 86,0, цеолитовых туфобрекчиях 94,0 и для шабазитовых образований (Янганэ-Пейское месторождение Дзеляюское рудопроявление) 94,5 мг-экв/100 г.

Основная роль в обмене принадлежит кальцию и калию на их долю приходится — 73,0 %, натрию — 3 %, магнию — 24 %. Не наблюдается зависимость от суммарной катионообменной способности и коррелируемости по калию и натрию, от содержания цеолитов.

Для оценки **термоустойчивости и кислотоустойчивости** в сохранности кристаллической решетки, цеолитовые породы прокаливались при 400 °С в течение 3-х часов; кислотоустойчивости — обрабатывались 1н соляной кислотой в течение 4-х часов при температуре водяной бани и отношении т:ж=1:10 (табл. 2).

По классификации ВНИИгеолнеруд цеолитовые породы Урала являются высокотермо(кислото)устойчивыми — более 70 %. При обработке пород соляной кислотой первоначальный вес практически не изменяется (первые проценты).

Определение термоустойчивости цеолитов необходимо, так как в ряде технологических процессов цеолиты используются в режиме многократной термической регенерации при температуре 350—400 °С. Изучение кислотоустойчивости цеолитов важно при их применении в кислой среде, а также при их применении в кислой среде, а также при определении оптимальных режимов кислотной активации сырья.

Таблица 2.

Термоустойчивость и кислотоустойчивость цеолитовых руд Урала

Показатель	Цеолитовые породы Мысовского месторождения	Цеолит-монтмориллонитовые породы Мысовского месторождения	Цеолиты (шабазиты Янгана-Пэйского месторождения)
Термоустойчивость, %	70—85	80—100	75—90
Кислотоустойчивость, %	84	86	88
Потеря веса при обработке HCl, %	7—8	6-7	5—7

Содержания **токсичных элементов** (фтор, мышьяк, свинец, ртуть, кадмий) оценивается при применении цеолитовых пород в качестве биологических активных добавок, наполнителей и компонентов медпрепаратов, диетических кормовых добавок в животноводстве и птицеводстве. Основная роль в обмене принадлежит кальцию и калию. В цеолит-монтмориллонитовых породах на их долю приходится 73,0 %, натрия — 3,5 %, магния — 23,5 %; в цеолитовых рудах роль кальция снижается до 24,3 %, а доля калия повышается до 43,3 %.

Единых разработанных технических условий по содержанию токсичных элементов в настоящее время не существует. М. Ф. Челышев [3]. На основании изучения клиноптилолита и литературных данных предлагает руководствоваться следующими требованиями при использовании цеолитов в животноводстве: содержание (мг/кг) — свинца 20, мышьяк — 100; ртути — 5, кадмия — 0,50.

Утвержденный главным управлением ветеринарии Госагропрома СССР (7.08.1987 г.) максимально допустимый уровень (МДУ) содержания элементов при кормлении животных приведен в таблице 3.

Таблица 3.

**Минимально допустимый уровень (МДУ) содержания элементов
в минеральных кормодобавках (мг/кг)**

Показатели	Элементы														
	Hg	Cd	Pb	As	Cu	Zn	Fe	Sb	Ni	Se	Cr	I	Mo	Co	F
МДУ	0,1	0,4	50	50	500	1000	3000	5	20	5	5	50	10	20	2000
Клиноптилолит	0,005	0,01	1,4	0,01	40	150	3300	н/о	1,2	1-3	1,4	13	1,00	2	н/оп
Шабазит	0,01	0,01	11	0,01	26	40	1930	н/о	7	1-3	4	н/о	1,00	16	н/оп

Примечание: н/о — не обнаружено; н/оп. — не определялся

Как видно из приведенных данных, уровень лимитируемых элементов в цеолитах Урала значительно ниже МДУ, за исключением железа. Специализированными исследованиями не выявлено какого-либо токсического воздействия данных пород на организм животных. Определение содержания **естественных радионуклидов** (торий, уран, калий-40) является обязательным при изучении различных полезных ископаемых. Радиометрические исследования проведены в центре Госсанэпиднадзора Тюменской области; в результате анализов доказано, что активность естественных радионуклидов (ЕРН) цеолитов Урала ниже допустимых норм: для Ce^{137} — <13 Бк/кг при норме 200 Бк/кг, для Sr^{90} — <66 Бк/кг при норме 100 Бк/кг.

Физико-механические свойства ионообменных минералов (цеолитов) имеют большое значение при их использовании в адсорбционных, ионообменных и других технологиях. Для цеолитов Урала физико-механические показатели находятся в следующих пределах: насыпная плотность — 1,15-1,20 г/см³; механическая прочность на раздавливание: при 20 °С — 141,0 кг/см², при 250 °С — 147—180 кг/см²; водостойкость: без кипячения 97,1—99,2 %, с кипячением 96,0—98,0 %, виброизнос 0,3—0,53 %.

Согласно ТУ 38.10281-80 «Цеолиты общего назначения, формованные со связующим» для синтетических цеолитов исследованные цеолиты удовлетворяют требованиям по насыпной плотности (не менее — 0,6-0,65 г/см³), водостойкости без кипячения (не менее 96 %), виброизносу (не более 1 %), механической прочности (не менее 95 %).

Таблица 4.

Физико-механические свойства ионообменных минералов

Цеолиты, фракция 4-6 мм	Вибро- износ, %	Водостойкость, %		Механическая прочность на раздавливание, кг/см ³		Насыпная плотность, г/см ³
		без кипяче- ния	с кипяче- нием	20 ⁰ С	250 ⁰ С	
Клинопти лолит	0,4	98,00	97,00	140	172	1,17
Шабазит	0,35	99,00	98,00	142	180	1,16
Среднее	0,38	98,50	97,50	141	176	1,165

В целом ионообменные минералы (цеолиты) Урала не отличаются от цеолитов других месторождений вулканогенно-осадочного происхождения по плотности, водостойкости, виброизносу и общей пористости.

Таким образом, ионообменные минералы (цеолиты) Урала по качественным характеристикам перспективны для использования в самых различных областях: сельском хозяйстве, стройиндустрии, питьевом водоснабжении, промышленности, в медицине и охране окружающей среды. Это доказывается и прямыми техническими испытаниями.

Список литературы

1. Буров А. И., Тюрин А. Н., Якимов А. В. и др. Цеолитовые породы Татарстана и их применение, Издательство «ФЭН», Казань, 2001, 172 с.
2. Дистанов У. Г., Михайлов А. С., Конюхова Т. П. и др. Природные сорбенты СССР, М.: Недра, 1990, 208 с.
3. Челищев Н. Ф., и др. Цеолиты — новый тип минерального сырья.— М.: Недра, 1987.— 176 с.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Гевлич Сергей Олегович

*канд. техн. наук, доцент, технический директор ООО «Экспертиза»,
г. Волгоград*

Гевлич Дмитрий Сергеевич

канд. техн. наук, директор ООО «Экспертиза», г. Волгоград

Полонский Яков Аркадьевич

*канд. техн. наук, зам.директора по НИР ООО «Экспертиза»,
г. Волгоград*

E-mail: jpolonsky@volgoexpert.ru

Пегушева Светлана Алексеевна

канд. техн. наук, доцент ВолГТУ, г. Волгоград

Экспертиза промышленной безопасности - оценка соответствия объекта экспертизы предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности, результатом которой является заключение экспертизы промышленной безопасности технического устройства. Из приведенного определения следует, что документом, удостоверяющим соответствие, является экспертное заключение. Сами же оценочные действия эксперта предполагают всесторонний анализ имеющейся в его распоряжении документации. Очевидно, что основной является документация по результатам технического диагностирования объекта экспертизы. Техническое диагностирование позволяет оценить текущее состояние устройства, и спрогнозировать наступление предельного состояния, выбрать критерии для расчета остаточного ресурса.

Основываясь на этих общих принципах, рассмотрим некоторые аспекты технического диагностирования электрометаллургического оборудования и, в частности, дуговых печей.

Объект экспертизы — дуговая печь — является сложной технической системой. С «ресурсной» точки зрения он может быть условно разбит на заменяемые (футеровка, электроды, свод и т. п.) и незаменимые (портал, кожух печи и т. п.) элементы конструкции. Очевидно, что обсуждение возможного влияния состояния заменяемых элементов на величину остаточного ресурса не является предметом технического диагностирования. Эти элементы печи

должны своевременно заменяться в плановые ремонты в соответствии с требованиями технологических регламентов. Эксперту необходимо проверить наличие таковых и их выполнение, отраженное в эксплуатационной документации печи.

Иное дело — незаменяемые элементы. От их состояния будет зависеть продолжительность безопасной эксплуатации печи. В этом смысле особый интерес представляет кожух как основной конструктивный элемент, обеспечивающий функционирование печи как единицы металлургического технологического оборудования.

Очевидной особенностью металлургического оборудования является термическое воздействие от разогреваемого или расплавленного металла. В процессе эксплуатации кожух подвергается периодическому температурному воздействию в течение всего периода плавки: от завалки шихты и до выпуска жидкого металла. Это воздействие происходит с постоянным повышением температуры до максимума и последующего охлаждения до технологического минимума. Учитывая конструктивное исполнение печи, вполне ожидаемо неравномерное распределение температуры по поверхности печи.

Грамотное техническое диагностирование печей должно включать, помимо внешнего осмотра и толщинометрии, специальные диагностические методики: как фиксирующие термическое воздействие, так и позволяющие оценить степень (или возможность) изменение состояния металла незаменяемых конструктивных элементов.

В этой связи, наиболее эффективным способом технического диагностирования такого объекта будет тепловизионный контроль.

В качестве практического примера такого подхода может быть рассмотрено техническое диагностирование с применением ТК дуговой печи емкостью 10 тонн. На рис. 1 показана термограмма, выполненная после полного расплавления шихты. Как видно из рисунка кожух нагрет до температуры около 150 °С, причем (рис. 1а) поверхность вблизи сливного носка имеет ту же температуру, что и со стороны портала (рис. 1б). Свод, собранный на водоохлаждаемом кольце, имеет более высокую температуру — до 360 °С.

Температурное поле портала (рис. 1б) имеет температурный максимум 31 °С, который сохраняется в течение всего периода плавки. Этот незаменяемый элемент печи не подвержен какому либо температурному воздействию и работает в условиях статического нагружения.

Водоохлаждаемые элементы (сводовое кольцо, дверца завалочного окна, кольцо на кожухе) не подвергаются существенному тепловому воздействию.

В среднем их температура не превышает 30 °С. Аналогичное тепловое состояние наблюдается у механизма опрокидывания.

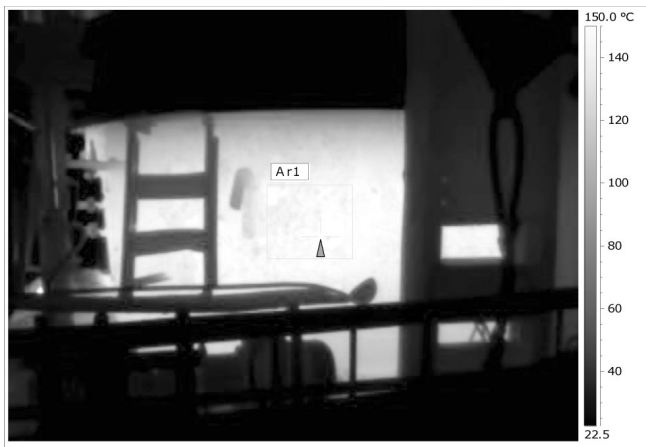
В печах большей емкости эти закономерности сохраняются, однако значения температурных максимумов может быть другое. Так, обследование дуговой печи емкостью 150 тонн показало, что температура поверхности кожуха вблизи завалочного окна достигала 350 °С. Это уже достаточно высокая температура, которая способна оказать влияние на изменение как субструктуры (уровень дислокаций) так и микроструктуры (размер ферритного зерна и состояние перлитной фазы).

Тепловизионный контроль также оказывается весьма эффективным средством для оценки сварных швов кожуха. В случаях, когда сварные швы кожухов выполнены с несвязным проплавлением по толщине обечайки, их тепловое сопротивление будет ниже, чем у основного металла. Это положение наглядно иллюстрирует термограмма, полученная при техническом диагностировании стационарного миксера для хранения жидкого алюминия. Как видно из рис. 2, сварной шов имеет более высокую температуру, чем прилегающий к нему металл кожуха миксера. Именно это наблюдение позволяет сделать вывод о том, что шов проварен только снаружи. В подобных случаях уже нет необходимости в применении ультразвуковой дефектоскопии.



зона Ar1 — 152,8°С, зона Ar2 — 360,1°С

Рисунок 1. а) Термограмма дуговой печи со стороны сливного носка;



зона Ar1 — 143,7°C

Рисунок 1.б) Термограмма дуговой печи с бокового ракурса

Для определения толщины стенки в зоне шва достаточно решить обычное уравнение теплопередачи через плоскую или цилиндрическую стенку и получить значения толщины (δ) или теплового сопротивления (λ/δ).

Очевидно, что и такие дефекты как локальное разрушение футеровки, нарушение целостности кладки свода и т. п. также могут выявляться методом ТК.

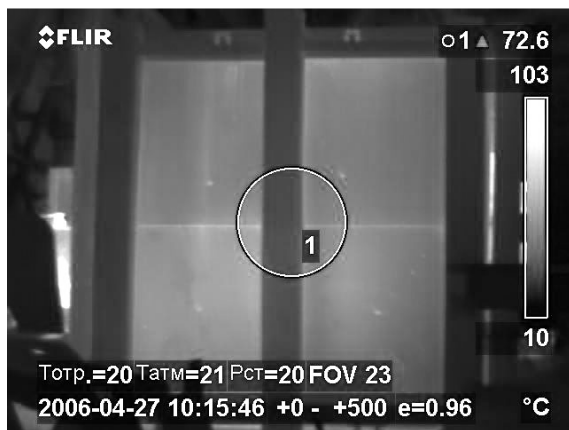


Рисунок 2. Термограмма боковой поверхности миксера.

Вышесказанное не умаляет важности и не исключает применение традиционных методов неразрушающего контроля (УЗД, УЗТ, ВИК и т. п.), которые, конечно, решают свои специфические задачи, в т.ч. те (толщинометрия, диурометрия, проч.), что не могут быть решены методом ТК. Однако сами условия эксплуатации (высокая температура стенки, невозможность подготовки поверхности контроля, обеспечения доступа изнутри ТУ) накладывают ограничения на применимость «нетепловизионных» схем контроля. Так, ультразвуковые методы предполагают непосредственный контакт дефектоскописта с поверхностью объекта. Для печи это означает полное охлаждение до нормальной температуры. Такое состояние возможно только при ремонтах печи, например, перенабивке футеровки, что может не совпадать по времени с проведением диагностических работ.

С другой стороны, применение ТК позволяет оптимизировать объемы контроля, выполняемого другими методами НК. Так, при применении ТК в тотальной толщинометрии (УЗТ) уже нет необходимости, достаточно просто выборочной проверки толщины на предмет соответствия фактического исполнения проектному. Аналогично обстоит дело с другими методами НК. Тем не менее, следует помнить, что метод ТК — не панацея, так, например, методом УЗД выявляются практически все несплошности (трещины, поры, непровары и т. п.), в том числе и не обнаруживаемые при ТК. Однако, с позиций разумной достаточности, для печей можно ограничиться сканированием мест пересечения продольных и кольцевых швов.

Следует отметить еще один существенный момент в неразрушающем контроле металлургического оборудования и, в особенности, элементов печей. Если в процессе диагностирования возникают предположения в развитии процесса тепловой хрупкости какого-либо элемента, то необходимо проверить все сварные соединения, включая ремонтные швы, прихваты и т. п., поскольку все эти зоны могут быть источниками трещин [4].

В этом смысле интегральная термография позволяет наиболее быстро определить возможные поврежденные зонами и характер дефектов.

Рассмотрим возможные механизмы деградации металла под воздействием теплового потока.

Исследования авторов по оценке деградации прочностных свойств кожухов, выполненных из стали 09Г2С, показали, что при рабочих температурах порядка 473—523К (200—250 °С) и длительности эксплуатации более 10 лет не выявлено заметного

изменения прочностных свойств. Не изменилась и микроструктура стали. Вместе с тем, было обнаружено почти двукратное снижение пластических свойств металла по сравнению с нормированными ГОСТ 5520 [1]. Весьма важным показателем истощения ресурса пластичности металла является отношение $\sigma_{0,2}/\sigma_b$. По ГОСТ 5520 это отношение составляет 0,66. В металле после десяти лет эксплуатации отношение возросло до 0,76. Наблюдаемое заметное повышение свидетельствует о возможном протекании процессов термического и термомеханического старения. Возможно также развитие сегрегационных явлений, например образование карбидов как следствие термомеханического старения, приводящего к тепловой хрупкости. Подходы к описанию деградации за счет старения предложены в работах [3, 4, 6].

В работе [2] предложена методика расчета остаточного ресурса конструкции, работающей в условиях деформационного (термомеханического) старения. В качестве критерия предельного состояния использован коэффициент остаточной прочности γ [7]. Расчеты по предложенной методике показывают, что для конструкций из стали типа 09Г2С предельное состояние $\gamma=1$ наступает примерно через 30—40 лет эксплуатации. Однако более показателен в этом смысле другой критерий — температур вязко-хрупкого перехода ΔT_{50} . Так, сравнение данных работы [3] и [2] показывает, что ΔT_{50} для упомянутой стали может принимать положительные значения уже через 15—20 лет, что соответствует типичному сроку эксплуатации такой конструкции, как дуговая печь.

Другим, возможным, механизмом деградации металла могут быть процессы рекристаллизации феррита и изменений в перлитной фазе. Такой механизм деградации обсуждался в работе [7]. Модельные эксперименты и исследования натуральных образцов стали, подвергнутой длительному тепловому воздействию, показывают, что имеет место частичная рекристаллизация феррита. Причем, для малоуглеродистых сталей преимущественным является процесс роста имеющихся, а для низколегированных — образования новых зерен. Следует отметить, что с точки зрения возможного изменения механических свойств формирование разнородной структуры приводит к значительному увеличению коэффициента вариации прочностных характеристик, например, предела текучести. Следовательно, механические свойства стали длительно эксплуатирующегося кожуха дуговой печи могут оказываться весьма неоднородными. Эта степень неоднородности будет тем больше, чем больше разница температуры по объекту.

Рассмотренный в настоящей работе модельный объект — дуговая печь — является типичным представителем объектов экспертизы промышленной безопасности в металлургической промышленности. Предложенная в настоящей работе методология диагностирования может быть представлена как сочетание тотального (интегральная термография) и локального контроля (УЗД, УЗТ, металлофизические и прочие исследования участков наиболее подверженных тепловому воздействию). В этом сочетании, применение современных методов технического диагностирования наряду с традиционными, с обязательным привлечением металлофизических исследований, позволяет не просто обсуждать состояние технического устройства, но принять адекватные критерии перехода в предельное состояние, основанные на понимании деградационных процессов в металле.

Дополнительной практической значимостью проведения ТК в рамках интегральной термографии является возможность параллельно решать актуальную задачу энергоэффективности эксплуатации диагностируемого оборудования.

Список литературы:

1. ГОСТ 5520. Прокат листовой из углеродистой низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия.
2. Гевлич С. О., Полонский Я. А. Расчет остаточного ресурса статически нагруженных конструкций в условиях эксплуатационного старения// Безопасность труда в промышленности. — 2009, № 3, с. 51—53.
3. Горицкий В. М. Диагностика металлов. М.: Металлургиздат, 2004.— 408 с.
4. Горицкий В. М. Тепловая хрупкость сталей. М.: Металлургиздат, 2007. — 384 с.
5. Горицкий В. М., Шнейдеров Г. Р. Техническое состояние и остаточный ресурс конструкций, испытывающих деградацию механических свойств стали// В сб. Материалы международной научно-технической конференции «Экспертиза и оценка риска техногенных систем — 2011», Череповец, ЧГУ, 2011 с. 37—43.
6. Пенкин А. Г., Терентьев В. Ф., Маслов Л. И. Оценка остаточного ресурса работоспособности трубных сталей с использованием методов акустической эмиссии и кинетической микротвердости. М.: Интерконтакт Наука, 2004. —70 с.
7. Ячинский А. А. Влияние структурно-фазового состава трубных сталей и их сварных соединений на сопротивление деформационному старению: Автореф.дис...канд.техн.наук/ РГУ НиГ им. И. М. Губкина. —М, 2006.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ НА УРАНОВОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «ЭЛЬКОН»

Игнатьева Галина Андреевна

*ассистент кафедры основ ядерной физики, СВФУ им. М. К. Аммосова,
г. Якутск*

Степанов Валерий Егорович

*д-р физ.-мат. наук, доцент, СВФУ им. М. К. Аммосова, г. Якутск
E-mail: galich_88@mail.ru*

Исследования были проведены в Алданском улусе вблизи поселка Заречный в районе Эльконского урановорудного месторождения на северном склоне Алданского щита в 30—50 км от г. Томмота. Отбор проб производился в 2008—2009 годах, были отобраны пробы лишайников и почвы методом конверта.

В ходе полевых работ проводились дозиметрические измерения дозиметром типа ДБГ-01Н. В каждой точке на высоте 1 м от исследуемой поверхности делалось по 10 измерений, затем вычислялось среднее значение и среднеквадратичное отклонение мощности экспозиционной дозы (МЭД). Также в ходе полевых работ были исследованы отвалы шахт 2 и 3.

В лаборатории радиационной экологии пробы анализировались гамма-спектрометрическим методом на лабораторном гамма-спектрометре фирмы Канберра—Паккард США с двумя полупроводниковыми детекторами.

После проведения предварительной подготовки проб, и измерения на гамма-спектрометре были получены следующие результаты, которые отображены в таблицах.

Содержание естественных радионуклидов в почве

На расстоянии 1,5 км от отвалов в месте пересечения дороги на шахту и р. Безымянный была отобрана проба почвы. Проба отобрана с площадки 50х50 см на глубине 0—5 см и 5—8 см.

Таблица 1.

**Удельная активность естественных радионуклидов (Бк/кг)
в почве**

Место отбора	Наименование объекта	Наименование пробы	Th-232 (Ac-228)	U-238 (Pa-234m)	Ra-226 (Bi-214)	U-235
Алдан, Заречный	пересечение дороги на шахту 2 и р.Безымянный	почва с растительностью, глубина 0-5 см.	13	196	16	11,9
Алдан, Заречный	пересечение дороги на шахту 2 и р.Безымянный	почва, глубина 5-8 см.	10	51	14	2,5
Якутск	Покровский тракт 10-й км.	Почва, глубина 0-5 см.	41	42	22	1,6

Измеренная удельная активность U-238 в почве, колеблется в пределах от 51 до 196 Бк/кг. Основная концентрация радионуклидов скапливается в верхнем 5 сантиметровом слое почвы, что согласуется с общими радиоэкологическими представлениями миграции радионуклидов в почве.

Из результатов анализа содержание радионуклидов U-238 и U-235 в 4-5 раз больше в верхнем слое почвы, чем в нижнем, в то время как содержание радионуклидов Th-232 и Ra-226 сопоставимы. Это свидетельствует о том, что минералы урана в мелкодисперсном виде переносятся воздушным путем и поверхностными водами на значительные расстояния. Содержание естественных радионуклидов в нижнем слое почвы меньше, чем в почве вблизи г. Якутска.

Поверхностная загрязненность цезием Cs-137 указанных почв составляет соответственно 1425,2 Бк/кв.м в Заречном и 879 Бк/кв.м в Якутске, что соответствует средним по Республике уровням загрязнений от глобальных выпадений Cs-137 и свидетельствует о целостности почвенного покрова [1, с. 160].

На пересечение дороги на шахту 2 и р.Безымянный анализ полученных данных показывает, что поверхностная плотность загрязнения радиоактивными изотопами почвенного покрова составляет 13 Бк/кг тория (Th-232), 16 Бк/кг для радия (Ra-226) и 11,9 Бк/кг урана (U-235).

Результаты исследования означают, что в Алданском улусе на Эльконском урановорудном месторождении поверхностная плотность

загрязнения почвенного покрова ураном (U-238) в 5 раз больше чем в Якутске (Покровский тракт 10-й км).

Аккумуляция естественных радионуклидов лишайниками

Лишайники обладают способностью депонировать и сорбировать тяжелые металлы и радионуклиды из окружающей среды. Нами исследованы два вида лишайника на отвалах и на сохраненном от техногенного воздействия участке. В зависимости от биологического строения, субстрата лишайников активность радионуклидов различна.

В таблице 2 приведены значения содержания радионуклидов в лишайниках, из которого видно что содержание Th-232 и Ra-226 в лишайнике *Stereocaulon paschale*, отобранном на отвалах штольни 5 (МЭД 12.6 мкР/ч) больше в 4—8 раз, чем в лишайнике того же вида, отобранном в окрестностях поселка Саскылах Анабарского улуса.

Таблица 2.

**Удельная активность естественных радионуклидов (Бк/кг)
в лишайниках**

Место отбора	Наименование объекта	Наименование мха, лишайника	Th-232 (Tl-208)	U-238 (Pa-234m)	Ra-226	Ra-226 (Bi-214)	U-235	Pb-210
Алдан, Заречный	Шахта 3, южный склон горы над строениями	cladina stellaris	6,0	<	59,3	12,8	3,4	1319
Алдан, Заречный	Шахта 2, над отвалами.	cladina stellaris	<	<	38	17	2,2	3029
Кобяйский, Тыай	оз. Дьукайаан	cladina stellaris	<	<	6,7	<	<	766
Алдан, Заречный	штольня 5	stereocaulon paschale	7,9	<	32	14	<	827
Саскылах, Анабарский	окрестности	stereocaulon paschale	1-2*			2-3*		

В лишайнике *Cladina stellaris* (кладина звездчатая) было обнаружено, что активность Th-232 равна 6 Бк/кг, содержания Ra-226 варьируют от 6,7 до 59,3 Бк/кг, Ra-226(Bi-214) от 12,8 до 17 Бк/кг, U-235 от 2,2 до 3,4 Бк/кг, а Pb-210 от 766 до 1319 Бк/кг. Содержание РН в лишайнике *Cladina stellaris* в Алдане больше, чем в Кобяйском улусе от 2 до 17 раз [2, с. 152].

В лишайнике *Stereocaulon paschale* (стерекаулон вздутый) обнаружен Ra-226 в количествах 32 Бк/кг, Pb-210—827 Бк/кг, содержание Th-232 меняется от 1 до 7,9 Бк/кг, а Ra-226(Bi-214) от 2 до 14 Бк/кг. Содержание радионуклидов в лишайнике *Stereocaulon paschale* в Алдане больше, чем в Анабарском улусе от 5 до 827 раз.

Однако, содержание Pb-210 в лишайнике *Stereocaulon paschale* в 26 раз выше, чем содержание его материнского радионуклида Ra-226. На склоне горы над отвалами шахты 2, не нарушенном выработками была отобрана проба лишайника *Cladina stellaris*, в котором также наблюдается очень высокое содержание Pb-210. Это говорит о том, что лишайники в этих пробах накапливали Ra-226 и Pb-210 существенно аэральным путем, чем из подстилающей его почвы. К тому же радионуклиды накапливаются избирательно, т. е. Pb-210 аккумулируется существенно больше, чем другие радионуклиды семейства урана [3, с. 32]

Заключение

Достаточно высокий уровень содержания радионуклидов в исследованных пробах говорит о радиационной загрязненности окружающей среды.

Основной причиной происходящих негативных процессов является невыполнение производителями отвалов минимально необходимых мероприятий типа гидроизоляции отвалов с максимальными содержаниями радионуклидов для предотвращения миграции урана в окружающую среду:

1. отсутствие бетонирования или другого мероприятия по герметизации поверхности активных отвалов для предотвращения их промыва атмосферными осадками;

2. отсутствие обустройства старого русла ручья Безымянный для уменьшения дренажа отвалов водами горного распада.

Полученные здесь данные о содержаниях урана в компонентах биосферы будут использоваться для контроля деятельности уранового комбината ЭГМК. Кроме этого информация о содержании искусственных и естественных радионуклидов в окружающей среде используется для создания системы радиационной безопасности территории республики в системе гражданской обороны. А так же

могут быть использованы для создания базы данных по радиационно-экологическому мониторингу в территории Республики Саха (Якутия).

Необходимо произвести Оценку Воздействия на Окружающую Среду (ОВОС) урансодержащих отвалов независимыми научными экологическими организациями РС(Я), разработать мероприятия, нужные для остановки процесса миграции урана в реку Алдан. В дальнейшем необходимо продолжить научные исследования по радиационно — экологическому мониторингу урансодержащих отвалов. Первоочередной задачей является подготовка полной базы радиационно-экологического мониторинга.

Список литературы:

1. Яковлева В. Д., Степанов В. Е. Техногенные радионуклиды в почвенно-растительном покрове природных экосистем Якутии // Сб. тез. докладов X международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов 2003-06-29» (17 апреля 2003 г). М.: МГУ, факультет почвоведения, 2003.—160 с.
2. Игнатъева Г. А. Исследование содержаний радионуклидов в растительности и в почве на некоторых участках Эльконского уранового месторождения в Алданском улусе Республике Саха (Якутия). Сборник статей 11-й международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности». Высокие технологии, образование, промышленность. Т.3. под ред. А. П. Кудринова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.— 426 с.
3. Яковлева В. Д., Степанов В. Е., Петрова Е. В. Радиоэкологическое исследование окрестностей подземного ядерного взрыва «Кристалл» в Якутии. АНРИ. 2003. № 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНЕ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Муравьев Константин Александрович

*канд. техн. наук, доцент, Сургутский институт нефти и газа,
г. Сургут*

E-mail: mkasing@mail.ru

Из литературы и практики известно, что основным направлением повышения энергетической эффективности работы газотранспортной системы Украины и России является энергосбережение, базирующееся на внедрении в производственный цикл транспорта газа энергетически, экологически и экономически эффективных технологий и инновационной техники и оборудования. С этой целью в ОАО «Газпром» и ВАТ «Укрнафгаз» разработаны и внедрены программы реконструкции компрессорных станций (КС) и линейной части газотранспортной и распределительной инфраструктуры. Такой программой реконструкции КС предусмотрено применение новых газоперекачивающих агрегатов взамен устаревших моделей. Однако в этих условиях важная роль отводится проблеме охраны природной и производственной среды, постоянно подвергающейся химическому и шумовому загрязнению. Кроме того, каждая КС создает опасность при образовании взрывопожарных газовоздушных смесей в закрытых помещениях. Примерные расчеты показывают, что ежегодно в России каждая КС выбрасывает 2112 тонн вредных веществ, причем оксиды углерода составляют 51%, оксиды азота — 24%, природный газ — 23%, другие вещества — 2% .

Выбор и актуальность данной работы обусловлены еще и тем, что, как показывает анализ парка газоперерабатывающих агрегатов ОАО «Газпром» и ООО «Нефтегазовая компания — ИТЕРА», более 20% агрегатов, которые эксплуатируются в настоящее время на компрессорных станциях, выработали свой моторесурс, морально устарели, физически изношены, в результате чего не отвечают требованиям надежности, экономичности и экологической безопасности, в связи с чем вопросы исследования экологической безопасности в районах действия КС являются актуальными и имеют важное отраслевое значение.

Для осуществления непрерывного контроля изменения теплофизических параметров работы компрессорных агрегатов, необходимо проводить постоянный анализ и сопоставление десятков

показателей, что при большом числе фонда КС требует огромных затрат [6]. Как показывает опыт эффективной эксплуатации электроцентробежных насосов, накопленный в ВАТ «Укрнафгаз», в ОАО «Сургутнефтегаз», для решения подобных задач (с учетом максимального использования имеющихся данных в ОАО «СибурТюменьгаз», ОАО «Сургуттрансгаз», ОАО «Уралтрансгаз» и др.) полезно применить нейросетевой анализ, разработанный авторами совместно со специалистами Киевского национального технического университета (КПИ) и Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа (Украина).

Целью работы явилось исследование загрязнения атмосферы в районе компрессорных станций с помощью нейросетевого метода их расчета.

Известно [5], что распространение загрязнения вместе с воздухом происходит путем конвективного переноса, представляющего собой наиболее реальный фактор миграции.

Однако принципиально существует возможность распространения загрязнений в атмосфере путем молекулярной диффузии — процесс выравнивания концентраций частиц в границах определенного объема воздуха самостоятельно, поскольку он сопровождается увеличением энтропии системы «загрязняющее вещество — воздух», а равномерное распределение веществ в системе отвечает наиболее вероятному ее состоянию. Количественно диффузия может быть выражена уравнением первого закона Фика:

$$m_x = -D \frac{dc}{dx} \cdot \tau \cdot S, \quad (1)$$

m_x — масса перенесенного вещества в направлении координаты x и пропорциональна градиенту концентрации $\frac{dc}{dx}$; τ — время; S —

площадь, охватывающая загрязнение и расположенная перпендикулярно движению массы вещества; D — коэффициент диффузии загрязняющих частиц в воздухе.

Рассматривая силу трения F , действующую со стороны воздушных масс на диффузию частиц, как противодействующую кинетической или тепловой энергии молекулы, Эйнштейн предложил следующее соотношение [8]:

$$D = \frac{K_B \cdot T}{F}, \quad (2)$$

где K_B — постоянная Больцмана, равная $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; T — температура среды.

Силу трения при движении сферических частиц радиусом r определяем по формуле Дж. Стокса [1]:

$$F = \sigma \cdot \pi \cdot \eta \cdot r, \quad (3)$$

где σ — сила поверхностного натяжения; η — коэффициент вязкости среды.

Сравнивая уравнения (2) и (3), получаем уравнение для практических расчетов:

$$D = \frac{K_A \cdot T}{\sigma \cdot \pi \cdot \eta \cdot r}, \quad (4)$$

откуда видно, что частицы перемещаются тем быстрее, чем выше температура среды, меньший размер частиц загрязнений r и вязкость среды η .

На формирование ареалов загрязнений атмосферы влияет такой процесс как дисперсия (разсеяние загрязняющих веществ), характеризующаяся соответствующими дисперсиями (в поперечном и продольном направлениях).

Коэффициент продольной дисперсии зависит от скорости воздушных масс v , а так же от параметра λ , характеризующего структуру зависших частиц в воздухе, и выражается так:

$$\sigma_{x,y} = \lambda \cdot v, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (5)$$

Конкретное значение поперечной дисперсии определяется в зависимости от высоты источника выброса загрязняющих веществ по формуле [9]:

$$\sigma_z = \frac{h_0}{\sqrt{2 \ln \frac{C}{C_s}}}, \text{ м}^2. \quad (6)$$

где h_0 — высота источника выброса, м; C — концентрация вещества на выходе из источника выброса, мг/м³; C_s — концентрация загрязняющих веществ на высоте 2 м от поверхности земли, мг/м³.

Как уже ранее отмечалось, одной из наиболее важных практических задач является расчет концентраций вредных веществ, которые выбрасывают КС в атмосферу.

При одновременном действии в атмосфере нескольких вредных веществ безразмерная концентрация q определяется по формуле:

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n}, \quad (7)$$

где C_1, C_2, \dots, C_i — расчетная концентрация вредных веществ в атмосфере в одной и той же местности; ПДК₁, ПДК₂, ..., ПДК_i — соответственно максимальные разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе.

Приведенная к одному веществу концентрация $C_{\text{экв}}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{экв}} = C_1 + C_2 \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_2} + \dots + C_n \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_n}, \quad (8)$$

где C_1 — концентрация вещества, к которому осуществляется приведение;

C_2, \dots, C_n ; ПДК₂, ..., ПДК_n — концентрация и ПДК других веществ, входящих в группу суммирования. Массовая концентрация вредных веществ в атмосфере выражается известным дифференциальным уравнением [4]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right), \quad (9)$$

где C — массовая концентрация воздушной смеси; x, y, z — система прямоугольных координат, у которых ось x совпадает с направлением ветра, а ось z — вертикальная; u — скорость ветра; K_x, K_y, K_z — коэффициенты турбулентной диффузии в направлении x, y, z соответственно.

Граничными условиями для данного уравнения являются:

$$\frac{C}{t} \leq 0; \quad \frac{C}{x^2 + y^2 + z^2} \rightarrow \infty = 0.$$

Решение уравнения (9) для стационарного точечного источника при условии нормального распределения концентрации вещества в атмосфере имеет вид [12]:

$$C_{x,y,z} = \frac{M}{\pi u x^{2-n} s_y s_z} \exp \left\{ - \left[\frac{y^2}{s_y^2 x^{2-n}} \right] \right\}, \quad (10)$$

где s_y, s_z — «виртуальные коэффициенты диффузии» в направлении координат; n — число от 0 до 1; определяется профилем скорости ветра.

В работе [1] получено уравнение для точечного источника, расположенного на высоте H :

$$C_{x,y,0} = \frac{M}{(1+m)K_i \varphi_0 x^2 \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{u_1 H^{1+m}}{K_1 (1+m^2) x} - \frac{y^2}{2\varphi_0^2 x^2} \right], \quad (11)$$

где K_1 , u_1 — соответственно значения коэффициентов турбулентной диффузии и скорости ветра; φ_0 — дисперсия в направлении ветра; $m=n(2-n)$.

В зарубежной практике для определения концентрации вредных веществ используют следующую зависимость для стационарного точечного источника [11]:

$$C_{x,y,0} = \frac{M}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}, \quad (12)$$

где σ_y , σ_z — горизонтальная и вертикальная дисперсии распределения воздушной смеси.

Из литературы известно [3, 9], что формирование зоны дисперсии подчиняется закону Гаусса, в котором значение концентрации имеет вид:

$$C(x, y, z, \tau) = \frac{M \left(\tau - \frac{x}{U_a} \right)}{2\pi U_a \sigma_y (x + x_{vy}) \sigma_z (x + x_{vz})} \cdot e^{\left\{ \frac{y^2}{2\sigma_y^2 (x + x_{vy})} \right\}} \times \left[e^{\left\{ \frac{(z-h_0)^2}{2\sigma_z^2 (x + x_{vz})} \right\}} \right], \quad (13)$$

где C — концентрация, мг/м³; x, y, z — координаты; τ — время, с; M — масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с; U_a — скорость ветра, м/с; σ_z — коэффициент поперечной дисперсии, м²/с; σ_y — коэффициент продольной дисперсии, м²/с; X_{vy}, X_{vz} — расстояние от источника выброса, м.

С учётом приведенного выше, решение уравнения (7) при начальных и граничных условиях $C(t=t^*, x=x_0, y=0, z=h_0)$ имеет вид:

$$C = \frac{M \left(\tau^* - \frac{x_0}{U_a} \right)}{2\pi U_a \sigma_z (x_0 + x_{vz}) \sigma_y (x_0 + x_{vy})}, \quad (14)$$

т. е. с помощью данной формулы можно определить в определённый момент времени (τ^*) концентрации вредных веществ в зоне, которая характерна определённой высоте источника выброса.

Расчёт концентраций вредных примесей от КС в наземном слое ($H=2-10$ м) атмосферы, а так же на какое расстояние они распространяются, проводится разными методами [2, 7].

Максимальное значение такой концентрации C_{\max} (мг/м³) при выбросе их источниками КС, расположенными на Самотлорском месторождении, оценивалось нами с помощью методики [7]:

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V \Delta T}}, \quad (15)$$

где A — коэффициент, $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{К}^{1/3} \cdot \text{г}$, зависящий от температурной стратификации атмосферы, которая определяет условия горизонтального и вертикального рассеивания вредных веществ в атмосфере; M — масса выбрасываемых вредных примесей, г/с; F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в воздухе; m , n — безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из горловины источника выброса; H — высота источника выброса над поверхностью земли, м; V — объём газовой смеси, м³/с, равный $\frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega$, где

D — диаметр горловины источника выброса, м; ω — средняя скорость выхода газовой смеси из источника выброса; ΔT — разность между температурой газовой смеси и температурой окружающей атмосферы, К.

Коэффициент A принимают для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрация вредных примесей в воздухе от источника выброса достигает максимального значения.

Величину ΔT (°С) необходимо определять, принимая температуру окружающей среды T_o , равной средней температуре атмосферного воздуха около 13 часов наиболее тёплого месяца года согласно СНиП «Строительная климатология и геофизика», а температуру газовой смеси T_r , выбрасываемой КС, — по действующим технологическим нормативам.

Величину безразмерного коэффициента F принимают для газоподобных вредных веществ — 1, а безразмерного коэффициента m в зависимости от параметра f , имеющего размерность м/с² °С,

$$f = 10^3 \frac{\omega^2 \cdot D}{H^3 \cdot \Delta T}, \quad (16)$$

определяют из работы [7, рис. 2. 1].

Безразмерный коэффициент n определяют по графику рис. 2. 2 [7] в зависимости от параметра v_m , который вычисляют по формуле:

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{V \Delta T}{H}}. \quad (17)$$

Составив план эксперимента, в котором переменной величиной было расстояние (50,100,200,300,400,500,1000,1500 и 2000 м), а также приняв: $M=2.88$ г/с (для диоксида азота); $M=1.44$ г/с (для оксида углерода); $A=160$; $n=1.8$; $m=0.9$; $F=1.0$; $V=29.4$ м³/с ; $\Delta T=400$ °С ; $H=12$ м; была рассчитана максимальная концентрация оксидов азота и углерода, выбрасываемых источниками КС. Полученные результаты представлены в виде карт рассеивания (рис. 1).

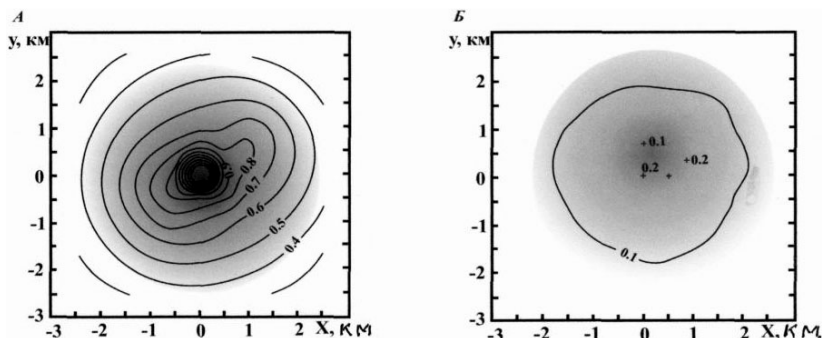


Рисунок 1. Карты рассеивания постоянных выбросов (часть ПДК) в атмосфере компрессорной станции на Самотлорском месторождении: А — NO₂; Б — CO

Для оценки предельных концентраций вредных примесей, в частности NO₂ и CO, вблизи компрессорных станций в зависимости от расстояния от очага загрязнения и высоты над поверхностью земли, впервые в отечественной практике экспериментальных исследований использовали нейросетевой анализ данных.

Основное отличие нейросетевого моделирования от методов математической статистики заключается в том, что для проведения анализа и оптимизации имеющихся данных нет необходимости проводить планируемый эксперимент, система сама адаптируется к имеющимся данным и находит оптимальные варианты показателей изучаемых свойств [6, 10]. Кроме того, точность данного метода значительно выше статистического (как правило, погрешность между измеренными и прогнозируемыми результатами не превышает 1-3 %).

Нейросети, используемые в данной работе, состоят из формальных нейронов, один из которых представлен на рис. 2.

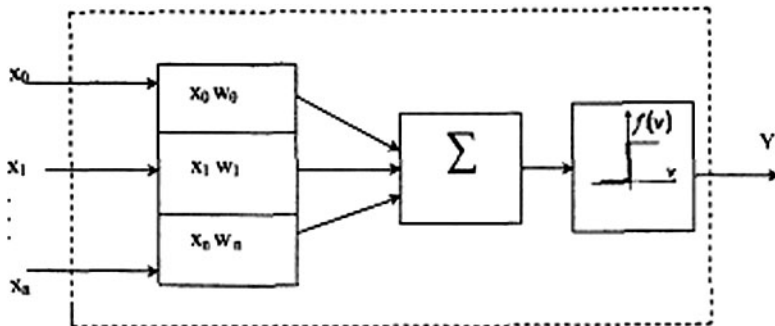


Рисунок 2. Схема формального нейрона

В нейросетевой модели как системе набор элементов представлен нейронами, связи синапсами, а цель (конечный результат) аппроксимационной модели определяется благодаря достаточной скорости и точности ее функционирования (контролируемой тестами и опыт эксплуатации).

Моделирование функций синапсов происходит путем масштабирования входных сигналов (\$X_0, X_1, \dots, X_n\$) с помощью весовых коэффициентов (\$W_0, W_1, \dots, W_n\$). Полученные сигналы подаются на вход сумматора, который выполняет их обработку по формуле:

$$V = \sum_{i=0}^n W_i X_i .$$

Переменная \$V\$ является аргументом пороговой активационной функции: \$y=f(V)\$, которая имеет вид:

$$y = \begin{cases} 1 & \text{при } V \leq 0, \\ 0 & \text{при } V > 0. \end{cases}$$

Правило модификации весов связей при обучении нейросетевой модели:

$$W_{ij}^{m+1} = W_{ij}^m + \Delta W_{ij}^m \cdot \Delta t ,$$

где \$m\$ – номер цикла адаптации; \$\Delta t\$ — шаг модификации.

$$\Delta W_{ij}^m = - \sum_{k=0}^p \Delta_i^k \alpha_j^k ,$$

где \$\Delta_i\$ для всех \$k\$ вычисляется как

$$\Delta_i^{k-1} = \left(\sum_j W_{ij} \Delta_{ij}^k + \frac{\partial H}{\partial \alpha_i^k} \right) \frac{(1 - \alpha_i^k)^2}{a} ,$$

где a — константа; i — номер нейрона; α_j — состояние других нейронов; k — номер такта функционирования нейросети; j — номер входа нейрона.

Целевая функция для нейронной сети:

$$H = \frac{1}{2} \sum_{i,k} (\alpha_i^k - \delta_i^k)^2,$$

где δ_i — требуемое состояние нейрона.

Вычислительные операции на нейросетевых моделях являются итерационными и прекращаются по достижении требуемой точности решения задачи или по истечении времени, выделенного на обучение нейросети.

Учитывая, что структура и методы обучения НС не определяются природой изучаемых характеристик объекта, а зависят от количества экспериментальных данных, подаваемых на входы НС, оптимального числа нейронов в скрытом слое и сложности изучаемого процесса, поэтому ошибки обучения и тестирования выбранной структуры НС различны для каждого из двух анализируемых критериев (см. табл. 1). Среднеквадратичные ошибки обучения и тестирования составляют соответственно 0,8—3,2 и 0,4—2,7 %, что свидетельствует о хорошей обученности НС и их способности с достаточно малой ошибкой предсказывать значения каждого из оцениваемых критериев.

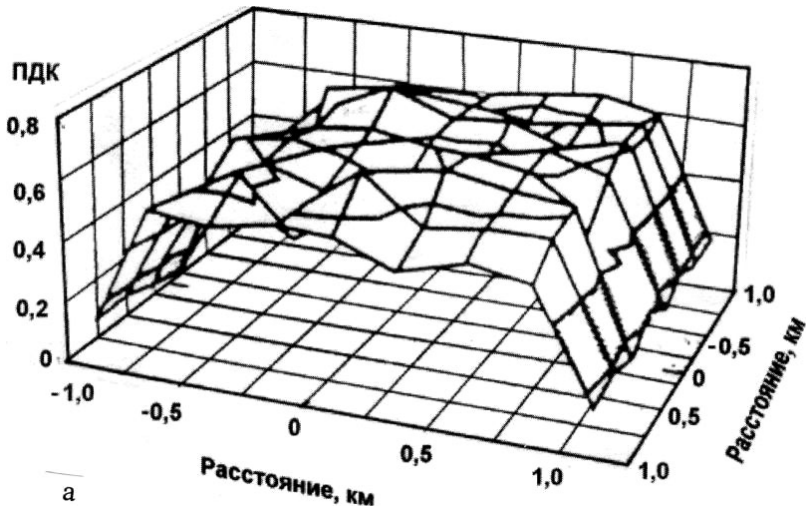
Таблица 1.

Оптимальные параметры НС для прогнозирования концентрации вредных веществ и ошибок НС при обучении и тестировании

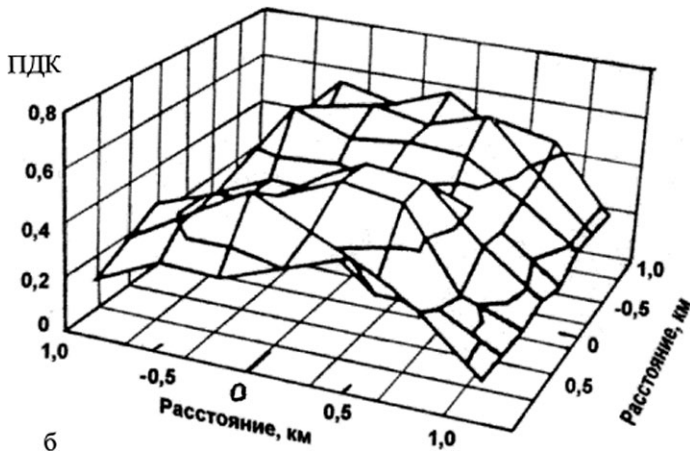
Критерии свойств на выходе сети	Количество нейронов в скрытом слое сети	Ошибка обучения сети	Ошибка тестирования сети	Алгоритм обучения	Число циклов обучения
NO ₂	4	0,0067	0,0032	МНК	265
СО	6	0,0315	0,0291	ССГ	242

Примечание: МНК — метод наименьших квадратов; ССГ — спуск по сопряженным градиентам.

Обученные НС использовали для прогнозного расчёта концентраций СО и NO₂ как внутри области расчетно-экспериментальных входных параметров (см. рис. 1), так и за её пределами. Как видно из рис. 3—6, параметры СО и NO₂ сложным образом зависят от расстояния на поверхности и от высоты, однако видны некоторые общие закономерности.



а



б

Рисунок 3. Прогнозные значения предельно допустимой концентрации (ПДК) двуокиси азота (а) и окиси углерода (б) в локальной зоне выброса загрязнений, рассчитанные с применением нейросетевого моделирования

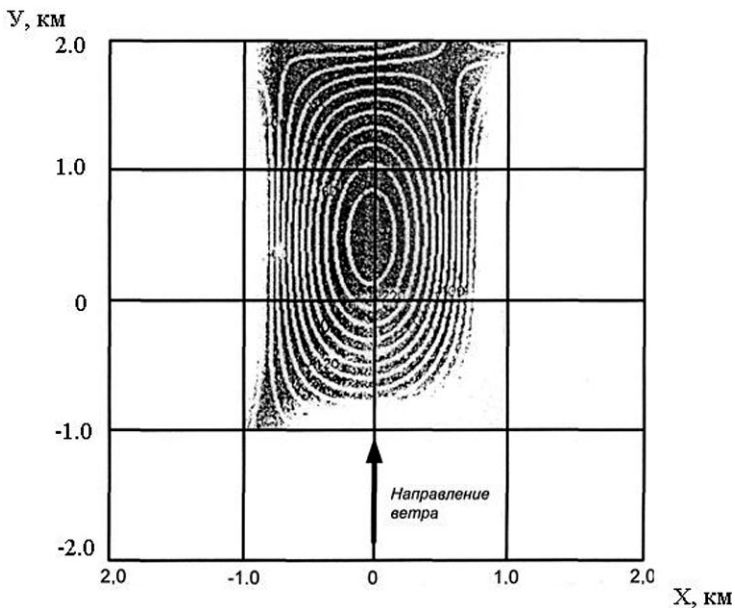


Рисунок 4. Двухмерная карта прогнозных значений ПДК (диоксида азота) в локальной зоне выброса вредных веществ, полученная нейросетевым методом анализа

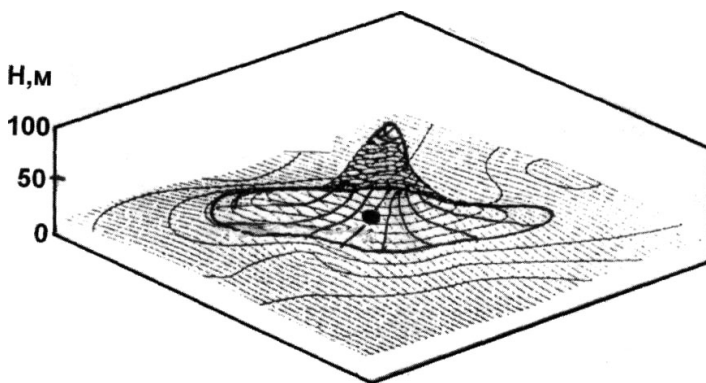


Рисунок 5. Пространственная модель ареалов окиси углерода на рабочей площадке КС Самотлорского месторождения, рассчитанная с помощью нейросетевого метода анализа. Точкой отмечен источник выброса вредных веществ — КС



Рисунок 6. Изолинии предельно допустимой концентрации загрязнения (ПДК) вокруг очага выбросов вредных веществ, полученные с помощью нейросетевого метода анализа. Обозначения: 1- $H=10$ м; 2- $H=20$ м; 3- $H=30$ м; 4- $H=40$ м; 5- $H=50$ м

Так, установлено, что наиболее высокие концентрации вредных веществ на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ для КС равна 1000 м) при постоянных выбросах диоксида азота составляют 0,8 ПДК.

Анализируя полученные результаты можно заключить, что использование нейросетевого анализа позволяет более точно дать прогнозную инженерную оценку концентрации вредных частиц в зонах загрязнений по сравнению с расчетом по формуле (15), которая не учитывает молекулярную диффузию и дисперсию, формирующие ареалы загрязнений в атмосфере.

Кроме того, нейросетевой метод позволяет вычислять концентрации вредных выбросов не только у поверхности, но и на высоте более 50 м от земли.

Таким образом, полученные результаты позволили сделать следующие **выводы**:

1. Впервые показана возможность применения нейросетевого метода для прогнозной инженерной оценки концентрации загрязняющих атмосферу веществ, выброс которых осуществляют перекачивающие газ агрегаты компрессорных станций.

2. Из анализа существующих методик расчёта следует, что при формировании ареалов загрязнений атмосферы вокруг КС основную роль играют такие физико-химические процессы, как конвективный перенос, молекулярная диффузия, поперечная и продольная

дисперсия, а поэтому эти процессы необходимо учитывать при определении величины загрязнений КС местности.

3. С помощью нейросетевого метода анализа рассчитаны максимальные значения объемных концентраций вредных веществ при выбросах источниками КС газопроводов. По данным расчётов построены карты на плоскости и в пространстве рассеивания диоксида азота и оксидов углерода, что позволило установить предельно допустимые концентрации на границах санитарно-защитной зоны.

Полученные результаты позволяют прогнозировать промышленную безопасность газокompрессорных станций, эксплуатируемых в условиях нефтегазовых месторождений.

Список литератур:

1. Берлянд Н. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 448 с.
2. Временная инструкция расчета газовых выбросов наземных источников на объектах газовой промышленности. — М.: РАО «Газпром», 1987. — 42 с.
3. Едигарова А. С., Сулейманов В. А. Математическое моделирование аварийного истечения и рассеивания природного газа при разрыве газопровода // Математическое моделирование, 1995. — Т. 7. — № 4. — С. 37—52.
4. Колмогоров А. Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой жидкости при очень больших числах Рейнольдса // Доклады АН СССР, 1941, том 30, № 4. — С. 299—303.
5. Куцын П. В. Охрана труда на газовом промысле. — М.: Недра, 1982. — 250 с.
6. Матвеев С. Н., Осипов А. В. Перспективы внедрения системы поддержки принятия решений с элементами искусственного интеллекта // Нефтяное хозяйство. — 2007. — № 3. — С. 12—14.
7. Методика расчета концентраций предельных веществ в атмосфере воздуха, содержащихся в выбросах предприятий. — ОНД —86. — Л.: Гидрометеиздат..—1987. — 92 с.
8. Мороз А. С., Ковальова А. Г. Фізична та колоїдна хімія. — Львов: Світ, 1994. — 280 с.
9. Сафонов В. С., Одишария Г. Е. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности // М.: Недра. — 1996. — 207.
10. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / пер. с англ. — М.: Мир, 1992. — 240 с.
11. Recommended Guide for prediction of the aurborn effluent (sec. ed.). New York, 180 p. The American Society of Mechanical Engineers, 1973, № 4.
12. Taylor C. I. Proc. Lond. Math. 1982, Ser. 2, V. 20 — p. 13—18.

СЕКЦИЯ 17

ЭЛЕКТРОНИКА

БИОСТАБИЛЬНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Галкин Владимир Павлович

*студент Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина
E-mail: Vovkagalkin@ukr.net*

Цыганок Борис Архипович

*канд. техн. наук, профессор Национального технического
университета Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина*

Введение

Человеческий организм очень сложная система, которая имеет высокую способность к саморегуляции и самоорганизации. Он очень чувствителен к внешней интервенции, что, в результате прямого контакта с технической системой, приводит к развитию биологических и физико-химических взаимодействий на грани стыка. Взаимодействия характеризуются отсутствием позитивных обратных связей, а также отсутствием процессов ремонта [3]. Химический состав окружающей среды, поток жидкости, влияние давления и температуры, а также скопление биологических веществ, таких как белки и липиды, является большим испытанием для каждого материала. Таким образом, созданные нагрузки могут приводить к многочисленным процессам деградации, тем же способствуя нарушению функциональных свойств материала. С другой стороны, технические системы могут быть очень разрушительными для биологической системы из-за их механического, токсического, канцерогенного и энергетического влияния.

Биостойкость означает сохранение свойств технической системы или материалов при условиях биологической системы. Эти изменения могут быть в пределах допуска вокруг начального состояния. При этом не должно быть никакого негативного влияния на биологическую систему. Согласно [6] определением биостойкости является: “the

capacity of a material to resist changes of structure, decomposition or disruption in a biological environment”, что переводится как «способность материала противостоять структурным изменениям, разложению и распаду в биологической среде».

В связи с тем, что контакт с биологической средой в соответствии с DIN EN ISO 10993-1 характеризуется типом и длительностью: (короткое время контакта ($t < 24$ часов), среднее время контакта (24 год $< t < 30$ дней) и долгое время контакта ($t > 30$ дней), биостойкость и биосовместимость является функцией, которая зависит от места и времени контакта, причем «долгое время контакта», отвечает сроку долговременной биостабильности. В отличие от биосовместимости, общая сумма, которой включает в себя совместимость технических и биологических систем, биостойкость относится только к физическим и химическим свойствам материала, хотя эти два определения являются близкими. Биостабильность является необходимым условием биосовместимости.

Характеристика биостабильности

Для последовательности взаимодействия между материалом и биологической средой решающую роль играют его физические, химические и энергетические свойства. Эти характеристики в основном определяются атомным, молекулярным строением и структурой кристаллической решетки, которые определяют электронную структуру, виды связей и дефекты кристаллической решетки материала. Для хорошей биостойкости первоочередным условием является высокая химическая резистивность.

Биостабильность металлов

Биостабильность металлических материалов в значительной степени определяется их склонностью к коррозии, которая зависит от стандартного химического потенциала (чем выше, тем меньше склонность к коррозии), качества поверхности (чем больше неровностей, тем больше склонность к коррозии), чистоты химического состава (чем чище, тем меньше склонность к коррозии). Стандартный потенциал E° , мера силы окислительного или восстановительного влияния Redox системы в водных растворах, предусматривает возможные окислительно-восстановительные реакции. Если принять во внимание, что возобновленная форма Redox системы отдает электроны только окисленным формам Redox систем, которые находятся над ней в ряде потенциалов (таблица 1), можно

объяснить хорошую коррозионную стойкость драгоценных металлов, таких как золото, платина и палладий.

Таблица 1.

Электрохимический ряд [1]

Металл	E°, V	Металл	E°, V
Золото (Au)	+1,500	Железо (Fe)	-0,440
Платина (Pt)	+1,200	Галлий (Ga)	-0,529
Палладий (Pd)	+0,987	Хром (Cr)	-0,744
Серебро (Ag)	+0,799	Цинк (Zn)	-0,763
Медь (Cu)	+0,337	Титан (Ti)	-1,630
Водород (H)	0,000	Алюминий (Al)	-1,660
Свинец (Pb)	-0,126	Магний (Mg)	-2,360
Олово (Sn)	-0,316	Натрий (Na)	-2,710
Никель (Ni)	-0,250	Кальций (Ca)	-2,870
Кобальт (Co)	-0,277	Литий (Li)	-3,040

В результате почти нулевого потенциала свинец и олово имеют среднюю стойкость к коррозии. Начиная с никеля с характерным потенциалом $\sim 0,250$ В, все металлы, которые стоят снизу, склонны к коррозии. Как быстро наступает коррозия, зависит также от способности металла спонтанно образовывать защитный слой пассивации. Эти слои, как правило, являют собой очень тонкую, невидимую оксидную пленку, которая значительно замедляет процесс окисления через прерывание контакта между металлом и кислородом. Потому что при повреждении пленки сразу образуется новый слой пассивации, дальнейшее окисление таким образом защищенного металла становится возможным только при диффузии через оксид. Примером такого поведения является хром. Хотя этот металл в химическом смысле менее драгоценен, чем железо, он ведет себя в коррозии с воздухом и водой почти как драгоценный металл. Со стандартным электродным потенциалом $-1,630$ В титан, образовывая на поверхности плотную сверхстабильную структуру рутила, модификацию диоксида титана (TiO₂), имеет отличную биостойкость и таким образом пригодность для биомедицинского применения [5]. С давнего времени этот материал используется в качестве материала для активных имплантированных электронных

систем (например, кардиостимуляторов), и служит человеческому организму десятилетиями. Среди других технически важных материалов, которые формируют слои пассивации, нужно отметить алюминий, никель, свинец и цинк. Для оценки защитного или не защитного характера оксидного слоя, может быть использовано соотношение Пиллинга-Бедворта (PB):

$$PB = \frac{V_{\text{Оксида}}}{V_{\text{Металла}}} = \frac{M_{\text{Оксида}} \cdot \rho_{\text{Металла}}}{M_{\text{Металла}} \cdot \rho_{\text{Оксида}}},$$

где $V_{\text{металла}}$ и $V_{\text{оксида}}$ — объем примитивной ячейки металла и его оксида, $M_{\text{металла}}$ и $M_{\text{оксида}}$ — их соответствующие молярные массы, и $\rho_{\text{Металла}}$ и $\rho_{\text{Оксида}}$ — их плотности. На основании PB можно определить, является ли металл выносливым в сухом воздухе за счет образования защитной пассивации. В результате экспериментальных исследований было установлено, что для $PB < 1$ (например, у магния) возникает разрыв оксидного слоя, тогда как $PB > 2$ (например, железо) приводит к отслоению. Следовательно, в обоих случаях нельзя гарантировать стабильную поверхность металла [7]. Если значение PB металла лежит в диапазоне от 1 до 2, то образуется непрерывный, пассивирующий слой оксида (например, алюминий, титан, хром) [2].

Биостабильность керамики

Керамикой являются поликристаллические неорганические соединения, которые состоят из смеси различных типов и размеров атомов. Для этих материалов характерным есть пространственное расположение атомов в кристаллической структуре, при этом её свойства и стабильность в большей мере определяются атомными отношениями и взаимным расположением промежуточных атомов и электроотрицательностью между положительными и отрицательными ионами. Речь идет о ковалентном и ионном характере связей, что обеспечивает высокую механическую и химическую стойкость, твердость и отсутствие пластических свойств. Из-за ионных связей керамика подвержена образованию трещин. Если керамика используется для производства имплантатов, в качестве защитных механизмов, должны быть приняты во внимание эти её особенности [4].

Список литературы:

1. Angelini, E., Caputo, A. and F. Zucchi: "Degradation Processes on Metallic Surfaces", Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2002, — pp. 297—324.
2. Colas, A. and J. Curtis: "Silicone Biomaterials: History and Chemistry & Medical Applications of Silicones", Dow Corning Corporation, reprinted from Biomaterials Science, 2 nd Edition, USA, 2005, — pp. 21—23.
3. Meusel, E., Uhlemann, J., Lauterwald, B., Rudolf, F., Malachowski, K., Bennemann, S., Meusel, B. und K.-J. Wolter: Infrastrukturprojekt IMEX Implantierbare und extrakorporale modulare Mikrosystemplattform, BMBF Förderkonzept Mikrosystemtechnik 2000+, Förderkennzeichen 16SV1591.
4. Müller, R. J., Kleeberg I., Deckwer, W. D.: "Biodegradation of polyestr containing aromatic constituents", J. Biomat 2001, 86, - pp. 87-95.
5. Owen, E. L., in "Properties of Elektrodeposits, Their Measurement and Significance", R. Sard, H. Leidheiser, Jr., and F. Ogburn, editors; Princeton: Elektrochemical Society Inc., 1975, ch. 6, — pp. 80—91.
6. Williams, D. F.: "Definitions in Biomaterials", in: Proceedings of a Consensus Conference of the European Society for Biomaterials, Amsterdam, Elsevier, 1987.
7. Zimmermann D.: "Einfluss der Oberflächenorientierung und der chemischen Zusammensetzung auf das Oxidationsverhalten von β -NiAl Einkristallen", Dissertation, Max-Planck-Institut für Metallforschung, 2001, — pp. 12—14.

«ВОПРОСЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ»

Часть II

Материалы международной заочной научно-практической
конференции

16 января 2012 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 27.01.2012. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,625. Тираж 550 экз.

Издательство «ЭКОР-книга»
630004, г. Новосибирск, ул. Вокзальная магистраль, 8б
E-mail: ecor@ecor-kniga.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Априори»
630099, г. Новосибирск, ул. Романова, 28