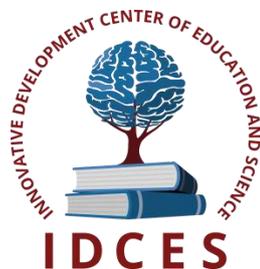


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Технические науки в мире: от теории к практике

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 августа 2016г.)**

**г. Ростов-на-Дону
2016 г.**

Технические науки в мире: от теории к практике, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. г. **Ростов-на-Дону**, 2016. 121с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Эдик Койрунович (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов Михаил Викторович (г.Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян Ирина Фадеевна (г. Москва), доктор технических наук Бунаков Павел Юрьевич (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев Анвар Рашитович (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Лев Ильич (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин Александр Фёдорович (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Лилия Зайнитдиновна (г. Магнитогорск) , доцент доктор технических наук, профессор Дадашев Мирали Нуралиевич (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов Валерий Николаевич (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов Максуд Жаббиевич (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Рэм Петрович (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов Валерий Игоревич (г.Москва), кандидат технических наук Ключева Инна Викторовна (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Юлия Анатольевна (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Георгий Иванович (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой Антон Станиславович (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Николай Иванович (г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин Владимир Валерьевич (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко Ольга Владимировна (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Герман Васильевич (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк Сергей Николаевич (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Евгений Николаевич (Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам III Международной научно-практической конференции «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г. **Ростов-на-Дону**, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
СЕКЦИЯ №2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	6
СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	6
СВАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ БРОНЗЫ СО СТАЛЬЮ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КЛАПАНОВ Семенов С. В., Вавилина Н.А., Семин А.О.	6
СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	9
РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ШТАМПОВОЧНОГО ПРЕССА С ПОРШНЕВЫМ ЭНЕРГОПРИВОДОМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Кочкаров И.С.	10
СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	15
ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТОПОК КОТЛОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОКИСЛОВ АЗОТА Таймаров М.А., Чикляев Д.Е., Ахметова Р.В., Чикляев Е.Г.	15
СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	20
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА РАСТВОР АМИНА В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ Журавлева Е.С.	20
К РАСЧЁТУ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ НА ПРОХОДКУ СКВАЖИНЫ Заикин С.Ф.	27
УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КЫРГЫЗСТАНА Камчыбеков Д.К.	35
УЛУЧШЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ТЮБИНГОВ Максимов П.С., Копырин А.А., А.М. Алексеев	41
СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	46
КИНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА АК12, СОДЕРЖАЩЕГО НЕОДИМОМ С КИСЛОРОДОМ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ¹ А.Э.Бердиев, ² И.Н.Ганиев, ² С.Т.Бадурдинов	46

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ХРОМОМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ ЛИТОЙ ВЫСОКОМАРГАНЦЕВОЙ СТАЛИ Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А., Нефедьев А.А., Ахметова А.А.	51
ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ГРАНИЦЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ С ТИТАНОМ ПРИ КОНТАКТНОМ ПЛАВЛЕНИИ В. Г. Шморгун, О. В. Слаутин, Д. А. Евстропов, В.П. Кулевич, Ю. И. Бондаренко.	58
СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	64
СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	64
СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00).....	64
СЕКЦИЯ №11. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00).....	64
СЕКЦИЯ №12. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00).....	65
СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00).....	65
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ ПЛАЗМЫ НА БАКТЕРИЦИДНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИРОДНЫХ ВМС Гребенщикова М.М., Джанбекова А.В., Лиганов А.А.	65
СЕКЦИЯ №14. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00).....	70
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАНЦИЙ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ Волкодаева М.В., Ильина Я.А.	71
ACTIVE MASKING NOISE ENERGY PARAMETERS FINDING USED FOR VEHICLES SPEED MEASUREMENT SYSTEM “ISKRA-1” RADIO-ELECTRONIC REPRESSION Савашинский И. И.	76
СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....	82
ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Петухова С.Ю.	82
СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00).....	86

УЧЕТ ИСПАРЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В ЗАПАДНОЙ АФРИКЕ Коваленко В. В., Гайдукова Е. В., Бонгу С. Э., Джалалванд А.	86
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12).....	95
СПОСОБ ПОШТУЧНОЙ ПОДАЧИ ОБЪЕКТОВ Андреев С.А.	95
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23).....	100
СОПРЯЖЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОТОКОВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ СО СРЕДСТВАМИ ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЕТОВ Алимов А. В., Зимина Е. Ю.	101
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08).....	107
ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ Романенкова М.А. ¹ , Емельянов А.В. ¹ , Шиндановин М.Е. ¹ , Буракова Е.А. ¹ , Туголуков Е.Н. ¹	108
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	113
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ Задорина Н.А., Климина Д.А.	113
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08).....	118
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД.....	119

СЕКЦИЯ №1.

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)**

СЕКЦИЯ №2.

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СВАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ БРОНЗЫ СО СТАЛЬЮ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КЛАПАНОВ

Семенов С. В., Вавилина Н.А., Семин А.О.

СГТУ имени Гагарина Ю.А., РФ, г. Саратов

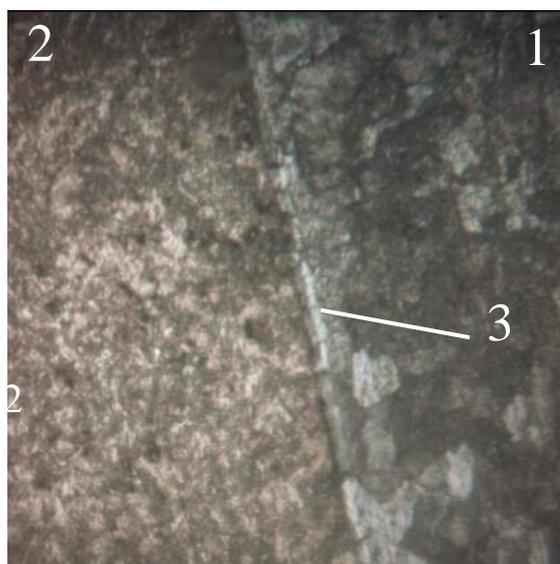
В конструкциях электромагнитных клапанов для коммутации потоков химически активных жидкостей и газов применяются разделительные втулки [4]. При давлениях рабочих сред более 15 МПа применяются специальные конструкции разделительных втулок (из электротехнических сталей) с утолщением на торце втулке, что обеспечивает ее повышенную прочность [4]. Создание строго определенного времени задержки срабатывания клапана обеспечивается применением электромагнитов замедленного действия [5]. В электромагнит вводится так называемая «замедляющая обмотка», представляющая собой вставку в разделительную втулку в виде замедляющей втулки из меди и ее сплавов [5], от высоты которой зависит время задержки срабатывания электромагнита.

Применение замедляющих втулок требует изготовления составной разделительной втулки типа (электротехническая сталь)+(бронза)+(электротехническая сталь). Для обеспечения точности

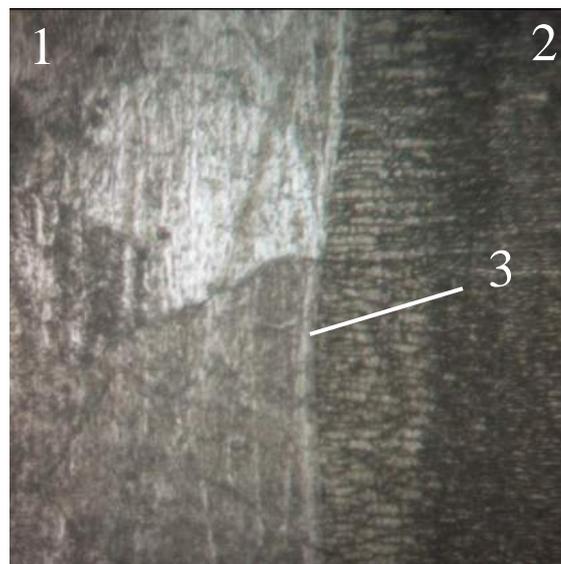
времени задержки срабатывания электромагнита сварной или паяный шов электротехнической стали с бронзой должно иметь как можно меньшую ширину. Применение пайки латунным припоем [5] сопровождается рядом конструктивных и технологических сложностей [2], а среди всех видов сварки наибольшее применение нашла электронно-лучевая сварка, позволяющая получать узкие сварные швы при высокой глубине проплавления [1,3].

Разделительная втулка из электротехнической стали 20880-Ш с замедляющей вставкой из бронзы БрАЖМц 10-3-1.5 была сварена при помощи электронно-лучевой сварки на серийной установке УЭЛС-905АМ. Перед сваркой втулки запрессовывались с зазором до 0,1 мм между свариваемыми поверхностями. Толщина свариваемых втулок 4 мм. Сварка осуществлялась при следующих режимах: диаметр луча 3 мм, напряжение луча 25 кВ, ток луча 70 мА, скорость сварки 3 мм/с.

На рис. 1 представлены изображения металлографического шлифа бездефектного сварного соединения, на которых видно наличие зоны взаимной диффузии. На рис. 2. представлены изображения металлографического шлифа дефектного сварного соединения с превышением сварочного тока, на которых видно выплеск из сварочной ванны на поверхность стали и неоднородное плавление бронзы.



а)



б)

Рис. 1. Металлографический шлиф бездефектного сварного соединения
стали 20880-Ш и бронзы БрАЖМц 10-3-1.5.

Оптическая микроскопия (режим светлого поля).

а – в середине шва (размер участка 160×160 мкм); б – в корне шва
(размер участка 160×160 мкм); 1 – сталь 20880-Ш; 2 – сварной шов;
3 – зона взаимной диффузии

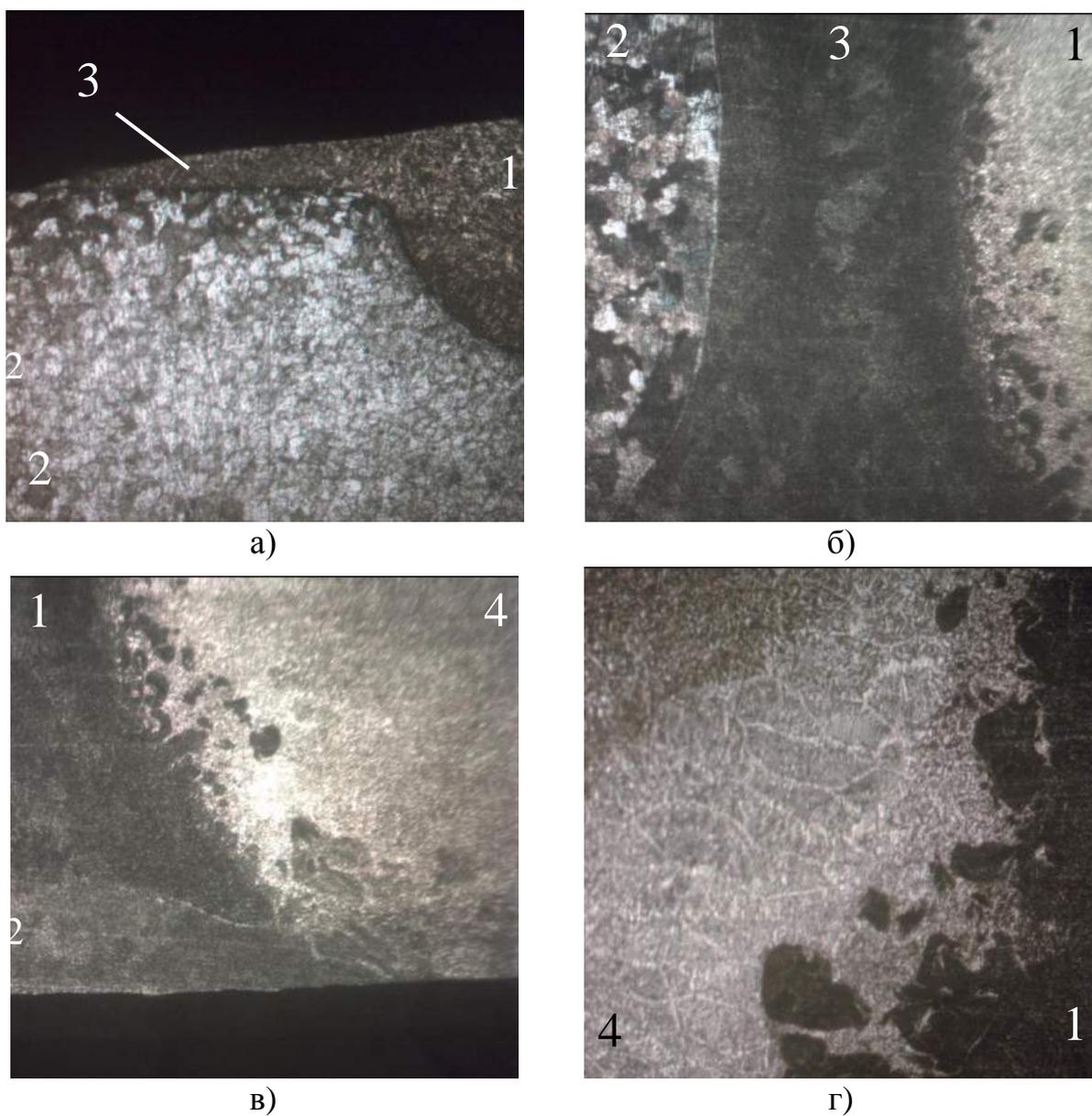


Рис. 2. Металлографический шлиф дефектного сварного соединения
стали 20880-Ш и бронзы БрАЖМц 10-3-1.5.

Оптическая микроскопия (режим светлого поля).

- а – выплеск из сварочной ванны (размер участка 890×890 мкм);
б, в, г – неоднородное плавление бронзы (размеры участков 2300×2300 мкм,
890×890 мкм, 890×890 мкм); 1 – сварной шов; 2 – сталь 20880-Ш; 3 –
выплеск; 4 – бронза БрАЖМц 10-3-1.5

Список литературы

1. Основы электронно-лучевой обработки материалов / Н.Н. Рыкалин, И. В.Зуев, А.А.Углов. – М.: Машиностроение, 1978. – 239с., ил.-(Б-ка технолога).
2. Пайка металлов / С.В. Лашко, Н.Ф. Лашко. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
3. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах. Под общ. ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. Т. 2. – М.: Машиностроение, 2004. – 480 с.
4. Щучинский С.Х. Электромагнитные приводы исполнительных механизмов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
5. Электромагниты постоянного тока / А.Г. Гордон, А.В. Сливинская. – М-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 447 с.

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ШТАМПОВОЧНОГО ПРЕССА С ПОРШНЕВЫМ ЭНЕРГОПРИВОДОМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Кочкаров И.С.

СевКавГГТА, РФ, г. Черкесск

В настоящее время значительное количество листовых деталей производится сравнительно небольшими партиями [4]. Традиционные виды штамповочного оборудования из-за их высокой стоимости недостаточно эффективны для производства таких деталей. Высокая стоимость штамповочных прессов обусловлена сложностью их конструкции, высокой металлоемкостью, а также использованием дорогостоящего гидравлического оборудования, в частности насосов высокого давления.

Существуют также устройства для штамповки, в которых процесс штамповки осуществляется под действием давления газа, образующегося при сгорании горючих газовых смесей [1, 2, 3]. Эти устройства компактны и имеют сравнительно невысокую стоимость. Однако они не получили широкого распространения из-за того, что давление газа имеет сравнительно небольшую величину, порядка 10...20 МПа.

Целью данной работы является разработка схемы штамповочного пресса, развивающего большое усилие, но имеющего сравнительно невысокую стоимость. Уменьшение стоимости пресса достигается путем снижения габаритов и массы пресса за счет использования энергии горючих газовых смесей. Увеличение усилия пресса обеспечивается за счет процессов сжатия топливной смеси и ее сгорания.

Схема конструкции пресса для штамповки деталей из листовой заготовки показана на рисунке. Пресс содержит станину, включающую в себя нижнюю 1 и верхнюю 2 поперечины, жестко соединенные между собой

с помощью колонн 3 и гаек 4, и подвижный матрицедержатель 5, в котором размещена матрица 6. Направляющими матрицедержателя 5 служат колонны 3. На верхней поперечине 2 при помощи болтов 7 закреплен пневмоцилиндр 8, в котором размещен поршень 9 со штоком 10. Матрицедержатель 5 шарнирно присоединен к штоку 10. К верхней поперечине 2 присоединены также два пневмоцилиндра 11, содержащие поршни 12 и штоки 13, на концах которых закреплены упоры 14. В нижней поперечине 1 выполнена кольцевая полость 15, в которой установлен кольцевой поршень 16, служащий в качестве прижима. В нижней поперечине 1 размещены также выпускной клапан 17 и свеча зажигания 18. К нижней поперечине 1 при помощи болтов 19 закреплен рабочий цилиндр 20, в котором установлен массивный поршень 21. В нижней части цилиндра размещена камера 22 с перепускным клапаном 23. Пресс снабжен также воздушным компрессором 24, ресиверами 25, 26 и баллоном 27. В ресивер 25 накачивается компрессором сжатый воздух давлением 2...3 МПа. В ресивере 26 также содержится сжатый воздух давлением порядка 1,5...2,0 МПа. Баллон 27 служит для хранения горючего газа, например пропан-бутана.

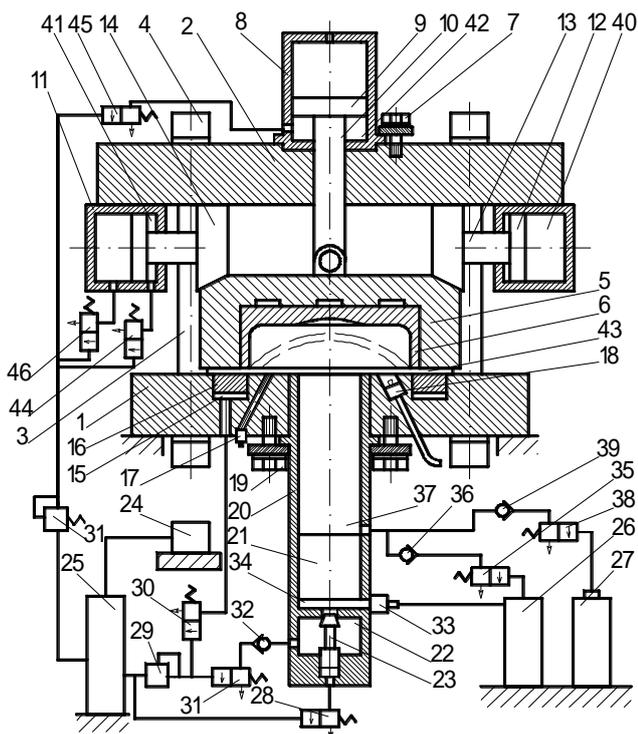


Схема прессы

Ресивер 25 соединен через электропневматический клапан 28 с рабочей полостью перепускного клапана 23, через регулятор давления 29 и электропневматический клапан 30 с кольцевой полостью 15, а также через электропневматический клапан 31 и обратный клапан 32 с камерой 22. Ресивер 26 соединен через выпускной клапан 33 с подпоршневой полостью 34, а через электропневматический клапан 35 и обратный клапан 36 с надпоршневой полостью 37. Баллон 27 через электропневматический клапан 38 и обратный клапан 39 соединен с надпоршневой полостью 37. Сжатый воздух из ресивера 25 подводится также через электропневматические клапана 44, 45, 46 в полости 40, 41, 42 пневмоцилиндров 8, 11.

В исходном положении пресса матрицедержатель 5 находится в крайне нижнем положении. Штапуемая заготовка 43 зажата между торцом матрицедержателя 5 и кольцевым поршнем 16. Под действием давления воздуха в полостях 40 поршни 12 смещены в направлении оси прессы, при этом упоры 14 фиксируют положение матрицедержателя 5, предотвращая его перемещение. Поршень 21 под действием собственного веса находится в нижнем положении. Электропневматический клапан 28 открыт и под действием давления воздуха перепускной клапан 23 закрыт.

Работа прессы осуществляется следующим образом. При открытии клапанов 30 сжатый воздух подается в кольцевую полость 16 для осуществления прижима фланца заготовки 43. Через клапан 31 сжатый воздух подается в камеру 22. При достижении в камере определенного давления, устанавливаемого настройкой регулятора давления 29, клапан 31 закрывается. Одновременно с этим через клапаны 35 и 38 осуществляется подача в полость 37 горючего газа и сжатого воздуха. Оптимальное соотношение между воздухом и горючим газом обеспечивается соответствующим подбором проходных сечений обратных клапанов 36 и 39.

При отключении клапана 28 воздух из рабочей полости перепускного клапана 23 стравливается и перепускной клапан 23 под действием давления

воздуха в камере 22 открывается. Сжатый воздух из камеры 22 поступает в подпоршневую полость 34 и, воздействуя на поршень 21, ускоренную перемещает его вверх. В процессе движения поршня 21 топливная смесь в полости 37 сжимается. При этом давление в полости 37 повышается: вначале медленно, а затем интенсивно. Под действием давления топливной смеси заготовка 43 начинает деформироваться. К моменту подхода поршня 21 к верхнему краю цилиндра 20 давление топливной смеси повышается в 10... 15 раз. Под действием этого давления заготовка 43 заполняет определенную часть матрицы 6 (на рисунке это отмечено штриховой линией). В этот период на свечу 18 подается электрическое напряжение и она поджигает топливную смесь. При сгорании смеси давление резко увеличивается. Под действием давления продуктов сгорания заготовка 43, деформируясь, заполняет всю полость матрицы 6. Процесс штамповки завершается.

Через определенный промежуток времени после подачи напряжения на свечу зажигания 18, включается клапан 28 и в рабочую полость перепускного клапана 23 подается сжатый воздух, при этом перепускной клапан 23 закрывается. Одновременно с этим открывается выпускной клапан 33. При сгорании топливной смеси под действием давления продуктов сгорания движение поршня 21 вверх тормозится и поршень начинает перемещаться вниз. При этом воздух из полости 34 вытесняется через выпускной клапан 33 в ресивер 26. После достижения поршня 21 дна цилиндра 20 выпускной клапан 33 закрывается, одновременно открывается выпускной клапан 17 и продукты сгорания выпускаются из полости матрицы 6 и полости 37. Клапан 30 отключается и воздух из кольцевой полости 16 стравливается. Затем воздух из полостей 40 пневмоцилиндров 11 выпускается. Одновременно подается воздух в полости 41. При этом под действием давления воздуха на поршни 12, упоры 14 перемещаются в противоположные стороны от оси пресса, освобождая матрицедержатель 5. После этого в полость 42 пневмоцилиндра 8 подается сжатый воздух. При этом под действием

давления воздуха на поршень 10 матрицедержатель 6 перемещается в верхнее положение. Отштампованную деталь извлекают из матрицы 6. Затем на торец кольцевого поршня 16 устанавливается новая заготовка. Воздух из полости 42 выпускается. При этом матрицедержатель под действием собственного веса опускается вниз. После этого в полости 40 подается сжатый воздух. Под давлением воздуха на поршни 12 упоры 14 перемещаются в направлении оси прессы и фиксируют положение матрицедержателя. Далее цикл работы прессы повторяется.

В данном устройстве в процессе рабочего хода поршня 21 осуществляется сжатие топливной смеси в надпоршневой полости 37, благодаря чему давление смеси повышается в 6...8 раз. При сгорании этой смеси давление увеличивается еще в 7...8 раз. Таким образом, к концу рабочего хода поршня 21 давление в надпоршневой полости 37 увеличивается в 40...60 раз. Благодаря этому при начальном давлении топливной смеси 1 МПа давление продуктов сгорания на поверхности штампуемой детали достигает 40...60 МПа. Это обеспечивает штамповку деталей широкой номенклатуры.

Список литературы

1. Боташев А.Ю. Исследование газовой листовой штамповки с двухсторонним нагревом заготовки / А.Ю. Боташев, Н.У. Бисилов // Заготовительные производства в машиностроении. - 2013. - №3. - С. 25-28.
2. Боташев А.Ю. Исследование процесса нагрева заготовки при газовой листовой штамповке / А.Ю. Боташев, Н.У., Бисилов, Р.С. Малсугенов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2014.- №5. – С. 20-24.
3. Боташев, А. Ю. Разработка и исследование устройства для газовой

штамповки с односторонним нагревом заготовки / А. Ю. Боташев, Н. У. Бисилов, Р. С. Малсугенов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. - № 7. – С. 28-34.

4. Ильин Л.Н. Технология листовой штамповки: учеб. для вузов / Л.Н. Ильин, И.Е. Семенов. – М. : Дрофа, 2009. – 475, [5] с. :ил.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТОПОК КОТЛОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОКИСЛОВ АЗОТА

Таймаров М.А., Чикляев Д.Е., Ахметова Р.В., Чикляев Е.Г.

г. Казань

Введение. Основными источниками антропогенных выбросов оксидов азота NO_x являются энергетические мощные котлы ТЭС и проблема снижения этих выбросов является актуальной. Концентрация оксидов азота в уходящих от котлов газов зависит от конструкции топок, длины, температуры и интенсивности теплового излучения факела, состава и теплоты сгорания топлива, коэффициента избытка воздуха, времени пребывания газообразных продуктов горения в зоне высоких температур и локальных распределений температуры. Наиболее интенсивное образование оксидов азота в процессе горения происходит в зоне высоких температур от 1600 до 1900 °С в результате окисления азота воздуха [1-2].

Описание объектов исследования и условия выполнения опытов.

Эксперименты проведены при сжигании газа в котлах: ТГМ-84Б (станционный №10) на Казанской ТЭЦ-1 (КТЭЦ-1), БКЗ-320-13,8ГК (станционный №7) и БКЗ-210-140ФЖШ (станционный №8) на Казанской ТЭЦ-2 (КТЭЦ-2) при изменении паровых нагрузок. Измерения проведены

при использовании газоанализатора ДАГ-500. В котле на КТЭЦ-1 сжигался газ с низшей теплотворной способностью $Q_{н^p} = 8176$ ккал/нм³, на КТЭЦ-2 в котле БКЗ-320-13,8ГК сжигался газ с $Q_{н^p} = 8432$ ккал/нм³, а в котле БКЗ-210-140ФЖШ сжигался газ с $Q_{н^p} = 8236$ ккал/нм³.

Котел ТГМ-84Б с паропроизводительностью 420 т/ч при давлении 14 МПа и температуре 560 °С пара имеет топку призматической формы с размерами сечения топки 6×14,08 м высотой 23 м и разделенную двухсветным водяным экраном на две полутопки [9].

Котел БКЗ-320-13,8ГК производительностью 320 т/ч при давлении 13,8 МПа и температуре 560 °С имеет топку с размерами 13,3×16,3 м высотой 27,4 м. Котел оснащен угловыми щелевыми горелками в количестве 8 шт., расположенными в 2 яруса на отметках 11 и 14 м. Горелки котлов БКЗ направлены по касательной к окружности диаметром около 1,5 м и обеспечивают восходящую закрутку факела.

Схемы расположения горелок на котлах приведены на рис. 1-2.

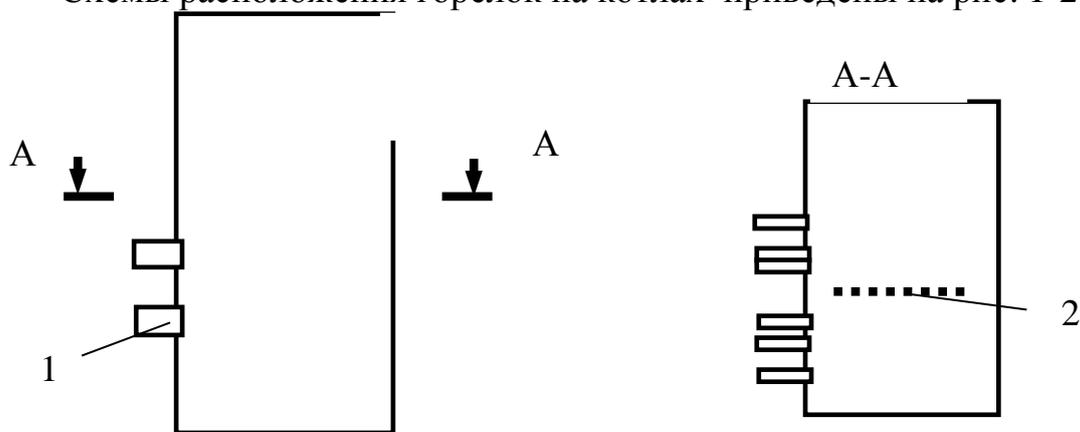


Рис.1. Расположение горелок ГМУ-45 на котле ТГМ-84Б: 1-горелки, 2-двухсветный экран.

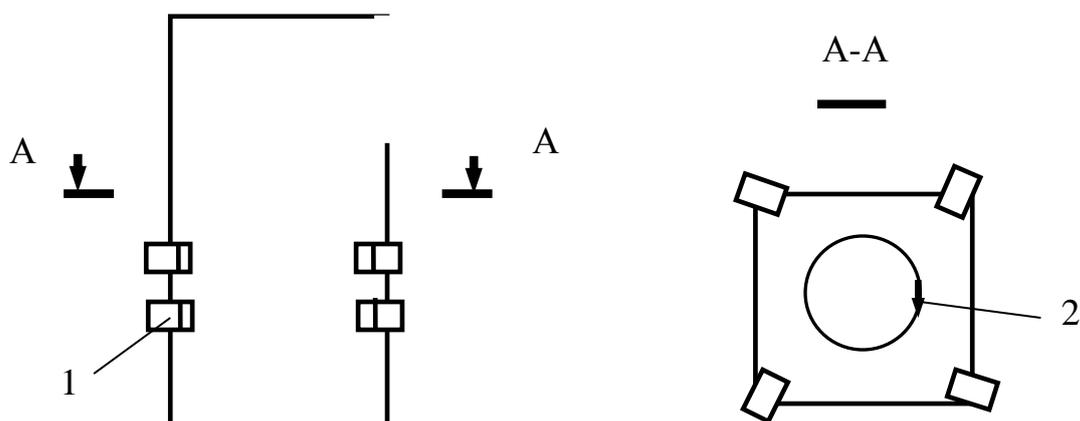


Рис. 2. Расположение угловых щелевых горелок на котлах БКЗ-320-13,8ГК и БКЗ-210-140ФЖШ и направление крутки факела: 1-горелки, 2-направление общей восходящей крутки факела.

Результаты исследования и их обсуждение. В табл.1-3 приведены режимные параметры работы котлов ТГМ-84Б, БКЗ-320-13,8ГК, БКЗ-210-140ФЖШ и выбросы окислов азота NO_x при различных нагрузках. Как видно из табл. 1-3 общей тенденцией является рост интенсивности образования окислов азота при увеличении нагрузки D_k . При одинаковых нагрузках снижение выбросов окислов азота сопровождается некоторым уменьшением КПД котлов. Снижение коэффициента избытка воздуха для котла ТГМ-84Б уменьшает интенсивность образования окислов азота. Однако влияние коэффициента избытка воздуха сказывается гораздо в меньшей мере по сравнению с вертикальной восходящей круткой факела непосредственно в топках котлов типа БКЗ.

Таблица 1. Режимные параметры работы котла ТГМ-84Б и выбросы окислов азота NO_x при различных нагрузках D_k

Параметр	Значение					
	200	238	289	345	400	426
Паропроизводительность D_k , т/ч	200	238	289	345	400	426
Тепловая нагрузка Q_k , Гкал/ч	112,1	135,8	164,9	201,6	232,4	247,5
Содержание O_2 в дымовых газах, %	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6
Содержание NO_x в уходящих газах за дымососом, ppm	74	79	85	101	109	120
Содержание $\text{NO}_{x1,4}$ в уходящих газах при $\alpha=1,4$, мг/м ³	146,5	154,5	163,2	190,6	202,2	221,3
Коэффициент избытка воздуха α	1,111	1,100	1,090	1,084	1,080	1,074
Расход газа V_g , тыс.м ³ /ч	15	18	22,3	26,74	31,01	33
Температура уходящих газов t_{yx} , °C	117	118	119	121	122	122
КПД котла брутто η , %	93,86	93,99	94,11	94,23	94,30	94,33

Таблица 2. Режимные параметры работы котла БКЗ-320-13,8ГК и выбросы окислов азота NO_x при различных нагрузках Дк

Параметр	Значение					
	140	180	220	260	290	320
Паропроизводительность Дк, т/ч	140	180	220	260	290	320
Содержание O_2 в дымовых газах, %	3,1	2,6	2,4	2,1	1,9	1,7
Содержание $\text{NO}_{x1,4}$ в уходящих газах при $\alpha=1,4$, мг/м ³	165	178	183	187	203	216
Коэффициент избытка воздуха α	1,16	1,13	1,12	1,10	1,09	1,08
Температура уходящих газов t_{yx} , °С	119	122	125	132	139	142
КПД котла брутто η , %	94,03	94,22	94,33	94,26	94,06	93,96

Таблица 3. Режимные параметры работы котла БКЗ-210-13,8 ФЖШ и выбросы окислов азота NO_x при различных нагрузках Дк

Параметр	Значение				
	130	150	170	190	210
Паропроизводительность Дк, т/ч	130	150	170	190	210
Содержание $\text{NO}_{x1,4}$ в уходящих газах при $\alpha=1,4$, мг/м ³	205	215	220	225	235
Коэффициент избытка воздуха α	1,35	1,32	1,28	1,25	1,18
Температура уходящих газов t_{yx} , °С	120	124	131	141	148
КПД котла брутто η , %	92,81	92,75	92,58	92,38	92,34

На рис. 3 приведены зависимости выбросов окислов азота от нагрузки котлов, из которых видно, что восходящая крутка факела в топках котлов типа БКЗ сильно интенсифицирует процесс увеличения выбросов окислов азота по сравнению с круткой воздуха в периферийных лопаточных регистрах горелок ГМУ-45 котла ТГМ-84Б. Одной из причин повышенных выбросов окислов азота в котлах типа БКЗ является высокая температура уходящих газов, которая при максимальных нагрузках превышает температуру уходящих газов котла ТГМ-84Б в среднем на 20 °С. На понижение температуры в факеле, а следовательно и на снижение выбросов окислов азота, значительное влияние оказывает двухсветный экран.

Сравнивая данные (см. табл. 2...3) по выбросам окислов азота, приведенными к $\alpha=1,4$, можно отметить, что для котла БКЗ-320-13,8ГК более низкие выбросы $\text{NO}_{x1,4}$ связаны с низкими средними коэффициентами избытков воздуха равными 1,12. Для котла БКЗ-210-13,8ФЖШ средние значения коэффициентов воздуха равны 1,28 и значения выбросов окислов азота выше в среднем на 20 %.

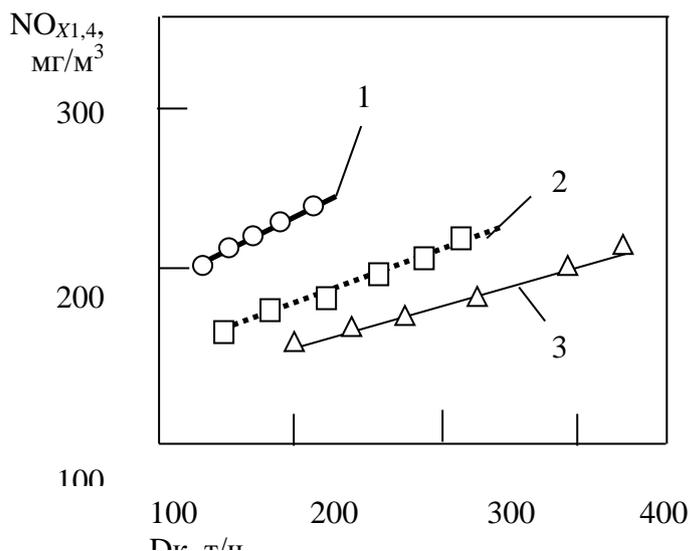


Рис.3. Зависимость выбросов окислов азота от нагрузки котлов: 1- БКЗ-210-13,8ФЖШ, 2- БКЗ-320-13,8ГК, 3- ТГМ-84Б

Выводы.

1. На котлах типа БКЗ при сжигании газа выбросы окислов азота в среднем на 20...30 % выше по сравнению с котлом ТГМ-84Б.
2. Снижение выбросов окислов азота в среднем на 20 % при вертикальном закручивании факела в котлах БКЗ-210-13,8ФЖШ может быть достигнуто за счет уменьшения коэффициента избытка воздуха до значений 1,12.

Список литературы

1. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Л.А. Окисление азота при горении. -М.: Изд. АН СССР, 1947. -148 с.
2. Райзер Ю.П. Образование окислов азота в ударной волне при сильном взрыве в воздухе. -Физическая химия, т. XXXIII, 1959, № 3, с. 700-709.

**СЕКЦИЯ №6.
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА РАСТВОР АМИНА В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ
ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Журавлева Е.С.

ИПКОН РАН, РФ, г. Москва

Одним из перспективных способов интенсификации и повышения эффективности флотации железных руд является электрохимическая технология. Электрохимическая обработка (ЭХО) позволяет направленно изменять состав и флотационную активность реагентов, синтезировать новые соединения за счет инициирования реакций окисления, разложения, полимеризации, влиять на направление реакций гидролиза, изменять критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). С помощью ЭХО возможно направленное регулирование поверхностных свойств минералов и повышение их контрастности, управление ионным составом жидкой фазы, величиной рН и окислительно-восстановительного потенциала пульпы [5–10, 12, 13, 15].

Применение электрохимических методов в промышленных процессах позволяет заменить дефицитные виды реагентов на более дешевые и доступные, получить продукты высокой степени чистоты и отказаться от применения химических окислителей и восстановителей, что в большинстве случаев приводит к значительному экономическому эффекту. Впервые научные основы, промышленные технологии и аппараты для электрохимической обработки были разработаны в ИПКОН РАН еще в 70-х [1, 5, 6, 9, 13, 14].

Электрохимическая обработка растворов флотореагентов изменяет их химический состав, соотношение ионной, молекулярной и мицеллярной форм реагента, влияет на ход реакций гидролиза, увеличивает концентрацию наиболее активных ионов, критическую концентрацию мицеллообразования, степень дисперсности труднорастворимых в воде реагентов и др.

В данной статье отражены результаты исследований реагента различными методами, а также флотации кварца и пенного продукта контрольной флотации магнетитового концентрата МГОК первичным амином после его электрохимической обработки в различных режимах.

С целью выявления механизма повышения эффективности флотации кварца электрохимически обработанным раствором амина были проведены исследования форм его сорбции на поверхности минерала в ИПКОН РАН с использованием ИК-Фурье спектроскопии на образцах пенных и камерных продуктов флотации кварца. Исследованиями ИК-Фурье спектроскопии установлено, что на поверхности частиц кварца камерного продукта флотации во всех исследованных случаях присутствие ионной формы собирателя выражено значительно сильнее, чем на поверхности частиц кварца пенных продуктов, т.е. на частицах кварца, которые остались в камере флотомашины, преобладает ионная (химическая) форма сорбции амина [11].

Для изучения форм нахождения амина в растворе до и после ЭХО был использован рефрактометрический метод. Выявлено, что в результате ЭХО в бездиафрагменном электролизере снижается поляризация раствора амина (рис 1). Это свидетельствует об уменьшении количества поляризованных ионов и образовании в обработанном растворе молекул, которые, в сочетании с ионной формой, улучшают флотируемость кварца [3, 4]. Закрепление молекул амина осуществляется посредством водородной связи с гидроксилами поверхности, а адсорбция положительно заряженных катионов собирателя происходит электростатически в двойном электрическом слое на отрицательно заряженной поверхности минерала. Закрепление молекул амина также возможно в виде ион-молекулярного комплекса состава 1:1,

образующегося в объеме раствора путем образования координационной связи с поверхностью минерала [2].

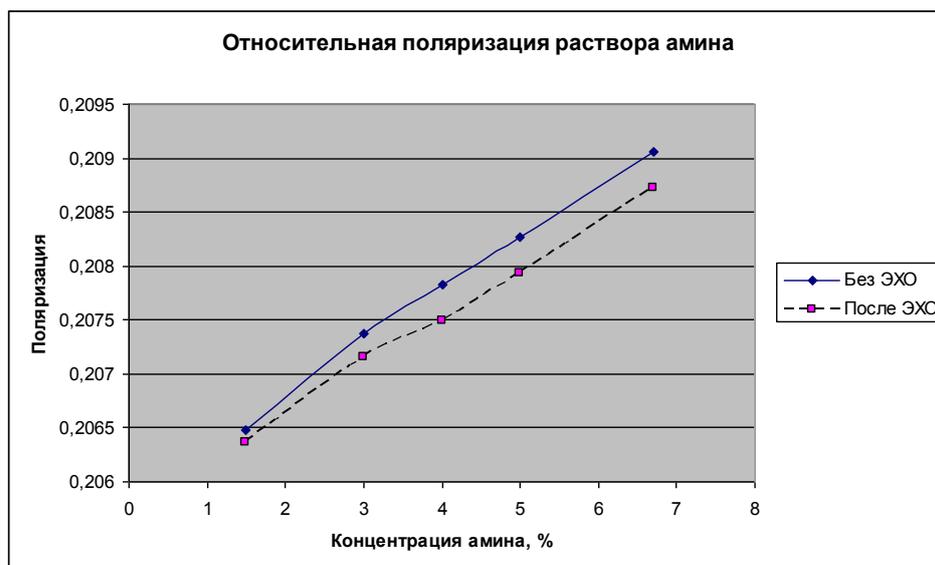


Рис. 1. Зависимость поляризации от концентрации раствора амина без ЭХО и после ЭХО.

Влияние ЭХО на ККМ раствора амина определяли на фотоэлектроколориметре КФК-2 с добавлением флуоресцеина.

Как известно, в мицеллах гидрофильные участки группируются на поверхности, а гидрофобные направлены внутрь (рис.2). Поэтому реагент в мицеллярной форме увеличивает гидрофильность поверхности кварца, тем самым ухудшая ее флотуруемость.

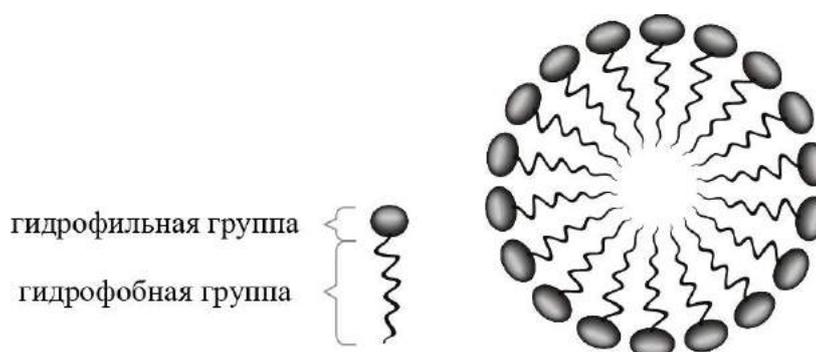


Рис. 2. Схематическое строение мицеллы

Определено, что мицеллообразование необработанного амина начинается с самых малых его концентраций (8,3 мг/л), а после электрохимической обработки ККМ повышается в два раза (16,4 мг/л) (рис. 3). Следовательно, улучшается собирательная способность реагента-амина за

счет разрушения мицеллярных форм и образования ионных и молекулярных форм при его электрохимической обработке.

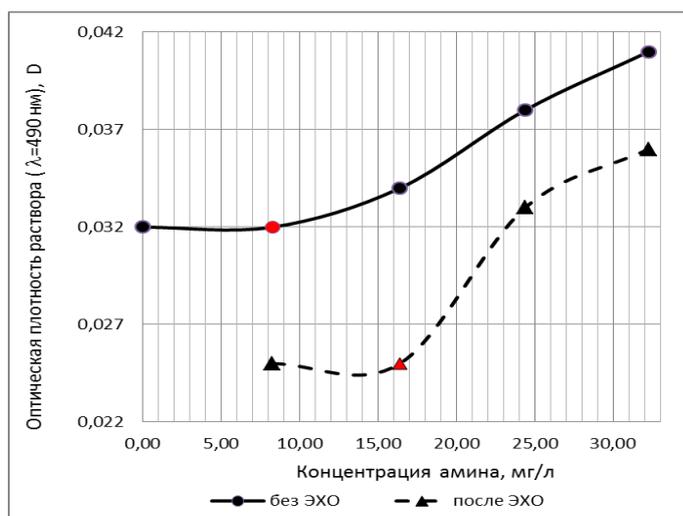


Рис. 3. Кривые зависимости оптической плотности растворов флуоресцеина от концентрации амина без ЭХО и после ЭХО

Под влиянием ЭХО возможен гидролиз амина с образованием, наряду с ионами, его молекул, что и приводит к повышению собирательной активности реагента.

Эффективность применения ЭХО амина подтвердилась в лабораторных условиях при флотации пенного продукта основной флотации магнетитового концентрата магнитной сепарации Михайловского ГОКа. Из пробы, содержащей 49,2 % железа общего и 23 % оксида кремния, с использованием электрохимической технологии подготовки реагентов было выделено 45 % хвостов (пенного продукта) при снижении в них содержания железа на 1,5 % и увеличении содержания железа в концентрате на 2,6 %. Содержание оксида кремния в магнетитовом концентрате сокращается на 5,46 % и достигает 6,72 %.

Из анализа полученных результатов следует, что выход пенного продукта существенно (на 5–8 %) выше при использовании электрохимически обработанного реагента (амина) по сравнению с нулевыми опытами во всем диапазоне расхода или концентрации амина в пульпе (30 г/т = 8,82 мг/л; 45 г/т = 13,24 мг/л; 68 г/т = 20 мг/л) (рис.4).

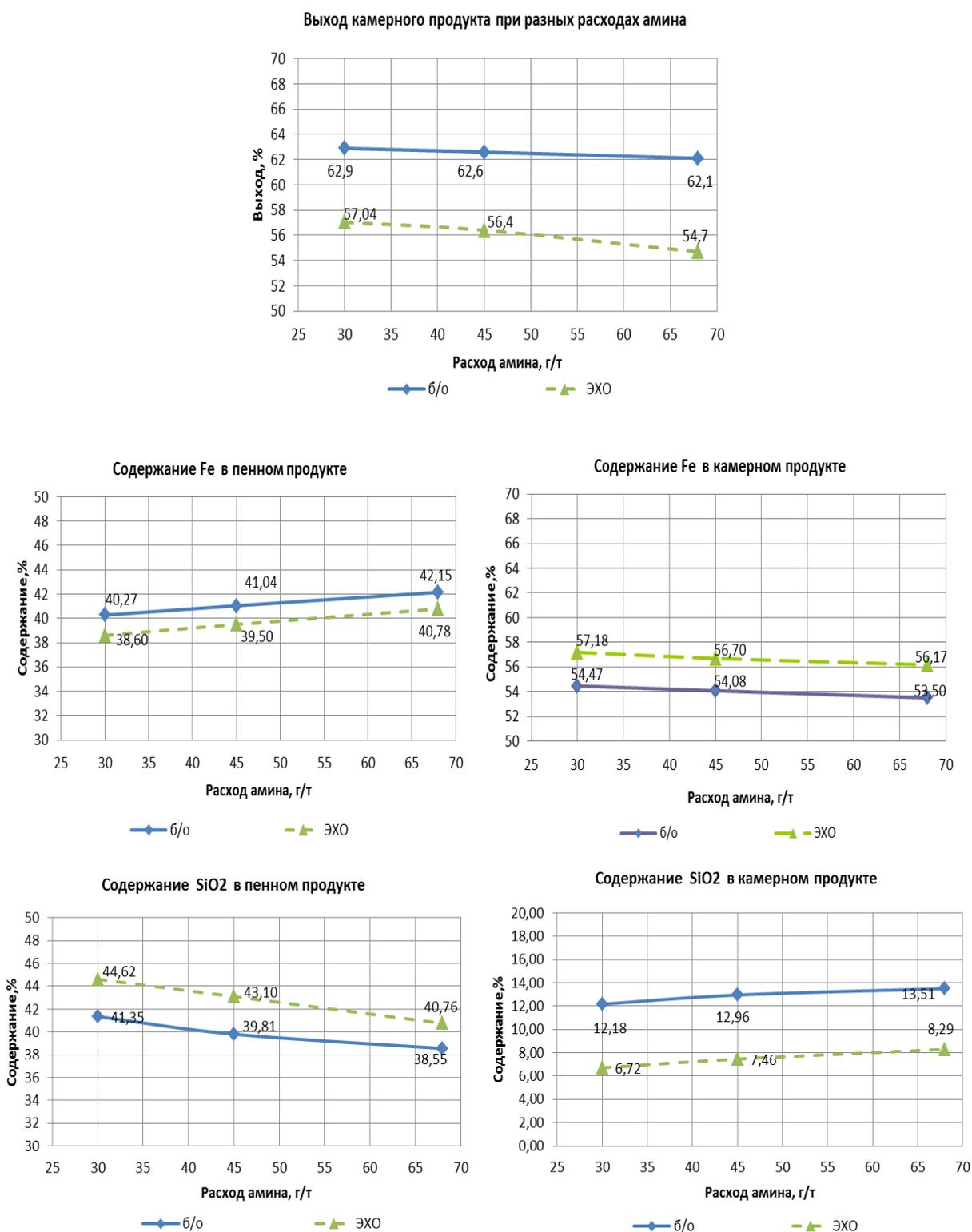


Рис. 4. Качественно-количественные показатели флотации железной руды ЭХ обработанным и не обработанным раствором амина

Таким образом, выявлено, что электрохимическая обработка изменяет форму нахождения амина в растворе и повышает его ККМ, что позволяет повысить качество магнетитового концентрата при флотации.

Список литературы

1. Авдохин В. М., Губин С. Л. Основные направления развития процессов глубокого обогащения железных руд // Прогрессивные технологии комплексной переработки минерального сырья / Под ред. В. А. Чантурия. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2008, с. 164 – 179.
2. Авдохин В. М., Губин С. Л. Обратная катионная флотация тонкодисперсных железорудных концентратов // ГИАБ. – 2006. – №6.
3. Богданов О. С., Максимов И.И., Поднек А.К., Янис Н.А. Теория и технология флотации руд, Москва, «Недра», 1990.
4. Рябой В.И. Катионные реагенты // Богданов О.С., Гольман А.М. и др. Физико-химические основы теории флотации. М.: Наука, 1983. С. 167 - 181.
5. Чантурия В.А. Перспективы устойчивого развития горноперерабатывающей индустрии России // Прогрессивные технологии комплексной переработки минерального сырья / Под ред. В. А. Чантурия. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2008, с. 5 – 22.
6. Чантурия В. А., Вигдергауз В. Е. Электрохимия сульфидов: Теория и практика флотации – М.: Наука, 1993. – 206 с.
7. Чантурия В.А., Дмитриева Г.М., Трофимова Э.А. Интенсификация обогащения железных руд сложного вещественного состава – М.:Наука, 1988. 206 с.
8. Чантурия В. А., Лунин В. Д. Электрохимические методы интенсификации процесса флотации. М.: Наука, 1983.
9. Чантурия В.А., Назарова Г.Н. Электрохимическая технология в обогатительно-гидрометаллургических процессах. М., Наука, 1977, 160 с.
10. Чантурия Е.Л., Гзогян С.Р. Современное состояние теории и

практики получения высококачественных магнетитовых концентратов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – 2012. – №12. – С. 3–31. – М.: издательство «Горная книга».

11. Чантурия Е.Л., Рязанцева М.В., Томская Е.С., Вишкова А.А., Новикова Н.Г., Краснов А.Н. О перспективах использования электрохимической технологии водоподготовки и обработки реагентов для повышения эффективности флотационного обогащения черновых магнетитовых концентратов на примере железистых кварцитов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – 2012. – №12. – С. 32–47. – М.: издательство «Горная книга».

12. Чантурия Е. Л., Томская Е.С. Интенсификация процесса флотации кварца из железистых кварцитов с использованием электрохимической обработки реагентов. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), № 5, 2014, стр. 73-78

13. Чантурия Е. Л., Чантурия В. А., Журавлева Е. С. Перспективы использования электрохимической технологии водоподготовки при флотационном обогащении медно-цинковых руд. // Цветные металлы. № 1. 2016 г. С. 13-19.

14. Шафеев Р.Ш., Сальников М.А., Чантурия В.А. и др. Промышленные испытания метода предварительной электрохимической обработки ксантогената перед подачей в процесс флотации. – ЦНИИН, «Цветная металлургии», 1970, № 8.

15. Шафеев Р.Ш., Чантурия В.А., Стурца Р.И. и др. Применение электрохимических методов в процессе флотации. М.: Цветметинформация, 1971. 68 с.

К РАСЧЁТУ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ НА ПРОХОДКУ СКВАЖИНЫ

Зайкин С.Ф.

доцент, УГТУ, РФ, г. Ухта

Известно, что затраты мощности на бурение скважин складываются из трёх составляющих [1]:

$$N = N_{ст} + N_{рз} + N_{вкн} \quad (1)$$

где $N_{ст}$ – потери мощности в станке; кВт; $N_{рз}$ – мощность, расходуемая на разрушение забоя, кВт; $N_{вкн}$ – затраты мощности на вращение бурильной колонны под осевой нагрузкой, кВт.

При бурении скважин на нефть и газ чаще всего затраты мощности привода в устье на работу бурильной колонны определяются по формуле [2]:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (2)$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на холостое вращение бурильной колонны, кВт;

N_2 – мощность, расходуемая на разрушение забоя, кВт;

N_3 – дополнительные затраты мощности на вращение бурильной колонны при создании осевой нагрузки, кВт.

Полная мощность привода бурового станка в этом случае находится по формуле:

$$N_{пр.б.ст} = N + N_{тбс} \quad (3)$$

где $N_{тбс}$ - мощность, затрачиваемая в трансмиссии бурового станка, кВт.

Теория и практика показывают, что основные затраты мощности приходится на холостое вращение бурильной колонны. Под холостым вращением бурильной колонны понимают её вращение в подвешенном состоянии в скважине без опоры на забой.

Мощность на холостое вращение бурильной колонны зависит в основном от частоты вращения, длины и диаметра бурильной колонны,

качества промывочной жидкости, диаметра и кривизны скважины. В общем виде эта, установленная эмпирически, зависимость имеет следующую форму записи [4]:

$$N_1 = cd^\alpha L\gamma n^\beta D \quad (4)$$

где c – коэффициент учитывающий кривизну скважины; d – наружный диаметр бурильных труб, м; L – длина колонны, м; γ – плотность промывочной жидкости, кг/м³; n – частота вращения колонны, об/мин; D – диаметр скважины, м; α и β – показатели степени, определяемые опытным путём.

В научно-технической литературе [1,2,3,4] представлен ряд эмпирических формул для определения мощности, затрачиваемой на холостое вращение участка бурильной колонны. Наиболее известные из них используемые для расчёта затрат мощности при бурении нефтяных и газовых скважин формулы А. Е. Сарояна (5) и В. С. Фёдорова (6).

$$N_1 = 13,5 \times 10^{-8} d^2 L \gamma g n^{1,5} D^{0,5}, \quad (5)$$

где $g = 9,8$ – ускорение свободного падения, м/с²;

$$N_1 = cd^2 L \gamma n^{1,7}, \quad (6)$$

где $c = 1,7 \cdot 10^{-9}$ – для вертикальных скважин, $c = 30,8 \cdot 10^{-9}$ – для направленно-искривленных при угле искривления $6 \div 9^\circ$, $c = (47,5 \div 52,2) \cdot 10^{-9}$ при угле искривления $26 \div 35^\circ$.

При определении затрат мощности на холостое вращение бурильной колонны также используют опытные кривые [4].

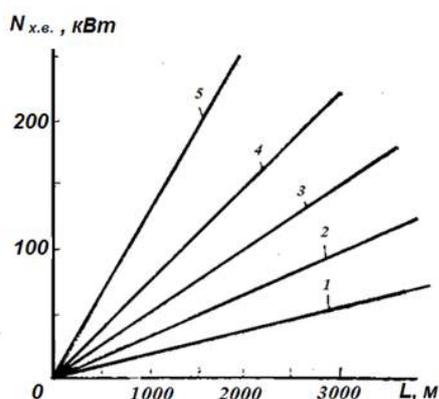


Рисунок 1 – Затраты мощности на холостое вращение бурильной колонны в зависимости от её длины и частоты вращения в об/мин

1. 67-71; 2. 117-129; 3. 168-184; 4. 228-244; 5. 300

На рис.1 представлены опытные кривые зависимости мощности на холостое вращение в зависимости от длины бурильной колонны при различных частотах вращения, полученные при плотности бурового раствора 1250 кг/м³ и бурильных трубах диаметром 140 мм. Затраты мощности на разрушение горной породы шарошечными долотами зависят от осевой нагрузки, частоты вращения, количества и качества промывочной жидкости, типа, размера и состояния долота, а также свойств разбуриваемых пород и могут быть определены по опытным данным либо по эмпирическим формулам [4].

$$N_2 = \alpha \beta P D^2 n^{0,5} \left(k - \frac{A}{n} \right), \quad (7)$$

где α – характеризует степень очистки забоя; β – зависит от типа долота; P – осевая нагрузка, кН; D – диаметр долота, м; n – частота вращения долота, об/мин; k – коэффициент характеризующий буримость породы; A – коэффициент зависящий от частоты вращения.

По результатам испытания трёхшарошечных долот диаметром 120-450 мм фирмой «Юз» США предложена формула [3]:

$$N_2 = c \times 10^{-7,7} n D_o^{0,4} P^{1,3}, \quad (8)$$

где c – коэффициент крепости пород, для песчаника $c = 2,6$; для карбонатных пород $c = 2,3$; D_o – диаметр долота, мм; P – осевая нагрузка на долото, кН; n – частота вращения долота, об/мин.

В инструкции по расчету бурильных колонн РД 39-0147014-502-85 предложена формула:

$$N_2 = \psi c \times 10^{-4} n D_o^{0,4} P^{1,3}, \quad (9)$$

где $\psi = 5,14 \cdot 10^{-2}$ при подстановке осевой нагрузки в кН; c – коэффициент крепости пород, $c = 7,8$ для мягких пород; $c = 6,9$ для средних; $c = 5,5$ для твёрдых.

Мощность на разрушение горных пород можно определить по удельному расходу мощности на разрушение 1 см² площади забоя. Для роторного бурения он принимается равным 75 Вт/см².

Дополнительные затраты мощности на вращение бурильной колонны при создании осевой нагрузки, могут быть определены по формуле [5]:

$$N_3 = c\delta nP, \quad (10)$$

где $c = 0,245$; δ – радиальный зазор между бурильными трубами и стенками скважины, м; P – осевая нагрузка на долото, кН; n – частота вращения долота, об/мин.

Существует группа эмпирических формул, учитывающая дополнительные затраты мощности при создании осевой нагрузки в ходе расчёта затрат мощности на холостое вращение сжатой части бурильной колонны, опирающейся на забой. В большинстве случаев расчёта этой составляющей пренебрегают.

Другой подход к расчёту мощности следует из теоретического рассмотрения работы бурильной колонны в процессе бурения [6]. Затраты мощности на холостое вращение бурильной колонны в этом случае определяются двумя составляющими:

$$N_1 = N_p + N_{сж}, \quad (11)$$

где N_p – затраты мощности на вращение растянутой части колонны, Вт; $N_{сж}$ – затраты мощности на вращение сжатой части бурильной колонны, Вт.

Затраты мощности на вращение растянутой части бурильной колонны согласно [6] определяются выражением:

$$N_p = \frac{\omega\mu M^2}{R} \left[\frac{L}{C + qLR^2} - \frac{1}{qR^2} \ln \frac{C + qLR^2}{C} \right], \quad (12)$$

где N_p – затраты мощности на вращение растянутой части буровой колонны, Вт; ω – угловая скорость вращения колонны, рад/с; μ – коэффициент трения; M – крутящий момент в устье скважины, Нм; L – длина колонны буровых труб, м; C – жёсткость буровой трубы на кручение, Нм²; r – радиус труб буровой колонны, м; R – радиус скважины, м; q – вес единицы длины трубы буровой колонны, Н/м.

Для сжатой части:

$$N_{сж} = N_1 + N_2, \quad (13)$$

где N_1 – мощность от осевой нагрузки на долото, Вт; N_2 – мощность с учетом влияния центробежных сил, Вт.

Отсюда суммарные затраты мощности на холостое вращение нагруженной буровой колонны:

$$N_{\Sigma} = \frac{\omega \mu D q^2 R L_{сж}^3}{48 EI} + \frac{q \omega^2 D \mu R L_{сж}}{2g} + \frac{\omega \mu D M^2}{2R} \left[\frac{L}{C + qLR^2} - \frac{1}{qR^2} \ln \frac{C + qLR^2}{C} \right]. \quad (14)$$

где EI – жесткость колонны на изгиб, Нм²; $L_{сж}$ – длина сжатой части буровой колонны, м; R, D – радиус, диаметр скважины, м; r, d – наружный радиус, диаметр труб буровой колонны, м; $g = 9,8$ – ускорение свободного падения, м/с².

В практике проектирования скважин [1], для определения затрат мощности на вращение буровой колонны, используется эмпирическая формула:

$$N_{вкн} = K_{см} K_{скв} K_m \left[0,016 K_c K_k (1 + 60i)(0,9 + 0,02\delta) D_c \frac{q_c}{(1000EI)^{0,16}} n^{1,85} L^{0,75} (1 + 0,44 \cos \eta) + 0,02 \delta n P \right], \quad (15)$$

где $K_{см}$ – коэффициент, учитывающий тип смазки, или эмульсионных растворов; $K_{скв}$ – коэффициент, учитывающий особенности ствола скважины; K_m – коэффициент, учитывающий влияние материала труб на их трение о стенки скважины; K_c – коэффициент, учитывающий тип соединений труб; K_k – коэффициент, учитывающий кривизну труб; i – коэффициент,

учитывающий кривизну скважины; D_c – диаметр скважины; q_c – масса одного метра труб; EI – жёсткость бурильных труб на изгиб; L – глубина скважины; n – частота вращения; η – угол наклона скважины к горизонтали; P – осевая нагрузка; Формула адаптирована к расчётам в международной системе единиц СИ.

В работе по формулам (5,9,14) проведен расчет мощности на холостое вращение бурильной колонны для условий бурения экспериментальной скважины фирмы «Элтех» г. Усинск Республики Коми и проведёно сравнение результатов расчёта с показаниями мощности на холостое вращение, снятыми измерительными приборами. Были сделаны четыре замера на глубине 933 м при скорости вращения 100 об/мин для осевых нагрузок 20, 40, 60, 80 кН.

Результаты сравнения расчётных данных с фактическими затратами мощности на холостое вращение бурильной колонны, составленной из труб ТБПВ-89 и двух свечей УБТ-146, по замерам непосредственно в процессе бурения представлены на рис.2.

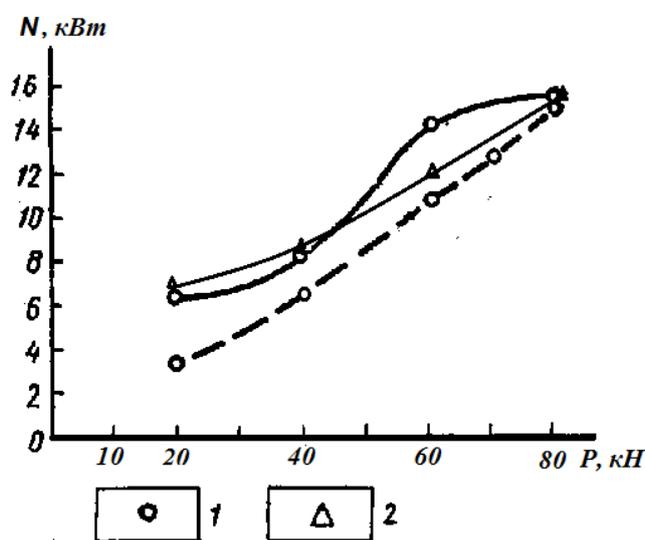


Рисунок 2 – Затраты мощности на вращение бурильной колонны
(сплошные линии 1– измеренная мощность,
2 – расчетная по методике РД 39-0147014-502-85)
пунктирная линия – расчетная мощность по формуле 14

Из графика видно, что мощность, рассчитанная по методике РД 39-0147014-502-85 близка к усредненной фактической мощности. Исключение составляет точка, характеризующая затраты мощности при осевой нагрузке 60 кН. В расчетах, сделанных по формуле (14), расчетная мощность для всех нагрузок меньше, чем фактическая и сравнивается с фактической при достижении осевой нагрузки 80 кН. Объясняется это тем, что расчёт по теоретической формуле (14), справедлив при приобретении бурильной колонной формы спирали, плотно прилегаемой к стенкам скважины. Критическое значение осевой нагрузки, приводящей к образованию пространственной спирали для данной компоновки бурильной колонны, определяемое по формуле (16) [9] равно 48,2 кН.

$$P_{кр} = \sqrt{\frac{8\pi\mu^* EI\omega^2 Dq}{g(R - 4\pi\mu^* r)}}, \quad (16)$$

где $P_{кр}$ – критическое значение осевой нагрузки, Н; μ^* – коэффициент сопротивления вращению между трубами колонны и стенками скважины; EI – жёсткость колонны на изгиб, Нм²; ω – угловая скорость вращения колонны, рад/с; D, R – диаметр. радиус скважины, м; q – вес единицы длины трубы, Н/м; r – радиус труб колонны, м.

Резкое увеличение реальных затрат мощности при достижении критического значения осевой нагрузки, вызвано переходным режимом работы бурильной колонны с возникновением соударений (биений) отдельных участков колонны о стенки скважины. При достижении осевой нагрузки 80 кН бурильная колонна принимает форму пространственной спирали плотно прилегаемой к стенкам скважины. С этой нагрузки теоретические расчёты по формуле (14), совпадают с реально измеренными.

Выводы.

1. Эмпирические формулы по расчёту затрат мощности предложенные в инструкции РД 39-0147014-502-85 по расчёту бурильных колонн адекватно отражают реальные затраты мощности при

установившемся режиме работы, до достижения осевой нагрузки критического значения..

2. При бурении вблизи области критического значения осевой нагрузки возникает неустойчивый режим работы бурильной колонны, характеризующийся соударениями (биениями) её о стенки скважины. При этом резко возрастают затраты мощности на устье скважины и расчёты по формуле из инструкции РД 39-0147014-502-85 и (14) дают значения затрат мощности ниже реальных.

3. Расчёты мощности на холостое вращение растянуто-сжатой бурильной колонны по формуле (14), занижают реальное значение мощности до достижения критического значения осевой нагрузки и имеют удовлетворительную сходимость при её значениях выше критического.

4. Дополнительные затраты мощности на преодоление биений превышают в этом случае 20%, что указывает на необходимость выявления условий их возникновения и учёт в процессе бурения.

Список литературы

1. Кардыш В. Г., Мурзаков Б. В., Окмянский А. С. Энергоёмкость бурения геологоразведочных скважин. – М.: Недра, 1984. – 200 с.
2. Кожевников А. А., Кузин Ю. Л., Мартыненко И. И., Лексиков А. А. Сравнительный анализ затрат мощности на холостое вращение бурильной колонны // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов. – Вып.14. – Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины, 2011. – С.38 – 43.
3. Сароян А. Е., Теория и практика работы бурильной колонны. – М.: Недра, 1990. – 263 с.
4. Технология бурения глубоких скважин: учебное пособие для вузов. ... Под общей редакцией М. Р. Мавлютова. – М.: Недра, 1982 г. – 287 с.

5. Липницкий Р. В., Трофимов В. М. «Методические указания к выполнению дипломного и курсового проектов» М.: РУДН, 1989 г.
6. Инструкция по расчету бурильных колонн РД 39-0147014-502-85.
7. Заикин С. Ф. Влияние биений бурильной колонны на отбор мощности в процессе углубления скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – №7. – С. 4 – 6.
8. Быков И. Ю., Заикин С. Ф., Перминов Б. А., Перминов В. Б., Ягубов З. Х. Биения бурильной колонны в процессе углубления скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – №9. – С. 14– 16.

УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КЫРГЫЗСТАНА

Камчыбеков Д.К.

Кыргызстан, г. Бишкек

В Кыргызской Республике имеются значительные объемы угольных объектов резко отличающихся друг от друга. Общие ресурсы угля составляют около 3 млрд.т и могут составить более 60% части топливно-энергетического комплекса Республики. Из них на долю энергетических приходится 70%.

Угольная промышленность страны в настоящее время находится в чрезвычайно сложном положении, связанным с адаптацией к рыночным условиям. Обусловлено это, прежде всего, низкой конкурентоспособностью кыргызских углей на внутреннем и внешнем рынках сбыта, упразднением централизованного материально-технического снабжения, переводом отрасли на самофинансирование при резком увеличении стоимости потребляемых материально-технических ресурсов, отсутствием государственной поддержки и оттоком высококвалифицированных кадров. Отдаленность расположения угольных предприятий относительно основных

потребителей угля, невысокое качество добываемого угля приводит к тому, что значительная часть запасов, разрабатываемых в настоящее время, не могут быть использованы как внутри республики, так и за ее пределами. Это особенно сильно проявилось после резкого повышения железнодорожных тарифов, поэтому почти полностью прекратилось поставки угля за пределы республики, а также с юга на север страны. Кроме того, усложнившиеся горно-геологические условия разработки месторождений, сокращение сбыта угля, неэффективная система управления отраслью, сложность обеспечения материально-техническими ресурсами и другие факторы привели к значительному удорожанию угля.

Несмотря на принятые меры, финансовое состояние большинства предприятий угольной отрасли остается достаточно сложным. Благодаря осуществлению серьезных структурных преобразований в отрасли, начатых в 1995-1996 гг. за счет оптимизации объемов добычи угля на жизнеспособных предприятиях, акционированию шахт и разрезов, выделению финансовой помощи в 1997-1998 гг. удалось прекратить спад производства в угольной промышленности.

Согласно энергетической концепции, начиная с марта 1998 г., происходит поэтапное повышение тарифов на электроэнергию. Вследствие этого добываемый уголь будет вполне конкурентоспособным как источник электроэнергии, вырабатываемой на тепловых станциях.

Необходимо обновление и техническое переоснащение наиболее перспективных угольных предприятий, которые придадут существенный рост объемов добычи. Намеченный по регионам ввод крупных цементных и других заводов, тепловых станций потребует разработку угольных месторождений в больших масштабах.

В 2016 году Правительство КР решило построить ТЭС на угольном месторождении Кара-Кече. Строительство ТЭС обеспечила бы не только надежность работы энергетической системы, но и сделала бы отрасль привлекательной для инвесторов.

Предлагаем ввести на ближайшие 10-15 лет производственные мощности по добыче угля подземным и открытым способом по пяти месторождениям угля на 2100 тыс.т в год. На строительство новых шахт и реконструкцию старых предварительно потребуется 1778,8 млн. сомов, или 70 млн. долларов США. Эти финансовые средства могут привлекаться за счет инвестиций и распределяться по годам в течение ближайших 5 лет, что угледобыча будет сохранена, но на новых условиях. Поэтому главными задачами являются: стабильное наращивание уровня добычи угля с модернизацией действующих угледобывающих предприятия с перспективой строительства новых шахт и разрезов с привлечением крупных международных инвестиции со стороны государства в виде льготных ссуд и предоставление кредита, а также внедрение новых технологий в добычу и переработку угля, что позволит довести объем добычи до 3,5-4,0 млн.т в год а это в свою очередь обеспечит полностью Кыргызскую Республику твердым топливом.

С учётом реально сложившейся ситуации к настоящему времени, а также и в зависимости от степени реализации мер по оказанию государственной поддержки предприятиям угольной отрасли объёмы угледобычи в перспективе могут развиваться по двум вариантам - без оказания поддержки со стороны государства и с учётом ее оказания.

Стратегическими целями развития угольной промышленности в рассматриваемой перспективе является надежное обеспечение экономики и населения страны качественным твердым топливом и продуктами его переработки.

Первое направление - использование углей для получения газа и жидкого топлива, гуминовых удобрений на основе молодых бурых углей, торфов, сапропелей, комплексная переработка отходов угледобывающей промышленности с получением ценной химической продукции и строительных материалов и производство бездымных брикетов из цельного угля.

Второе направление - использование основной части угля для производства электроэнергии.

В соответствии с оптимальной структурой топливно-энергетического баланса востребованные объёмы добычи угля по стране составят до 2,5 млн.т в 2015 г. и до 5,1 млн.т в 2025 г.

Наращивание производственного и экономического потенциала угольной отрасли должно обеспечить энергобезопасность страны и вывести угледобывающую промышленность в лидирующую отрасль экономики Кыргызстана.

Складывающаяся в настоящее время и на перспективу ситуация по обеспечению народного хозяйства республики энергоресурсами требует увеличения добычи собственного угля, постепенного отказа от импорта топлива, сокращения потребления природного газа и снижения энергетической зависимости от сопредельных государств Центральной Азии и России. Учитывая состояние угледобывающей отрасли в системе ТЭК, необходимо рассмотреть на уровне Правительства решение следующих направлений на ближайшую перспективу:

1. Угольная промышленность, как уже было отмечено ранее, располагает достаточной сырьевой базой для полного удовлетворения потребностей экономики Кыргызстана в угольном топливе. Однако в современных экономических условиях уголь значительно уступает газу и нефтепродукту по затратным и экологическим показателям его использования потребителями и фактически замыкает топливно-энергетический баланс. Нарастивание производственного и экономического потенциала отрасли должно обеспечить снижение риска в энергообеспечении республики от возможного невыполнения целевых установок стратегии развития страны. Отрасль имеет необходимые минеральные ресурсы, прогнозируется рост рынков сбыта угля, остается

только обеспечить производственные резервы для наращивания объемов добычи угля до 3-5 млн.т в год к 2020 г.

2. В соответствии с оптимальной структурой топливно-энергетического баланса востребованные объёмы добычи угля по стране составят до 2,5 млн.т в 2017 г. и до 5,1 млн.т в 2025 г. Так, согласно расчетов, востребованные объёмы потребления угля по стране составят от 2,5 млн.т в 2017 г. и до 3,8 млн.т в 2020 г.

Названные уровни потребности угля в целом по республике обеспечены разведанными запасами, что не исключает необходимости определенных дополнительных геологоразведочных работ.

3. Принципиально важно, что в отличие от быстро дорожающих газа и нефти, цены на уголь за счет вовлечения в отработку более эффективных его запасов, улучшения хозяйственной организации отрасли и, главное, технического перевооружения при добыче, переработке и транспортировке угля в период до 2017 г. будут изменяться более медленными темпами, а в период 2017-2020 годы за счет широкомасштабного вовлечения в разработку Кара-Кечинских углей и углей южного региона цена на энергетические угли стабилизируется. Процесс стабилизации цен на уголь может сохраниться и в последующее десятилетие, что служит важным аргументом для увеличения его роли в топливно-энергетическом балансе страны.

4. Удовлетворение потребности экономики страны в угольном топливе будет связано с развитием добычи угля в бассейнах южного региона республики - Узгенского, Южно- Ферганского и Алайского. Межрегиональное значение будут иметь месторождения Кавакского бассейна.

5. В период 2016-2025 годы прогнозируется строительство 5 новых шахт и 1 разреза. В целях роста конкурентоспособности угля на рынке энергоресурсов важное значение в рассматриваемый период должно приобрести улучшение качества угольной продукции. Для этого необходимо

предусмотреть широкое применение наиболее прогрессивных методов добычи, переработки и обогащения углей на предприятиях угольной отрасли.

6. На основании выше изложенного, можно констатировать, что расчетная потребность в угле определяется на 2016 и 2017 годы, в разрезе перспективных потребителей, по регионам и по республике соответственно: - 2244,93 тыс.т. и 2525,92 тыс.т.

...

8. Балансовые запасы угля, разведанные по промышленном категориям (А+В+Q) - 1020,7 млн.т, по категории С2 - 311,1 млн.т. Общие запасы и прогнозные ресурсы Кыргызстана оцениваются в 5,7 млрд.т.

При годовой емкости угольного рынка в Кыргызстане 2,5 млн.т, фактическая добыча угля не превышает 1200-1400 тыс.т в год, за счет, главным образом, малых и средних предприятий с годовой производственной мощностью 10-50 тыс.т угля.

....

10. Становится очевидным, что в новой экономической ситуации, уже нет смысла вкладывать инвестиционные ресурсы в восстановлении старых угольных шахт, законсервированных в период саморазрушения угольной отрасли республики. Необходимо начинать заново строить новую угольную отрасль, на коммерческой основе, как малыми, так и крупными горнопромышленными компаниями и, в основном, за счет открытого способа, менее капиталоемкого и более производительного.

11. Строительство новых угледобывающих предприятий будет осуществляться в основном за счет внешних инвестиций, а добытый уголь будет закрывать внутренние потребности и поставляться на экспорт.

К эксплуатации привлекаются месторождения с высокими качественными показателями угля с использованием на очистных и подготовительных работах современного горно-шахтного оборудования.

Список литературы

1. Камчыбеков Д.К. Угольная промышленность Кыргызстана: пути развития и перспективы реорганизации / Д.К.Камчыбеков. «Бийиктик», г.Бишкек, 2011. – 314 с.

УЛУЧШЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ТЮБИНГОВ

Максимов П.С., Копырин А.А., А.М. Алексеев

(Максимов П.С., Копырин А.А.- студенты кафедры «ПРМПИ»,
А.М. Алексеев - научный руководитель, ст. преп. каф. ПРМПИ)
Горный институт СВФУ им. М.К. Аммосова
г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

Тюбинг (англ. tubing, от tube — труба) — элемент сборного крепления подземных сооружений (шахтных стволов, тоннелей и проч.). Наиболее распространены тюбинги тоннельной обделки, обычно кругового очертания. Тюбинги изготовляют из металла (чугуна, стали), железобетона. Тюбинги являются отдельными сегментами тоннельного кольца. Каждое такое кольцо состоит из ключевого сегмента, двух смежных и нескольких нормальных сегментов. Кольца собираются в тюбинговую крепь. Для герметизации фиксированных швов чугунной тюбинговой крепи в шахтах, тоннелях в качестве чеканочного материала используются свинцовая проволока, эллиптического поперечного сечения. Чеканка швов железобетонной обделки производится расширяющимся цементом. В частности, тюбинги применяются при строительстве и являются частью конструкций метрополитена. [1]

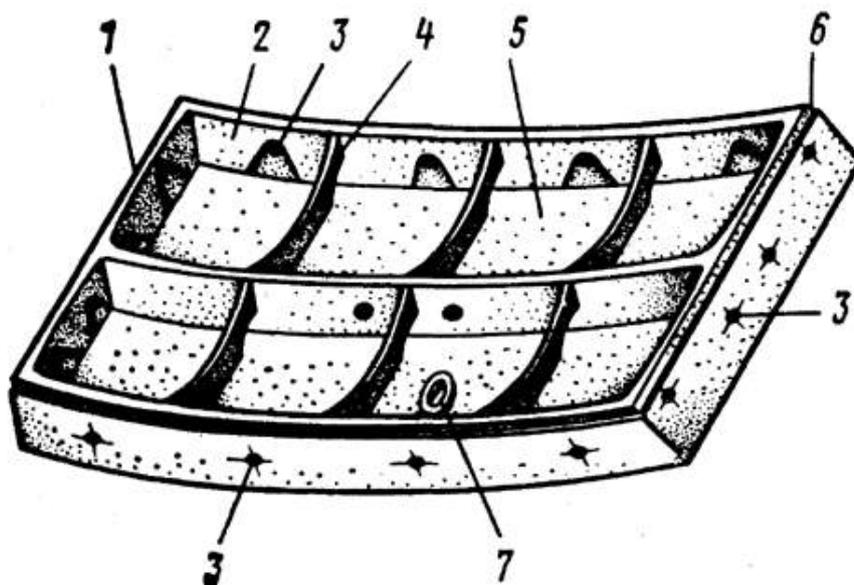


Рис.1. Чугунный тубинг: 1 — радиальный (продольный) борт; 2 — кольцевой (поперечный) борт; 3 — болтовое отверстие; 4 — ребро жесткости; 5 — спинка тубинга; 6 — фальцы; 7 — отверстие для нагнетания уплотняющих и гидроизолирующих растворов.

При строительстве или ремонте крупных железобетонных или металлических водоводов (дюкеров), тоннелей, метро, стволов шахт и др., между элементами конструкций (кольца, тубинги, блоки), в период эксплуатации возникают вибрации и подвижки (расхождения и сужения элементов). В качестве уплотнений в деформационных и податливых швах, применяются резиновые прокладки кулачковая резина, шпонки, рамки и др. Однако со временем (через 2-3 года) они теряют эластичность, карбонизируются, трескаются и легко пропускают воду.

Предлагается использовать более надежный материал выпускаемый ООО НПП «Графпласт» - набухающие компенсаторы.

ООО НПП «Графпласт» для качественной и надежной гидроизоляции производит гидроактивные, набухающие компенсаторы из Графпласт™ К, которые специально предназначены для устройства герметизации и гидроизоляции антисейсмических, деформационных и податливых швов, раскрываемостью и

сжимаемостью от 200 до 500% в сборных железобетонных и стальных конструкциях, подверженных вибрациям, сейсмическим и тектоническим сдвигам и гидроударам.

Преимущество компенсаторов и профилей Графпласт К

1. Они не гниют, не усыхают и не карбонизируются;
2. Механическая прочность в 30 раз выше, чем у инъектируемого материала;
3. Возможность герметизации при постоянном поступлении воды (активные протечки);
4. Технологичность, простота и легкость установки приклеиванием или запрессовкой;
5. Увеличиваются в объеме в два раза за 12-24 часа, в 3,5 раза — за 3 суток;
6. Масса компенсатора состоит из закрытых пор. Он уже прошел период усадки и работает только на набухание;
7. Многообразие форм и конфигураций, дает возможность устанавливать их в любые стыки, примыкания и сопряжения в конструкциях;
8. Высокая механическая прочность полиуретановых изделий позволяет выдерживать различные нагрузки, возникающие в процессе работы;
9. Компенсаторы, профили сохраняют упругость, эластичность и прочность в период расширения;
10. Легко склеиваются, с бетоном и между собой на пересечениях однородным, по составу материалом;
11. В отличие от шпонок не вовлекают воздух в шов;
12. Температурный диапазон работы от -60 — $+110^{\circ}\text{C}$;
13. Многократность циклов набухания-высыхания без изменения свойств;

14. Механизм герметизации основывается на закупорке набухающим компенсатором шва и давлением на его стенки;

15. Ресурс долгодетия более 30 лет. [2]

Уникальной особенностью набухающих изделий является то, что защитой от воды является сама вода, которая проникая в материал компенсатора, капсулируется, увеличивает его объем и «запирает» деформационный шов. Суспензия из «Графпласт™ К», выполняющая роль водостойкого соединения (клея), прочно «сваривает» изделие с бетоном. При расхождении стыков шва (до 500 %) изделие растягивается, не теряя герметичности и контакта с герметизируемыми поверхностями. При сужении шва происходит процесс сжатия компенсатора.

Способность изделий из «Графпласт™ К» к восстановлению и «лечению», позволяют в процессе эксплуатации следить за состоянием антисейсмических деформационных швов и, в случае протечек и разуплотнения, производить замену участков компенсатора. Работы по герметизации проводятся при сухом и мокром бетоне.

Традиционные уплотнители используемые для гидроизоляции и уплотнения тубингов при строительстве стволов шахт и тоннелей метрополитена (резина Хорольского), в виде лент, жгутов не приклеиваются к поверхности бетона с достаточной адгезией. При таком способе между резиной и бетоном, на границе раздела фаз, возможно образование воды, просачивающейся сквозь волосяные трещины. При контакте с агрессивной водой, растворами солей, резина карбонизируется, теряет упругость, эластичность и становится хрупкой. Резина несет скорее технологическую, а не гидроизоляционную функцию и может лишь временно (на момент монтажа) остановить протечки.

Рамка-компенсатор из «Графпласт К» приклеивается к бетону суспензией Графпласт К, материала однородного по составу с компенсатором.

Монтаж тубингов, обрамленный рамкой-компенсатором, ничем не отличается от обычного монтажа. При хорошем качестве бетона склейку можно исключить.

Большое различие и преимущество состоит в том, что после установки тубингов и поступлении воды в фиксированные или деформационные швы, рамка-компенсатор самоуплотняется в шве, заполняя свободное пространство, и запирает шов своей эластичной, каучукоподобной и упругой массой.

Практически исключается гидроизоляция чеканочной канавки, так как основную функцию гидроизоляции выполняет набухающий компенсатор-рамка.

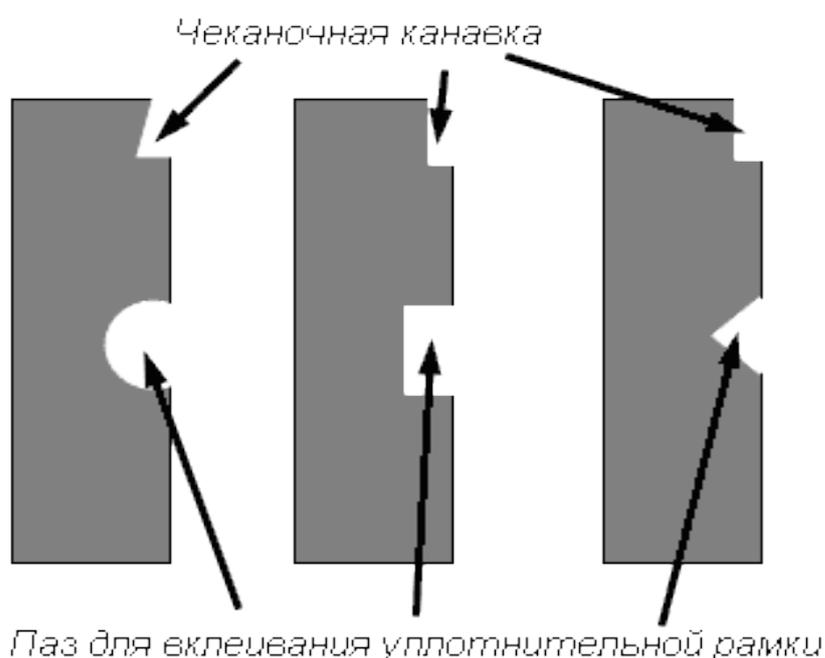


Рис. 2 Схема чеканочной канавки с пазом для вклеивания уплотнительной рамки для тубингов.

Работы проводятся в любых погодных условиях (дождь, снег, мороз). В отличие от зарубежных аналогов гидрофильных, расширяющихся резин и глин, которые не используются в подвижных и деформационных

швах, компенсаторы из «Графпласт К» специально созданы для деформационных, температурных и антисейсмических швов. [2]

Список литературы

1. Электронный ресурс Википедия. <https://ru.wikipedia.org/>
2. Электронный ресурс. Информационный портал Proektstroy.ru
<http://www.stroyca.ru/publications/view/8743>

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00) 26

КИНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА АК12, СОДЕРЖАЩЕГО НЕОДИМОМ С КИСЛОРОДОМ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

¹А.Э.Бердиев, ²И.Н.Ганиев, ²С.Т.Бадурдинов

¹Российско-Таджикский (Славянский) университет, г. Душанбе,

²Институт химии им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан,
г. Душанбе

Алюминий и кремний обладают различной природой межатомных взаимодействий. Так, для алюминия характерен металлический тип связей, а структура кристаллического кремния определяется ковалентной связью. При плавлении и значительном перегреве ковалентная связь металлизуется [1, 2]. Этот процесс сопровождается затратой энергии, и для данной системы характерны большие избыточные энтропии смещения и отрицательные отклонения от закона Рауля [3].

Сплав АК12 и различные его модификации используются для литья отливок сложной конфигурации со средней прочностью.

Цель работы заключается в исследовании влияния добавок неодима на кинетику окисления сплава АК12. Для достижения поставленной цели решены задачи по определению кинетических параметров процесса высокотемпературного окисления сплава АК12, легированного неодимом.

Изучение кинетики процесса окисления металлов и сплавов проводилось методом термогравиметрии с использованием установки, принцип работы которой описан в работе [4, 5]. Химический состав исследованных сплавов приведен в табл. 1 и 2.

На рис. 1 и 2 приведены кинетические кривые изменения удельной массы образца ($\Delta g/S$) в зависимости от времени взаимодействия (τ) с кислородом газовой фазы и от температуры.

Кинетику окисления исходного сплава АК12 в твердом состоянии исследовали при температурах 723, 773 и 823 К (рис. 1а). Сформировавшаяся оксидная пленка в начальных стадиях процесса, по-видимому, не обладает достаточными защитными свойствами, о чем свидетельствует рост скорости окисления. Значение скорости окисления сплава АК12 при температурах 723 К, 773 К и 823 К составляет $2.60 \cdot 10^{-4}$, $3.02 \cdot 10^{-4}$ и $3.35 \cdot 10^{-4}$ кг/м²·сек., соответственно (табл.1).

Взаимодействие сплава АК12 с 0.005 мас.% неодимом с газовой фазой при температурах 723, 773 и 823 К (рис. 1б) значительно отличается от окисления исходного сплава. Линейная зависимость сохраняется в течение 12-15 минут, далее по мере образования оксидной пленки характер окислительного процесса переходит в гиперболический и формирование защитной оксидной поверхности заканчивается к 30 минутам. Максимальная величина привеса $\Delta g/S$ при окислении равняется 2.6 кг/м², минимальная – 1.5 кг/м². Кажущаяся энергия активации окисления составляет величину 140.2 кДж/моль.

Окисление сплава АК12, содержащего 0.05 мас.% неодима исследовалось при температурах 723, 773 и 823 К (рис. 1в). Значения

истинной скорости окисления изменяются от $2.43 \cdot 10^{-4}$ до $3.03 \cdot 10^{-4}$ кг·м⁻²·с⁻¹.

Кажущаяся энергия активации окисления достигает 152.1 кДж/моль (табл. 1).

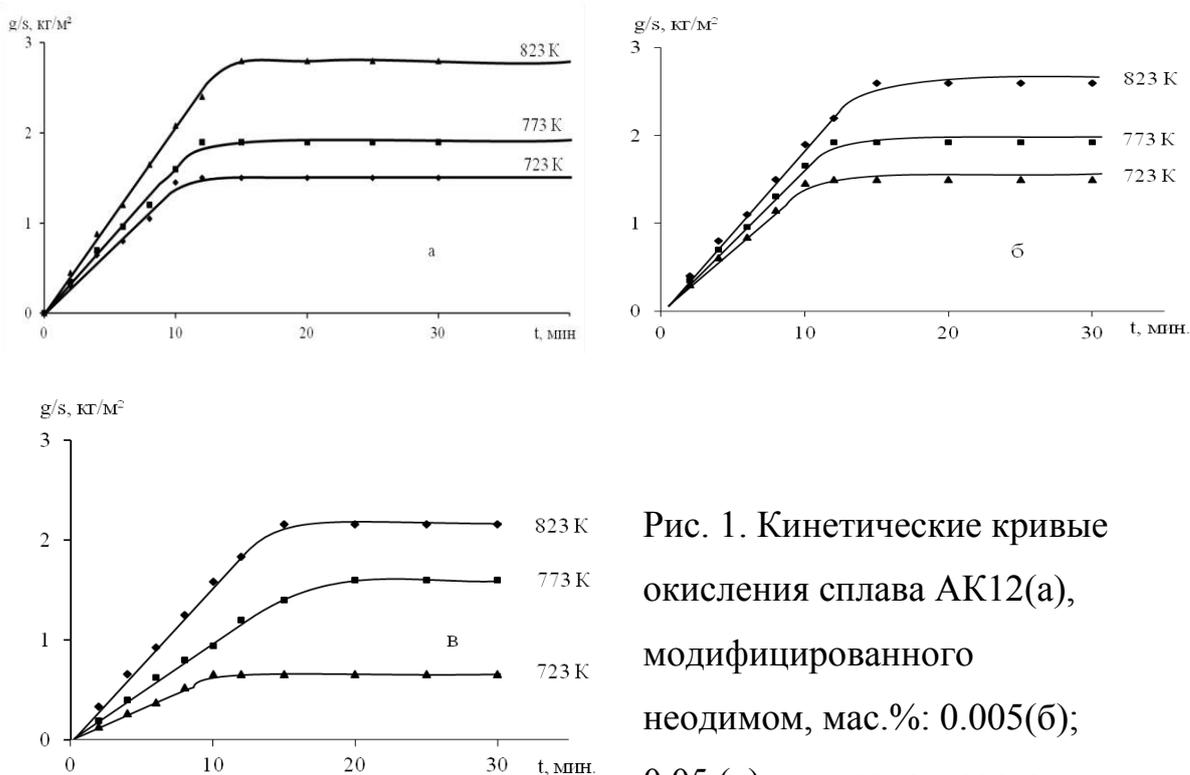


Рис. 1. Кинетические кривые окисления сплава АК12(а), модифицированного неодимом, мас. %: 0.005(б); 0.05 (в), в твердом состоянии

На рис. 2а приведены кинетические кривые окисления твердого сплава АК12, содержащего 0.1 мас.% неодима. Кинетические кривые окисления подчиняются гиперболическому закону. Процесс окисления протекает с диффузионными затруднениями, и заканчивается на 25-30-й минуте. При температуре 823 К максимальное значение величины $\Delta g/S$ равняется $4 \cdot 10^{-2}$ кг/м². Кажущаяся энергия активации окисления составляет величину 177.5 кДж/моль (табл. 1).

Процесс окисления сплава АК12, содержащего 0.5 мас.% неодима подчиняется гиперболическому закону и характеризуется относительно низкими скоростями окисления по сравнению с предыдущим составом. Кажущаяся энергия активации окисления достигает 192.8 кДж/моль (табл. 1).

Таблица 1

Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава АК12, модифицированного неодимом

Содержание неодима в	Температура окисления,	Истинная скорость окисления ,	Кажущаяся энергия активации
----------------------	------------------------	-------------------------------	-----------------------------

сплаве АК12, мас. %	К	$K \cdot 10^{-4},$ $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$	окисления, кДж/моль.
0.0	723	2.60	139.8
	773	3.02	
	823	3.35	
0.05	723	2.43	152.1
	773	2.82	
	823	3.03	
0.1	723	2.25	177.5
	773	2.64	
	823	2.72	
0.5	723	2.06	192.8
	773	2.14	
	823	2.66	

Окисление твердых сплавов подчиняется гиперболическому закону, что видно из кривых зависимостей $(g/s)^2-t$ (рис.2), которые не укладываются на прямые линии, а также из аналитических зависимостей $Y=Kt^n$, где $n=2 \div 4$ (табл.2).

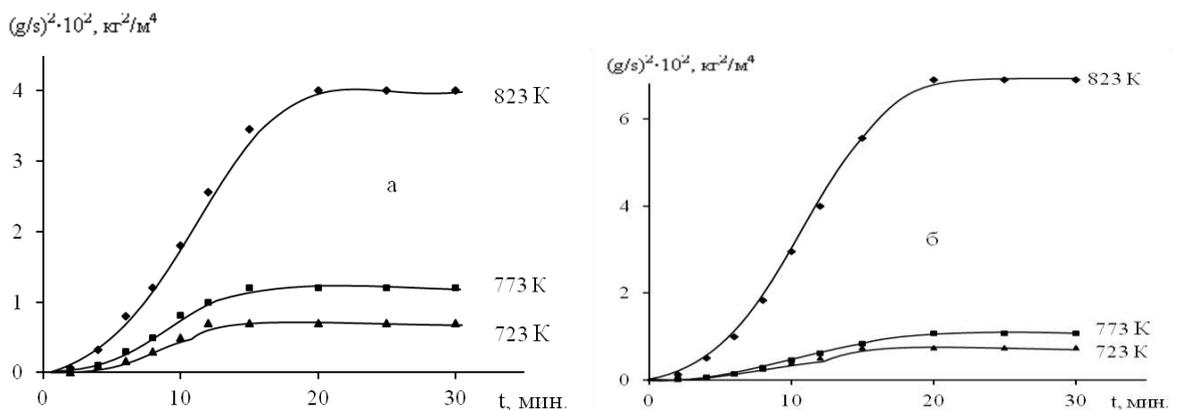


Рис. 2. Квадратичные кривые окисления сплава АК12, модифицированного неодимом, мас. %: 0.1(а); 0.5 (б), в твердом состоянии

Таблица 2

Результаты обработки кривых окисления сплава АК12, модифицированного неодимом в твёрдом состоянии.

Содержание неодима в сплаве АК12, мас. %	Температура окисления, К	Уравнения	Коэффициент регрессии, R^2
	723	$y=0,000x^4-0,003x^3 + 0,008x^2 + 2,248x$	0.993

0.0	773	$y=2E-05x^4-0,001x^3 - 0,038x^2 + 1,988x$	0.983
	823	$y=0,000x^4+0,000x^3 - 0,068x^2 + 1,904x$	0.978
0.1	723	$y= - 0,002x^3 + 0,051x^2 - 0,102x$	0.996
	773	$y= - 0,001x^3 + 0,022x^2 - 0,041x$	0.993
	823	$y= - 0,000x^3 + 0,014x^2 - 0,024x$	0.974
0.5	723	$y= - 0,003x^3 + 0,083x^2 - 0,193x$	0.997
	773	$y= - 0,000x^3 + 0,012x^2 - 0,029x$	0.997
	823	$y= -1E-05x^4-0,000x^3+0,012x^2 - 0,028x$	0.974

В координатах $\lg K-1/T$, кривые окисления представляются прямыми линиями (рис.3), по углу наклона которых рассчитаны кажущееся энергия активации процесса окисления сплавов (таб.1.). Среди легированных сплавов максимальной скоростью окисления обладает сплава АК12 с 0.005 мас.% неодимом (рис.1б), что соответствует энергии активации 140.2 кДж/моль, в то время как значение последнего для исходного сплава равно 139.8 кДж/моль.

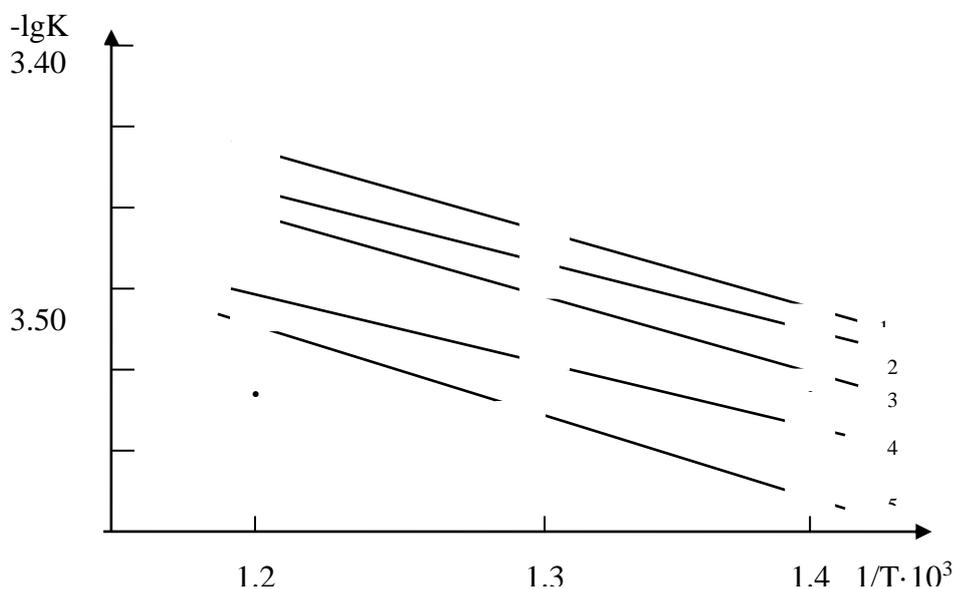


Рис. 4. Зависимость $\lg K$ от $1/T$ для сплава АК12 (1), модифицированного, неодимом, мас. %: 0.005(2), 0.05(3), 0.1(4), 0.5(5), в твердом состоянии.

С ростом температуры отмечается увеличение скорости окисления, а процесс протекает с диффузионными затруднениями в оксидной плёнке. Из

анализа кинетических кривых следует, что модифицированные сплавы в целом, имеют относительно низкие скорости окисления, чем исходный сплав.

Список литературы

1. Лепинских Б.М., Каташев А.А., Белоусов А. А. Окисление жидких металлов и сплавов -М.: Наука, 1979. -116с.
2. Григоревич О. Периодический закон Менделеева и электронное строение металлов. М.: Наука, 1965.
3. Ростовцев С., Хитрик С., Емлин Б. и др.-// Изв. вузов. Черная металлургия, 1971, №2, С. 61-65.
4. Лепинских В.М, Киселев В.И. Об окислении жидких металлов и сплавов кислородом из газовой фазы //Известия АН СССР. Металлы. 1974. № 5. с.51-54.
5. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н., Гулов С.С.Силумины, модифицированные элементами подгруппы германия и стронция. Германия. Берлин: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 152 с.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ХРОМОМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ ЛИТОЙ ВЫСОКОМАРГАНЦЕВОЙ СТАЛИ

**Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А.,
Нефедьев А.А., Ахметова А.А.**

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г. Магнитогорск

Исследование выполнено за счёт гранта

Российского научного фонда

(проект №15-19-10020)

Несмотря на то, что высокомарганцевая сталь известна уже более ста лет, интерес к ней в настоящее время не угасает. Основными направлениями

исследований являются: процесс выплавки, внепечная обработка и модифицирование, дополнительное легирование различными химическими элементами, среди которых особое место занимает хром [1 - 9]. Хром является карбидообразующим элементом, при этом он обладает большим сродством к углероду, чем марганец. Поэтому дополнительное легирование высокомарганцевой стали хромом должно отразиться на морфологии и химическом составе карбидной фазы, выделение которой по границам зерен является основным недостатком этого сплава в литом состоянии.

Целью настоящей работы является исследование химического состава и морфологии карбидной фазы в литой высокомарганцевой стали при ее легировании азотированным феррохромом в широком диапазоне концентраций.

Материал и методика исследования.

Экспериментальные сплавы для изучения структуры и свойств выплавляли в индукционной печи ИСТ-006 с основной футеровкой. Легирование высокомарганцевой стали осуществляли азотированным феррохромом марки ФХН-10. Исследования проводили на стандартных образцах с размерами 35×35×10 мм, залитых в кокиль, при этом скорость охлаждения в температурном интервале кристаллизации составила 25 °С/с. Химический состав образцов определяли на спектрометре SPECTRO модели МАХх. Количественный анализ проводили на оптическом микроскопе Meiji с помощью программы Ticsomet Standart Pro по ГОСТ 5639-82. Растровый электронно-микроскопический анализ осуществляли с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6490 LV при ускоряющем напряжении 20 кВ. Микрорентгеноспектральный анализ (МРСА) проведен с использованием специальной приставки к сканирующему микроскопу – системы INCA Energy (исследования выполнены в ЦКП НИИ Наносталей ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»).

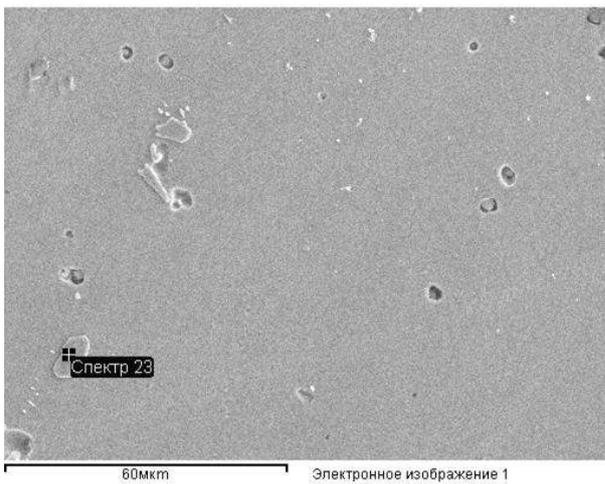
Результаты исследований.

В результате экспериментов было получено пять образцов с содержанием хрома от 0,85 до 3,15 %, содержание остальных элементов в пределах марочного состава высокомарганцевой стали (стали Гадфильда).

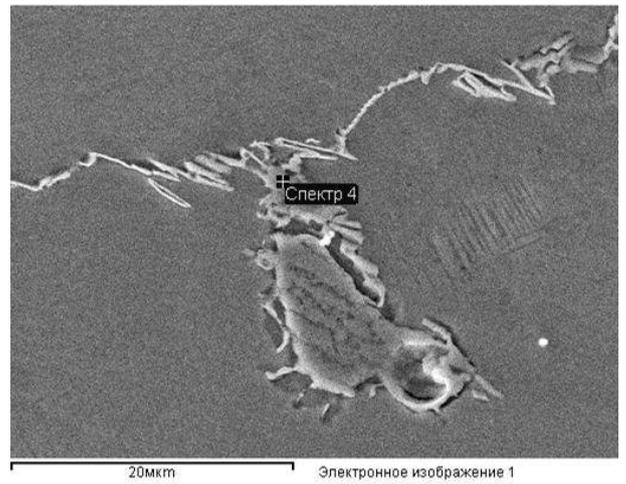
Таблица 1 - Химический состав полученных экспериментально образцов

Сплав	Концентрация химических элементов, %						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al
1	1,15	1,05	11,60	0,04	0,033	0,85	0,08
2	1,10	1,18	11,75	0,04	0,035	1,40	0,08
3	1,07	0,90	11,55	0,04	0,032	1,91	0,06
4	1,20	0,74	11,60	0,04	0,033	2,15	0,06
5	1,15	1,08	11,75	0,04	0,033	3,15	0,07

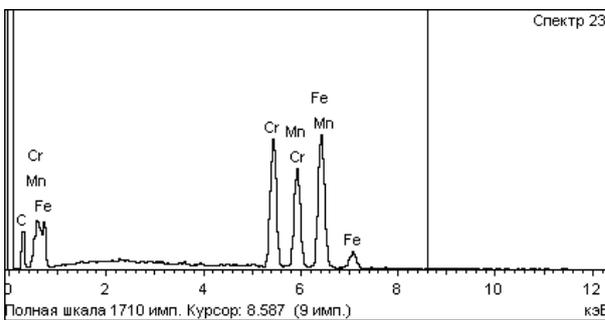
Вторичная фаза представлена двумя видами легированного цементита. Первый - с высоким содержанием хрома и марганца: $\approx 23,5$ % и ≈ 20 % соответственно (рис. 1, а, в); второй – с высоким содержанием марганца (около 12,5 %) и низким содержанием хрома (порядка 2,3 %) (рис. 1, б, г). Для упрощения введены условные обозначения: первый вид – карбиды «легированные Cr»; второй – карбиды «легированные Mn». Эти два вида карбидов имеют разную стойкость к травителю. Карбиды «легированные Mn» быстро травятся и имеют темный цвет (при наблюдении в оптический микроскоп). Карбиды «легированные Cr» остаются светлыми даже после длительного нахождения в растворе кислоты. Этот факт позволил определить как общее количество, так количественное соотношение двух типов карбидной фазы.



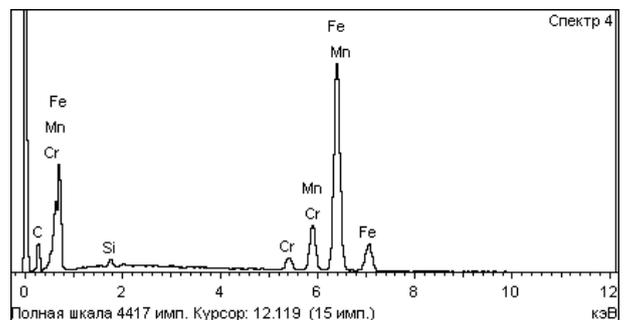
а



б



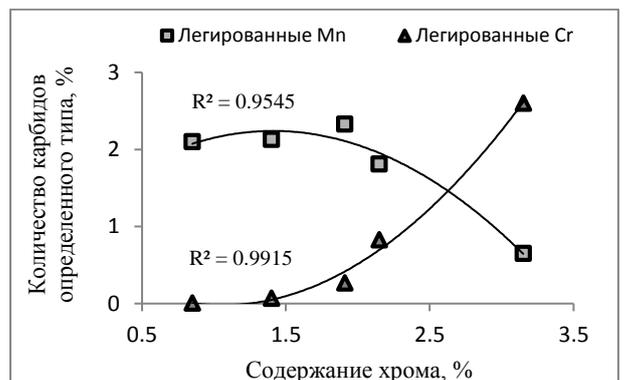
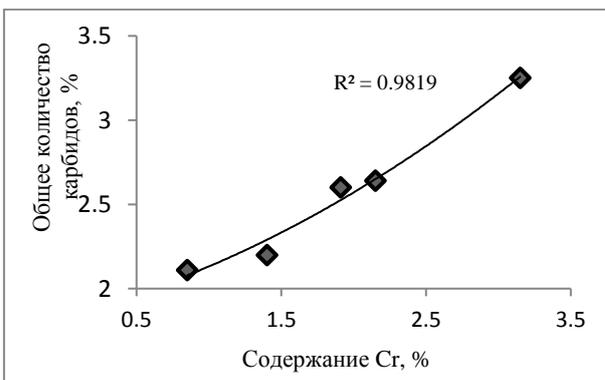
в



г

Рис. 1 – Микроструктура (а, б) и качественный химический состав (в, г) вторичных карбидов: «легированных Cr» (а, в); «легированных Mn» (б, г)

С увеличением в составе сплава содержания хрома общее количество карбидов возрастает (рис. 2, а). Это происходит за счет одновременного увеличения количества карбидов «легированных Cr» и уменьшения количества «легированных Mn» (рис. 2, б).



а

б

Рис. 2 – Зависимость количества карбидной фазы: общего (а) и отдельных типов (б) от содержания хрома

Количественное соотношение интенсивно меняется при увеличении концентрации хрома до 2 % и имеет экспоненциальную зависимость (рис. 3).

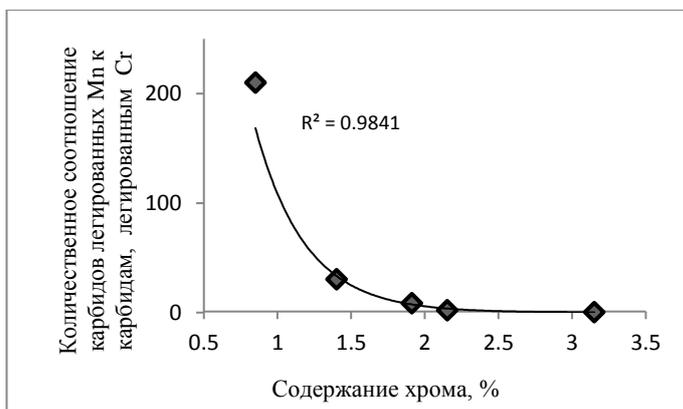
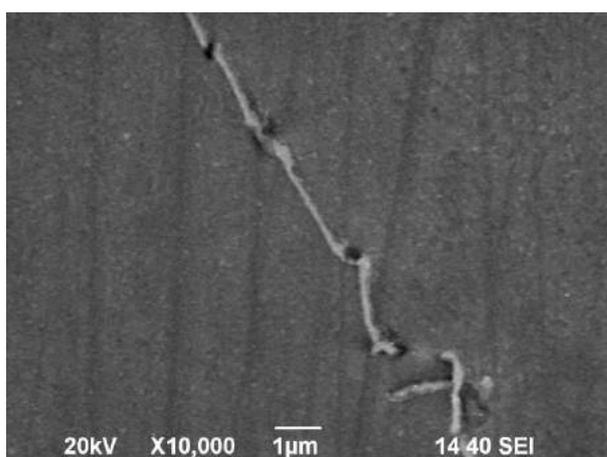


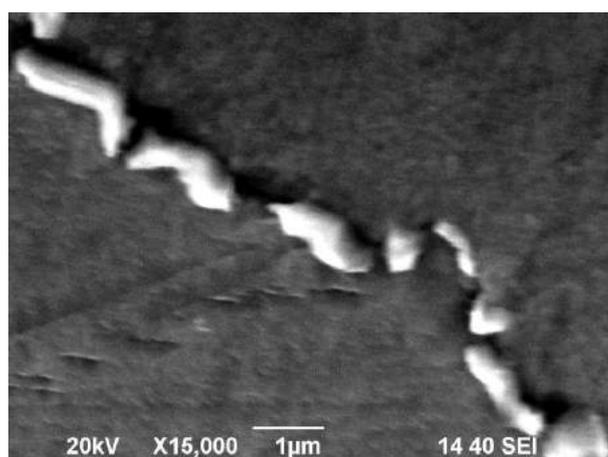
Рис. 3 – Зависимость количественного соотношения различных типов карбидов от содержания хрома

Помимо изменения количественных характеристик карбидной фазы, легирование высокомарганцевой стали хромом влияет на ее морфологию. Увеличение концентрации хрома приводит одновременно к нарушению целостности сетки по границам аустенитных зерен,

утолщению и коагуляции карбидной фазы (рис. 4, а, б).



а



б

Рис. 4 – Микроструктура высокомарганцевой стали с содержанием хрома 0,85 % (а) и 3,15 % (б)

Данные структурные изменения тем ярче выражены, чем выше содержание в сплаве количества хрома.

Обсуждение результатов.

Структура высокомарганцевой стали без дополнительного легирования хромом - аустенит и располагающаяся по границам его зерен карбидная сетка. Карбидная фаза представлена цементитом, в состав которого, наряду с железом, входит марганец. Легирование этого сплава хромом приводит к выделению из пересыщенного раствора нового типа карбида, в химическом составе которого, помимо железа и марганца, в большом количестве присутствует хром.

За счет большего сродства хрома к углероду увеличение его содержания в сплаве приводит к изменению количественного соотношения карбидов двух типов. При концентрации хрома около 2,6 % количество карбидов обоих типов одинаково, дальнейшее увеличение количества хрома приводит к резкому увеличению количества карбидов, легированных хромом.

Морфологически, легированный хромом и марганцем цементит в отличие от легированного только марганцем, имеет более округлые формы и не образует сплошной сетки по границам зерен аустенита. Эта сетка представлена цепочкой не связанных между собой карбидов.

Выводы.

Легирование высокомарганцевой стали хромом приводит к появлению в ее структуре нового типа карбида – цементита, легированного хромом и марганцем.

При содержании в сплаве хрома около 3 % практически вся карбидная фаза представлена цементитом нового типа, который имеет более благоприятную морфологию и не образует сплошной карбидной сетки по границам аустенитных зерен.

Список литературы

1. Бедрин Н.И., Стадничук В.И., Стадничук А.В. и др. Исследование влияния химического состава стали 110Г13Л на её свойства // Литейные процессы. 2003. № 3. С. 36 – 42.
2. Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А., Хабибуллин Ш.М. Технологические особенности внепечной обработки стали марки 110Г13Л // В сборнике: Прогрессивные литейные технологии. 2015. С. 225-227.
3. Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Сеницкий Е.В., Горленко Д.А., Дуров Н.А. Выплавка высокомарганцевистой стали в дуговой сталеплавильной печи. Технология. Сообщение 1 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2015. Т. 58. № 10. С. 735-739.
4. Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Сеницкий Е.В., Горленко Д.А., Дуров Н.А. Выплавка высокомарганцевистой стали в дуговой сталеплавильной печи. Внепечная обработка. Сообщение 2 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 1. С. 23-28.
5. Зыкова А.П., Федосеев С.Н., Лычагин Д.В. Модифицирование стали 110Г13Л // Сборник научных трудов VII Международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения». 2013. С. 86 – 90.
6. Колокольцев В.М., Долгополова Л.Б., Мулявко Н.М. Влияние химического состава на структуру и свойства хромомарганцевых аустенитных сталей // Литейные процессы. 2003. № 3. С. 31 – 36.
7. Розум В.А., Задруцкий С.П., Беженко А.П. и др. Обработка стали 110Г13Л барий-стронциевыми карбонатами // Литье и металлургия. 2010. № 4. С. 89 – 94.
8. Сысоев А.М., Бахметьев В.В., Колокольцев В.М. Рафинирование и модифицирование стали 110Г13Л комплексом титан-бор-кальций // Вестник Магнитогорского государственного технического университета

им. Г.И. Носова. 2008. № 1. С. 43 – 45.

9. Zambrano O.A., Yesid Aguilar, Jairo Valdés, S.A. Rodríguez, J.J. Coronado. Effect of normal load on abrasive wear resistance and wear micromechanisms in FeMnAlC alloy and other austenitic steels / Wear. Volumes 348–349, 15 February 2016. Pp. 61–68. Doi:10.1016/j.wear.2015.11.019.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ГРАНИЦЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ С ТИТАНОМ ПРИ КОНТАКТНОМ ПЛАВЛЕНИИ

**В. Г. Шморгун, О. В. Слаутин, Д. А. Евстропов,
В.П. Кулевич, Ю. И. Бондаренко**

Волгоградский государственный технический университет
г. Волгоград

Предложен и экспериментально подтвержден механизм формирования жидкой прослойки на межслойной границе сваренного взрывом композита системы Cu-Ti при контактном плавлении. Показано влияние времени выдержки при термообработке по режиму контактного плавления на ее структуру и фазовый состав.

Ключевые слова: слоистый композит, сварка взрывом, термообработка, контактное плавление.

Введение

Система Ti-Cu исследовалась в ряде работ [1,2], где экспериментально была определена температура КП и выявлен фазовый состав зоны взаимодействия (ЗВ), сформированной при 900 °С. Однако, механизм формирования ЗВ до настоящего времени не раскрыт не был, а факторы, влияющие на ее структуру и фазовый состав, не определены [3 - 5].

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования служили образцы сваренной взрывом меди М1 с титаном ВТ1-0 толщиной 7+0,6 и 5+4 мм, соответственно. Металлографические исследования выполняли на металлографическом микроскопе Олимпус ВХ-61. Фазовый состав образовавшейся диффузионной зоны (ДЗ) определяли при верификации экспериментальных данных, полученных с помощью дифрактометра ДРОН-3 и растрового двухлучевого электронного микроскопа системы Versa 3D.

Результаты и их обсуждение

Поскольку система Ti-Cu относится к системам с сильно вырожденными эвтектиками, где эвтектическая точка на диаграмме состояния смещена в сторону легкоплавкого компонента, то в образовании жидкой фазы в контакте Ti-Cu определяющую роль должен играть размерный эффект плавления [6].

Анализ диаграммы состояния Ti-Cu (рис. 1) и массива экспериментальных данных [7], полученных при исследовании структуры и фазового состава ЗВ, сформированной как в твердой, так и в жидкой фазе между титаном ВТ1-0 + медью М1 при нагреве биметалла при температурах 850 и 900 °С, позволил предложить следующую последовательность формирования ЗВ при КП.

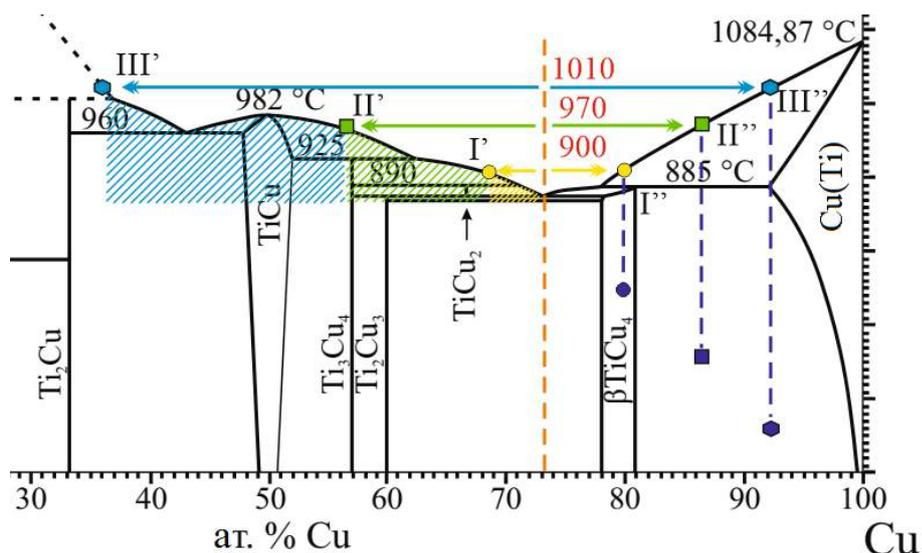


Рисунок 1 – Фрагмент диаграммы состояния системы Ti-Cu: точки I' II' и III' (заштрихованные области) – возможные реакции, если на поверхности присутствует слой Ti; I'' II'' и III'' – точки перехода системы в равновесие после полного растворения слоя Ti.

Контактное плавление в системе Ti-Cu начинается при температуре ≈ 900 °C и инициируется взаимной диффузией, приводящей к образованию на границе раздела сваренных взрывом металлов пересыщенных твердых растворов на основе меди Cu(Ti), титана Ti(Cu) и интерметаллидных соединений Ti₂Cu, TiCu, Ti₃Cu₄, Ti₂Cu₃, β TiCu₄ (рис.2).

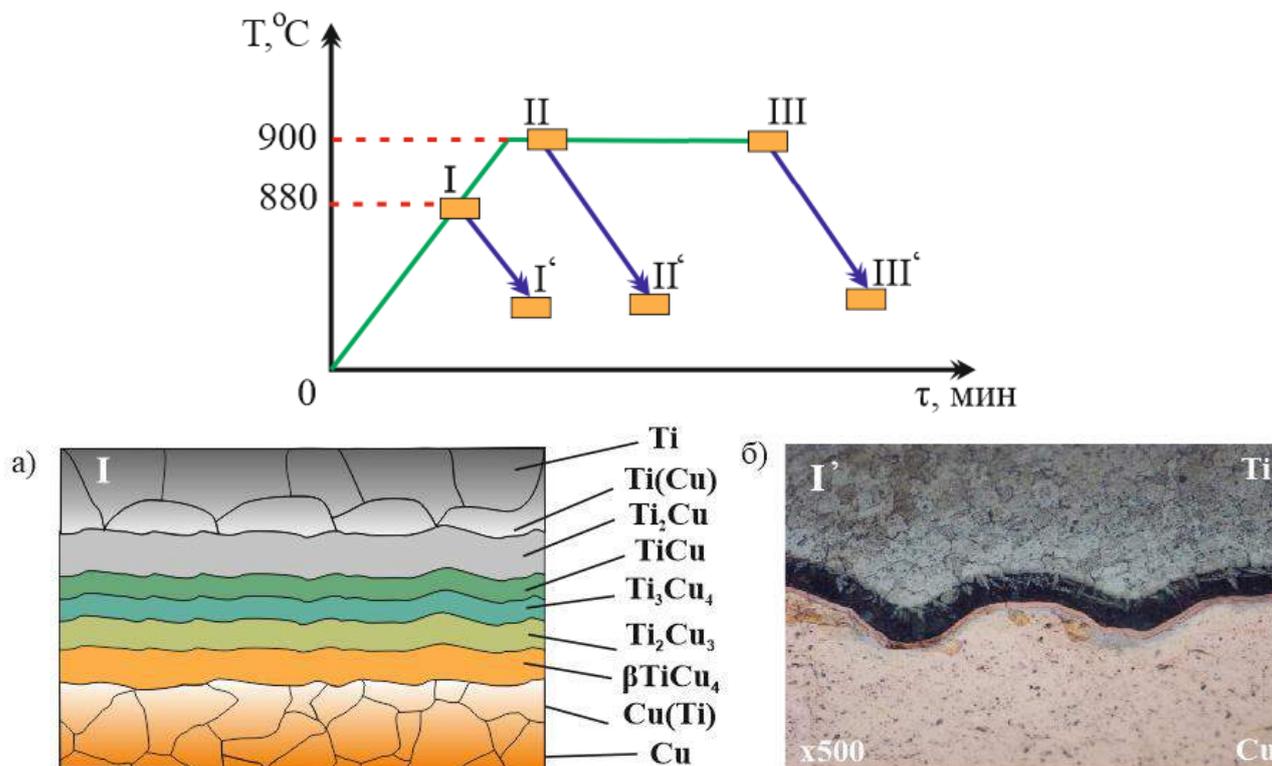


Рисунок 2 – Структура зоны взаимодействия в процессе нагрева (а) и после охлаждения (б) на участке I-I' термического цикла при 880 °C

При достижении некоторой критической концентрации Ti в Cu(Ti), отдельные малые области твердого раствора оказываются «блокированными» друг относительно друга «перегородками» из атомов Ti, вследствие разрыва межатомных связей Cu - Cu, что приводит к образованию наноразмерных кластеров, на которых и проявляется размерный эффект плавления [8] (рис. 3а).

В дальнейшем хаотически распределенные кластеры при соприкосновении друг с другом сливаются, образуя жидкую матрицу с отдельными твердофазными частицами Cu(Ti) (микрочастицами). Со временем окруженные жидкостью твердые частицы растворяются, и вся область твердого раствора превращается в тонкую пленку жидкости (рис. 3б)

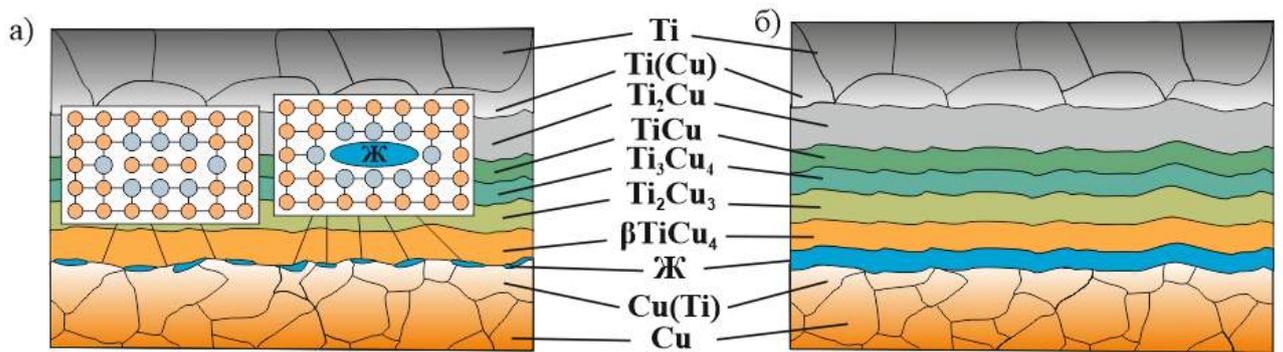


Рисунок 3– Процесс зарождения и формирования жидкой прослойки на границе соединения композита при температуре $\approx 900\text{ }^{\circ}\text{C}$

Поскольку системе энергетически выгодно формирование жидкой фазы при самой низкой температуре ее устойчивого существования, в начальный момент температура тонкой пленки жидкости должна быстро понизиться, а концентрация Ti в ней повыситься до эвтектической ($875\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 27 ат.%).

По мере увеличения температуры жидкой фазы на границе жидкость - Cu должны идти сопровождающиеся выделением тепла процессы, связанные с последовательным образованием и растворением включений βTiCu_4 и Cu(Ti). На этом этапе жидкая прослойка переходит в гетерофазное состояние. Дальнейшее повышение времени выдержки способствует растворению в жидкости сплошных интерметаллидных прослоек Ti_3Cu_4 , Ti_2Cu_3 , βTiCu_4 , сформировавшихся в процессе твердофазной диффузии (рис.4).

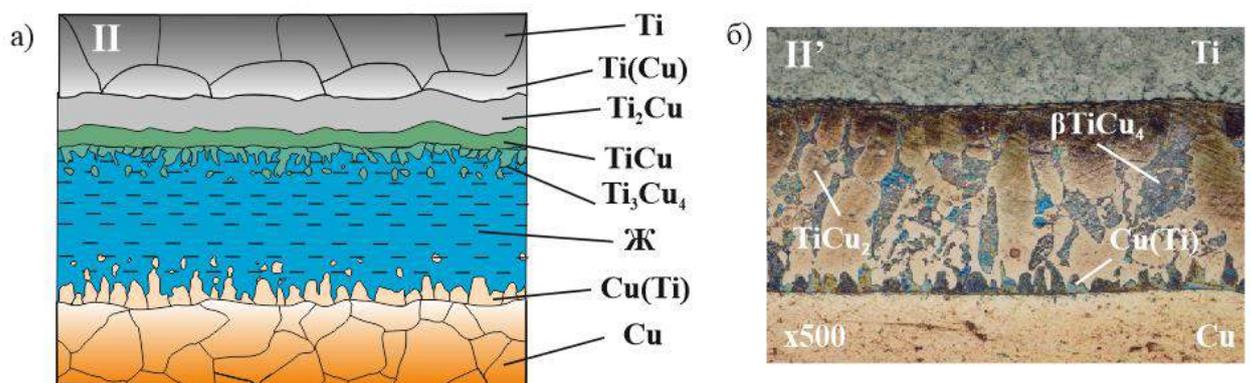


Рисунок 4 – Изменения структуры зоны взаимодействия до (а) и после (б) кристаллизации на участке П-П' термического цикла нагрева при $900\text{ }^{\circ}\text{C}$

Увеличение толщины жидкой прослойки должно сопровождаться снижением в соответствии с линией ликвидус на диаграмме состояния Ti-Cu

(точки I' II' и III' рис.1) концентрации Ti в ее части, прилегающей к твердому раствору на основе Cu, и росту – в ее части, прилегающей к зоне твердофазной диффузии со стороны Ti. В соответствии с диаграммой состояния, зона твердофазной диффузии должна состоять из прослоек, фазовый состав которых последовательно меняется от Ti(Cu), Ti₂Cu, TiCu, Ti₃Cu₄ до Ti₂Cu₃.

После продолжительного отжига и кристаллизации с 900 °С в ЗВ образуются следующие фазы: βTiCu₄, TiCu₂, Ti₂Cu₃, Ti₃Cu₄ и твердый раствор Cu(Ti) (рис.5), а при температурах 970 и 1010 °С, помимо указанных, и TiCu.

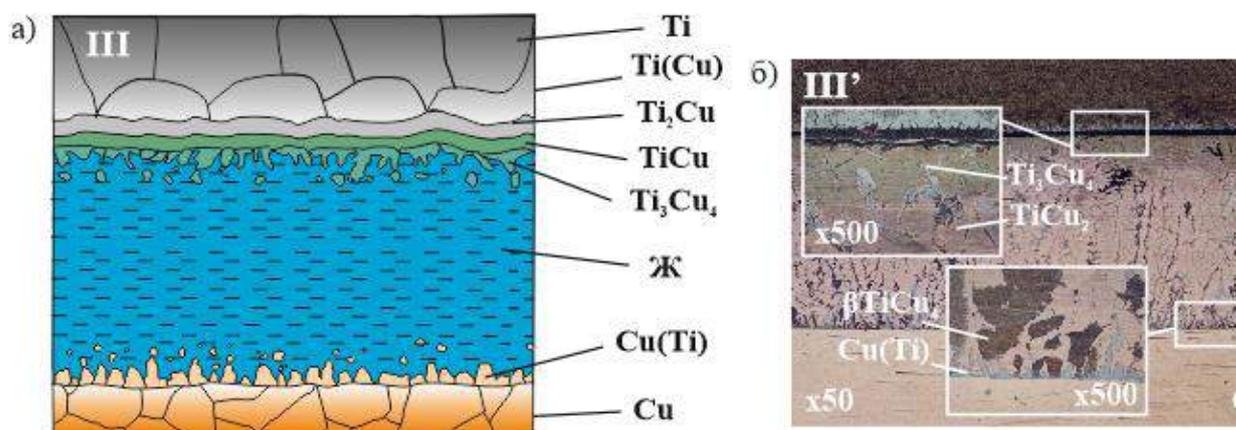


Рисунок 5 – Изменения структуры зоны взаимодействия до (а) и после (б) кристаллизации на участке III-III' термического цикла нагрева при 900 °С

После продолжительного отжига и полного растворения титанового слоя, система приходит в равновесие в соответствии с точками I'', II'' и III'' приведенного фрагмента диаграммы (рис.1), а ликвация по фазовому составу нивелируется по толщине ЗВ до βTiCu₄ или βTiCu₄ + Cu(Ti) (рис.6).

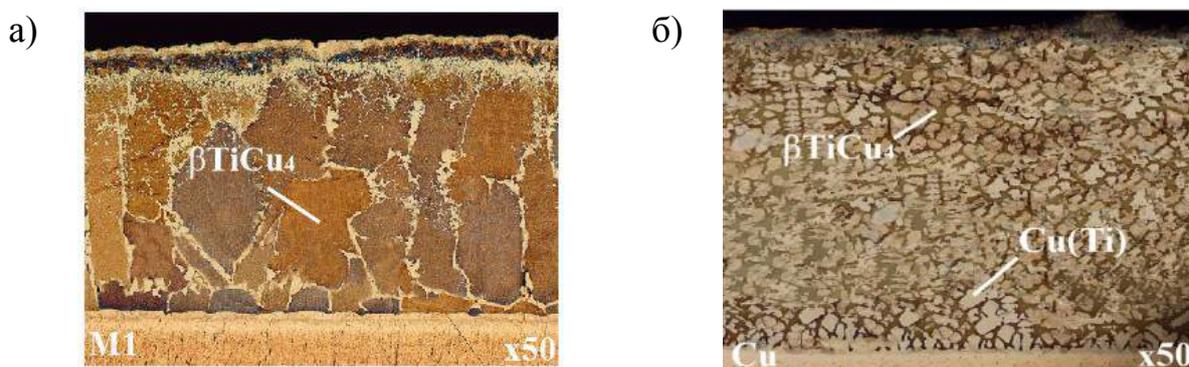


Рисунок 6 – Структура зоны взаимодействия, сформированная после термообработки 900 °С 600 мин (а) и 1010 °С, 180 (б) мин

Выводы

Механизм контактного плавления на межслойной границе сваренных взрывом композитов системы Ti-Cu, заключается в последовательном протекании следующих стадий: твердофазного диффузионного взаимодействия с формированием пересыщенных твердых растворов и сплошных интерметаллидных прослоек; образования вследствие размерного эффекта плавления жидкой матрицы с включениями твердого раствора на основе меди; роста толщины слоя расплава с градиентом концентрации, зависящим от скорости гетерогенных реакций на межфазных границах расплав-интерметаллид и расплав-твердый раствор.

Список литературы

1. Крашенинников С.В. Исследование кинетики процесса контактного эвтектического плавления в сваренных взрывом титано-медно-стальных композитах / С.В. Крашенинников, С.В. Кузьмин, В.И. Лысак, Н.И. Чистякова // Перспективные материалы.- 2005.- №3.- С.75-80.
2. Bateni M.R. et al. The effect of novel Ti-Cu intermetallic compound coatings on tribological properties of copper // Annals. – 2003. – Т. 24. – С. 26.
3. T. Yamane, S. Nakajima, H. Araki, et al. Partial phase diagrams of the titanium-rich region of the Ti–Cu system under high pressure. // J. Mater. Sci. Lett., 13, No. 3, 162–164 (1994).
4. Olikier V.E. Structure and phase composition of the Ti–Cu diffusion zone / V.E. Olikier, A.A. Mamonova, and T.I. Shaposhnikova. // Powder Metall. Met. Ceram., 35, No. 3-4, 173–175 (1996).
5. Canale P. Thermodynamic assessment of the Cu–Ti system taking into account the new stable phase CuTi₃ / P. Canale and C. Servant. // Z. Metallkd., 93, 273–276 (2002).
6. Ахкубеков А.А. Начальная стадия контактного плавления, как

низкоразмерный эффект / А.А. Ахкубеков, М.М. Вайсултанов, С.И. Ахкубекова // Известия вузов. Северокавказский регион. Серия «Естественные науки». – 2005. – № 9. – С. 56-64.

7. Формирование покрытий на основе купридов титана на поверхности меди при контактном плавлении / В.Г. Шморгун, Л.М. Гуревич, О.В. Слаутин, В.Н. Арисова, Д.А. Евстропов // Metallurg. - 2015. - № 10. – С. 8892 = Metallurgist. - 2016. - Vol. 59, Issue 9-10 (January 2016). - С. 974-979.

8. Редичев Е.Н. Процесс плавления диспергирования тонкой пленки меди в слоистых структурах в зависимости от ее толщины. / Е.Н. Редичев, Д.Г. Громов, С.А. Гаврилов и др. // Сб. трудов 6-й международной конф. Опто-наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы. Ульяновск 2004. С. 129.

** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00418)*

СЕКЦИЯ №8.

**ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**

СЕКЦИЯ №9.

**АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

СЕКЦИЯ №11.

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)**

**СЕКЦИЯ №12.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)**

**СЕКЦИЯ №13.
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ ПЛАЗМЫ НА
БАКТЕРИЦИДНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИРОДНЫХ ВМС**

Гребенщикова М.М., Джанбекова А.В., Лиганов А.А.

ФГБОУ ВО КНИТУ, РФ, г. Казань

Среди основных преимуществ такого натурального материала как кожа, выделяется его природная устойчивость к влаге и хорошая воздухопроницаемость. Наилучших результатов можно добиться, придав поверхности натуральной кожи бактерицидные и повышенные гигиенические свойства, для чего материал следует подвергнуть дополнительной специальной обработке.

В отличие от других методов модификации использование электрофизических процессов позволяет обрабатывать материалы с любыми физико-механическими и физико-химическими свойствами направленным потоком ионов и электронов. Одним из перспективных способов модификации является обработка в высокочастотном емкостном (ВЧЕ) разряде. Плазма ВЧЕ разряда эффективно и устойчиво изменяет поверхностные свойства материала, не приводит к ухудшению физико-механических характеристик в объеме образца, не нагревает материал до температуры, вызывающей его деструкцию. Изменяя параметры разряда и вид плазмообразующего газа можно управлять составом химически активных частиц и, следовательно, характером воздействия ВЧЕ разряда на материал[1].

Для модификации образцов материалов (ННТП) использовалась экспериментальная плазменная установка [2].

Целью работы являлось изучение возможности придания поверхностям натуральной кожи, обработанной в высокочастотном емкостном разряде в различных плазмообразующих газах, антимикробных свойств.

В качестве объекта исследований выбрана ортопедическая кожа овчины хромового дубления по ГОСТ 3674-74. В работе использованы плазмообразующие газы: аргон, кислород, азот. При обработке данных полученных в ходе исследования использован ГОСТ 50779.22-2005 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего». В работе применялись конфокальный лазерный микроскоп Olympus LEXT OLS 4100, оптический микроскоп OLYMPUS-BX43. Проводили измерение краевого угла смачивания, микроскопию поверхности, исследование активности микрофлоры, бактериальной зараженности образцов и устойчивость к развитию микроорганизмов на обработанных поверхностях.

Для получения образцов провели модификацию поверхности и приповерхностного слоя натуральной кожи хромового дубления в высокочастотном емкостном разряде плазмы пониженного давления. Кожа была подвергнута плазменной обработке в 2 режимах - гидрофильном и гидрофобном - в течение 5 минут. Плазмообразующими газами являлись азот, аргон и кислород. Режимы модификации и кодировка образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры плазменной обработки

Режим обработки	Гидрофильный			Образец	Гидрофобный			Образец
	P, Па	U, кВ	I, А		P, Па	U, кВ	I, А	
Плазмообразующий газ								
Азот, N	48	5	5,5	1.1	57	3	0,4	1.2
Аргон, Ar	26	5	0,7	2.1	26	3	0,38	2.2
Кислород, O	50	5	0,6	3.1	53	3	0,4	3.2

Получены образцы с гидрофобизированной и гидрофилизированной поверхностью.

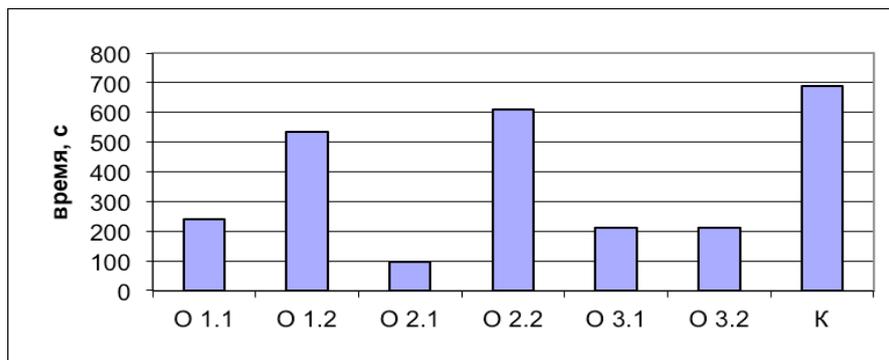


Рисунок 1. – Время впитывания капли

Из результатов исследования следует, что примененные параметры модифицировали поверхность кожевенного материала иначе, чем ожидалось и образцы 1.1, 2.1, 3.1 и 3.2 необходимо считать гидрофильными, а 1.2, 2.2 и – гидрофобными. Последующие результаты экспериментов обсуждаются исходя из этого заключения.

Для исследования активности микрофлоры вырезались образцы размером 20x20 мм, и помещались в питательную среду на 21 день. Установлено, что часть образцов (1.1, 2.1) не имеет выраженной структуры, волокна визуализируются нечетко, края имеют неровные границы, что говорит о микробной активности. Данные образцы обработаны в гидрофильном режиме, приводящем к разволокнению структуры. Это подтверждается уменьшением времени впитывания капли воды. Образцы 1.2 и 2.2, обработанные в гидрофобном режиме, обладают более плотной структурой, что сказывается на времени впитывания капли воды. Как следует из микрофотографий образцов модифицированных в кислородсодержащей плазме в гидрофильном режиме обработки, образцы 3.1 и 3.2 имеют примерно одинаковую степень рыхлости структуры и отсутствие четко выраженных краев. Обработка кожи в кислородсодержащей плазме с параметрами $P=50$ Па, $W=5$ кВ, $I=0,6$ А не приводит к гидрофобизации образца. Гидрофильная поверхность и приповерхностный слой создают доступные области для микроорганизмов за счет разволокнения структуры

(рис.2 д) и е)). Гидрофильные образцы имеют неровный край (лицевую поверхность), это подтверждает активность микроорганизмов. Исследование бактериальной зараженности образцов показало, что все поверхности так или иначе поражены микроорганизмами. Учитывая стерильность посуды и воды, а также то, что после обработки в ВЧ плазме образцы были помещены в индивидуальные пакеты, можно говорить о присутствии на обработанных поверхностях материала спор в разных количествах. Наиболее подвержена поверхностному поражению поверхность образцов 3.2. Несмотря на установленную гидрофильность режима 3.1 внешне поверхность образцов выглядит иначе, значительно меньше подвержена плесневению, т.е. рост микроорганизмов не зависит напрямую от гидрофильности/гидрофобности поверхности, а определенную роль играют напряжение и сила тока при обработке.

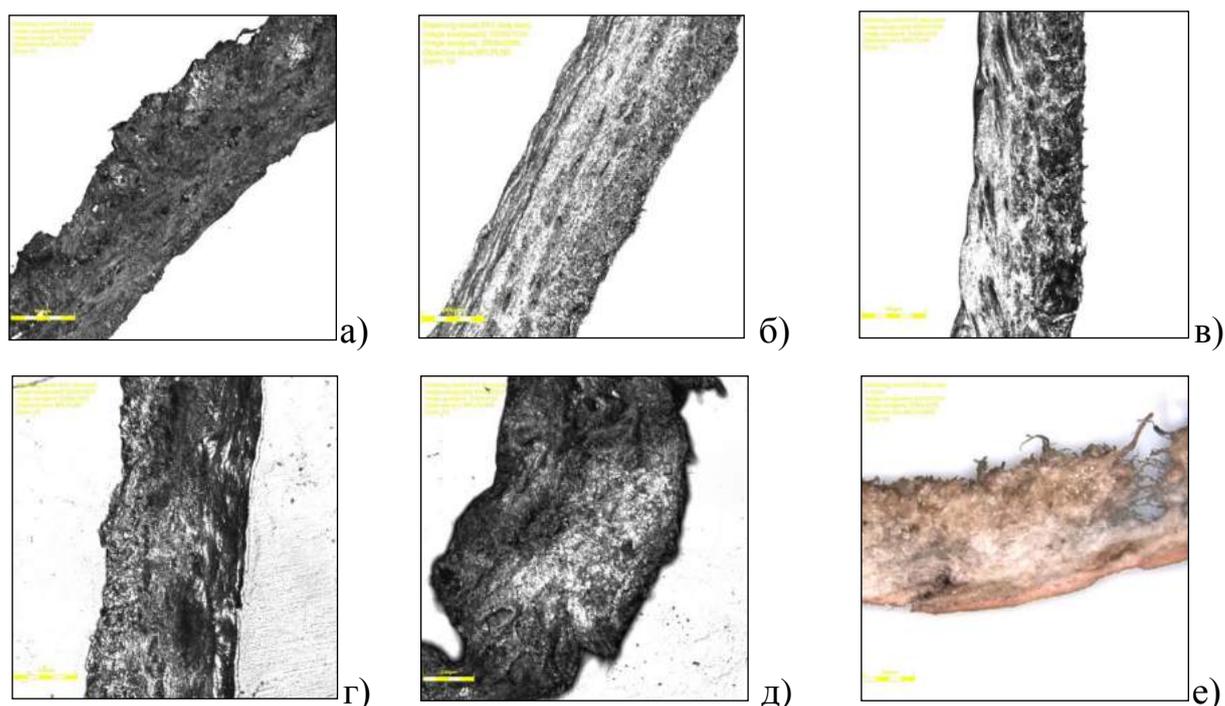


Рисунок 2. – Результаты микроскопии тонких срезов кожи с помощью Olympus LEXT 4100, увеличение x4000: а) 1.1, б) 1.2, в) 2.1, г) 2.2, д) 3.1, е) 3.2,

На образцах 3.2 плесневая колония имеет шарообразную форму – для наименьшей площади соприкосновения с поверхностью материала.

Наиболее чистыми от видимого присутствия микроорганизмов являются образцы с гидрофобной поверхностью, гидрофобизация поверхности сообщает ей некоторые антимикробные свойства, т.к. эти микроорганизмы наиболее хорошо размножаются во влажной среде. Также водоотталкивающая поверхность не позволяет микроорганизмам прочно закрепиться на ней, снижается адгезионная способность микроорганизмов.

Таким образом, оценка поверхностей, длительное время контактировавших с питательной средой показала, что независимо от плазменной модификации и смачиваемости поверхности, все образцы подвержены микробиологическому поражению. Различие в основном составляет вид колоний микроорганизмов. Так, в гидрофильных образцах в основном преобладают колонии плесневых грибов, в гидрофобных – биопленки. Натуральная кожа при повышенной влажности подвержена воздействию микроорганизмов, что связано с ухудшением качества материала и может привести к его разрушению. Клетки микроорганизмов прикрепляются к поверхности материалов по-разному: одни боковой стороной, другие боковой стороной и полюсом. Удерживающая сила поверхностей зависит также от степени их шероховатости и гидрофильности. Увеличение этих свойств может приводить к повышению адгезии микроорганизмов. При отсутствии адгезии бактерий к поверхности твердого тела колонизации бактерий не происходит. Управлять адгезией бактерий можно с помощью параметров поверхности материала, например смачиваемостью. Поскольку бактерии эффективней адсорбируются на гидрофобных поверхностях, то создание гидрофильной поверхности может уменьшить вероятность бактериального заражения [3].

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, проект № 1779 от 01.12.14.

Список литературы

1. Абдуллин И.Ш. Высокочастотная плазменно – струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения/ И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, Н.Ф. Кашапов– Казань: Изд – во Казан. ун –та, 2000. –348 с.
2. Гребенщикова М.М. Исследование влияния параметров модификации на свойства натурального полимера/М.М.Гребенщикова, Е.А. Ванюкова, О.Н., И.Ш. Абдуллин.-Всероссийская (с международным участием) конференция "Физика низкотемпературной плазмы" ФНТП-2014 и Международная научная школа молодых ученых и специалистов "Плазменные технологии в исследовании и получении новых материалов": сборник материалов; М-во образ.и науки России, Казан.нац.исслед.технол.ун-т. -Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. -С.96-98
3. Сухорукова И. В. Создание биоактивных покрытий $TiCaPCON/(Ag, \text{аугментин})$ с антибактериальным эффектом : автореф. дис. кан. тех. наук / И.В. Сухорукова. – Москва, 2015. – 18 с.

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАНЦИЙ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Волкодаева М.В., Ильина Я.А.

(Волкодаева М.В., ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет»,
Ильина Я.А., ГГУП «СФ «Минерал»)
г. Санкт-Петербург

Загрязнение атмосферного воздуха - одна из наиболее острых экологических проблем современности. Ухудшение состояния воздушного бассейна городов, обусловленное выбросами промышленности и транспортным комплексом, оказывает негативное воздействие на здоровье населения. В связи с этим существует необходимость проведения постоянного контроля качества атмосферного воздуха, а задача развития автоматизированной сети мониторинга является крайне актуальной в настоящее время.

В соответствии [6] в Санкт-Петербурге функционирует автоматизированная системы мониторинга (АСМ), в состав которой входят 24 автоматические станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, 2 метеорологические станции, 1 техническая и 2 передвижные лаборатории.

На сегодняшний день техническое обеспечение АСМ состоит из павильонов станций, измерительного комплекса (анализаторы, системы отбора проб воздуха, метеорологические датчики), системы обработки и передачи данных (модемы, компьютеры), систем жизнеобеспечения станций (электропитание, отопление и кондиционирование воздуха, охранная сигнализация, освещение).

Автоматические станции мониторинга атмосферного воздуха функционируют непрерывно и обеспечивают регулярное получение оперативной информации о концентрации основных загрязняющих веществ (ЗВ): оксида углерода, оксида и диоксида азота, диоксида серы, озона,

взвешенных веществ (пыль фракций 10 и 2.5 мкм). Одна из передвижных лабораторий дополнительно оснащена оборудованием для определения аммиака и углеводородов (формальдегида, бензола, толуола, группы ксилолов, этилбензола и фенола). Две метеорологические станции позволяют получать сведения о направлении и скорости ветра, влажности, давлении и температуре воздуха.

Также на станциях мониторинга осуществляется отбор проб для определения в лабораторных условиях концентраций 3,4-бенз(а)пирена, бензола, толуола, этилбензола, изомеров ксилола.

Приборное оснащение станций мониторинга включает в себя различные газоанализаторы, устройства для измерения концентраций взвешенных частиц, хроматографы, аспираторы для отбора проб и т.д. В таблице 1 представлено основное оборудование АСМ и методы для контроля ЗВ в атмосферном воздухе.

Таблица 1. Основное оборудование АСМ, список ЗВ и методы контроля

Загрязняющее вещество	Оборудование	Метод контроля
1	2	3
Оксид углерода	Environnement S.A. CO12M	Недисперсионной ИК-спектроскопии
	Horiba APMA-370	
	Thermo Electron Corp. 48C	
Оксиды азота	Environnement S.A. AC32M	Хемилюминесцентный
	Horiba APNA-370	
	Thermo Electron Corp. 42C	
Аммиак	Horiba APNA-370 NH ₃	Хемилюминесцентный
Диоксид серы	Environnement S.A. AF22M	УФ-флуоресцентный
	Horiba APSA-370	
	Thermo Electron Corp. 43C	
Озон	Environnement S.A. O342M	Абсорбции УФ-излучения
	Horiba APOA-370	
	Thermo Electron Corp. 49C	
Взвешенные частицы	Comde Derenda AMoS	Фотометрии
	Comde Derenda APM-1	
	Comde Derenda APM-2	
Формальдегид	Picarro G2107 Analyzer	Спектроскопии внутрирезонаторного

		затухания
Бензол, толуол, этилбензол, изомеры ксилолов	Synspec Syntech Spectras GC955 600	Газовой хроматографии
	ФГХ-1	
Фенол	Synspec Syntech Spectras GC955 601	Газовой хроматографии

При проведении измерений в лабораторных условиях предварительно производится процедура пробоотбора. Для этого используются 4-х канальные аспираторы GSU или портативные аспираторы, которые позволяют производить отбор в пробоотборные пакеты (в соответствии с МВИ для ФГХ-1 [3]) и на сорбционные трубки (в соответствии с ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007 [1]) для дальнейшего определения концентраций фенола, бензола, толуола, этилбензола, ксилолов.

Отбор проб на фильтры производится с помощью системы автоматического пробоотбора взвешенных частиц в воздухе LVS/MVS (для дальнейшего определения концентрации взвешенных частиц гравиметрическим методом). После гравиметрического анализа пробы передаются в ФГБУ «ЦЛАТИ по Северо-Западному ФО» для определения содержания 3,4-бенз(а)пирена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Техническое обслуживание оборудования производится в соответствии с технической документацией - описаниями приборов, процедур и периодичности обслуживания, руководствами по эксплуатации, предоставляемой производителями. Мероприятия по обслуживанию выполняются согласно регламенту обслуживания и при возникновении необходимости в их проведении [5].

Помимо стационарных и передвижных станций в структуру АСМ входят система сбора обработки данных, участок экспертизы данных, участки технического и метрологического обеспечения. Все объекты АСМ обеспечены радиотелефонной сотовой связью, что позволяет удаленно и оперативно получать экологическую информацию.

Передача данных осуществляется следующим образом (рисунок 1): показатели с анализаторов в режиме реального времени попадают на внутривзаводный компьютер; далее, осредняясь до 20 минут, уходят на сервер центра сбора и обработки данных, откуда обработанные первичные данные попадают в интегрированную базу хранения данных, после чего уже становятся доступными для непосредственных пользователей. При обработке проводится валидация и анализ первичных данных [4].

Рисунок 1. Организация передачи данных АСМ



Таким образом, на сегодняшний день техническое оснащение АСМ атмосферного воздуха Санкт-Петербурга позволяет обеспечить оперативность измерений и высокую точность получаемых результатов. Функционирование современного оборудования и системы сбора, обработки и хранения данных дает возможность производить непрерывный мониторинг в режиме реального времени, что является отличительной особенностью АСМ в Санкт-Петербурге.

Современная сеть мониторинга атмосферного воздуха России выполняет измерения концентраций различных загрязняющих веществ. Тем не менее, существует ряд проблем, связанных с техническим оборудованием станций мониторинга, недостаточным обеспечением аналитических лабораторий современными средствами измерений. Более того, система мониторинга Росгидромета и ее методы с ручным отбором проб не отвечают современным требованиям по передаче оперативной информации о загрязнении атмосферы.

С учетом актуальности проблемы загрязнения атмосферного воздуха, указанные недостатки свидетельствуют о необходимости развития и модернизации сети мониторинга в России, внедрения автоматизированных

систем непрерывного измерения содержания основных ЗВ, разработки новых и пересмотра существующих методов измерения, а также совершенствованием средств обработки, хранения и передачи информации.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007 Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор проб методом прокачки - М.: ФГУП «Стандартинформ», 2008 – 31 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2015 году/ Под редакцией И.А. Серебрицкого – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2016 – 168 с.
3. Методика измерений массовой концентрации аллилового спирта, амилового спирта, ацетона, бензола, бутилацетата, бутилового спирта, изобутилацетата, изоамилового спирта, изобутилового спирта, изопропилового спирта, п-ксилола, m-ксилола, о-ксилола, метилэтилкетона, окиси этилена, пропилового спирта, толуола, циклогексанона, эпихлоргидрина, этилацетата на портативных газовых хроматографах ФГХ и ПГХ - М.: ООО НПП «Экан», 2013 – 27 с.
4. Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности «Об автоматизированной системе мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга» от 18 ноября 2008 № 141-р.
5. Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности «Об утверждении Методических рекомендаций по обеспечению качества измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе техническими средствами Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга» от 18 ноября 2010 года № 151-р.

6. Постановление Правительства Санкт-Петербурга «О специализированной организации, осуществляющей государственный экологический мониторинг на территории Санкт-Петербурга» от 12 марта 2007 №246.

ACTIVE MASKING NOISE ENERGY PARAMETERS FINDING USED FOR
VEHICLES SPEED MEASUREMENT SYSTEM “ISKRA-1” RADIO-
ELECTRONIC REPRESSION

Савашинский И.И.

ФГАОУВО «Уральского федерального университета

имени первого президента России Б.Н. Ельцина» г. Екатеринбург

Signal power to noise power working relation on the measurement system receiver input without active masking noise influence.

While continuous signal transmitting in digital way receiving side mistakes sources are concentrating in modulated signal detector, i.e. mistakes appearance reason is coming from whole binary code one symbol false receiving due to the noise; and as for transmitting side – they are concentrating in continuous to digital process converter, i.e. there are three mistakes appearance reasons: continuous signal time sampling, continuous signal maximum values limitation and continuous signal quantization. Information transmission relative mistake effective value in the first approximation can be written in the following way [1]:

$$\delta = \sqrt{(\sum_{i=1}^4 \delta_i^2)}, \quad (1)$$

where δ_1 is a relative mistake effective value caused by continuous signal time sampling;

δ_2 is a relative mistake effective value caused by continuous signal maximum values limitation;

δ_3 is a relative mistake effective value caused by continuous signal quantization;

δ_4 is a digital signal reproduction relative mistake effective value caused by whole binary code one symbol false receiving due to the noise.

We can write the following equality for δ value: $\delta=5\%$.

There is a lot of formula (1) each part different variants selection according to written δ value. The variant of the first three parts squares sum is much bigger than the fourth part square is often used in practice but it is not economically profitable from signal source energy-consumption side. That is why let's choose the variant of uniform information transmission relative mistake distribution between all parts of formula (1): $\overline{\delta_i}=0.5\delta$ while $i=1,4$, i.e.

$$\delta_1=\delta_2=\delta_3=\delta_4=0.5\delta=0.5*5\%=2.5\%=0.025. \quad (2)$$

Digital signal reproduction relative mistake effective value caused by whole binary code one symbol false receiving due to the noise can be written in the following way [1]:

$$\delta_4=2H\sqrt{(P_{fr}N/3)}, \quad (3)$$

where H is a continuous signal maximum value to continuous signal effective value relation, i.e. peak-factor – in our case continuous signal is a sinusoid that's why $H=2$;

P_{fr} is whole binary code one symbol false receiving probability;

N is a system canals quantity – in our case system is a vehicles speed measurement system “Iskra-1” with two canals that's why $N=2$;

Let's find P_{fr} value from formula (3) and then write it in the following way:

$$P_{fr}=(3\delta_4^2)/(4H^2N)=(3*0.025^2)/(4*2^2*2)=58.6*10^{-6}. \quad (4)$$

Allowed P_{fr} value and signal power to noise power maximum relation q_{max}^2 value connection for amplitude modulation during no fluctuating signal incoherent receiving with small $P_{fr}<=10^{-2}$ values can be written in the following way [2]:

$$P_{fr}=0.5exp(-q_{max}^2/4). \quad (5)$$

But receiving place signal amplitude changing randomly in time in most of real cases. Such amplitude (and power) changes called fluctuations. The character of fluctuations make power probability density becomes closer to Rayleigh

probability density. In this case q_{max} distribution is a Rayleigh distribution and it can be written in the following way [2]:

$$W(q_{max})=(2q/q_{work})exp(-(q/q_{work})^2), \quad (6)$$

where q_{work}^2 is signal power to noise power working relation.

While signal true detection probability P_{td} introducing, i.e. the probability that P_{fr} value is smaller than allowed P_{fr} value, we can get the following formula [2]:

$$P_{td}=P(q \geq q_{max})=q_{max} \int_0^{\infty} (2q/q_{work})exp(-(q/q_{work})^2)dq=exp(-(q_{max}/q_{work})^2). \quad (7)$$

Let's find P_{td} value from formulas (5) and (7):

$$P_{td}=(2P_{fr})^{4/q_{work}^2}. \quad (8)$$

Let's find q_{work}^2 value from formula (8):

$$q_{work}^2=4/\log_{(2P_{fr})}P_{td}. \quad (9)$$

We can write the following equality for P_{td} value: $P_{td}=95\%=0.95$ (it means that active masking noise has no influence on the measurement system input).

Let's find q_{work}^2 value from formula (9) with help of written P_{td} value:

$$q_{work}^2=4/\log_{(2*58.6*10^{-6})}0.95=706. \quad (10)$$

Measurement system receiver own noises power.

Noise power P_n value gotten to measurement system receiver input (because of active masking noise no influence to measurement system we can consider the P_n value as a measurement system receiver own noises power value) can be written in the following way [3]:

$$P_n=N_0Af_{rcv}, \quad (11)$$

where noise spectral density gotten to measurement system receiver input can be written in the following way:

$$N_0=N_{ea}+N_{rcv}+N_{spc}+N_{atm}, \quad (12)$$

where, as follows from pic.1,

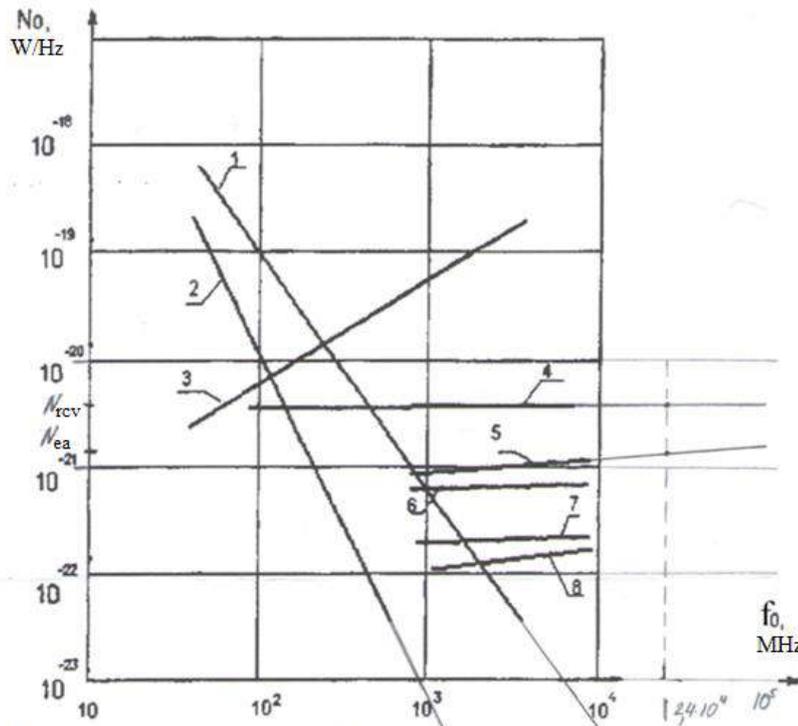
$N_{ea}=13*10^{-21}$ W/Hz is a water and oxygen noises value (measurement system antenna inclined to skyline),

$N_{rcv}=38*10^{-21}$ W/Hz is a refrigerated crystal mixers noises value (such mixers are a part of measurement system antenna node),

N_{spc} is a maximum space noises value (space radiation noises) and N_{atm} is a minimum space noises value (atmosphere losses noises) and both of them can be ignored because of their small ($<10^{-23}$ W/Hz) values, i.e. N_0 value can be rewritten in the following way:

$$N_0 = 13 \cdot 10^{-21} + 38 \cdot 10^{-21} = 51 \cdot 10^{-21} \text{ W/Hz}; \quad (13)$$

Δf_{rcv} is a measurement system receiver linear part bandwidth.



Pic.1. Different receivers noises and their main frequency relation

- ✓ 1- maximum space noises value;
- ✓ 2- minimum space noises value;
- 3- lamp noises value;
- ✓ 4- refrigerated crystal mixers noises value;
- ✓ 5- water and oxygen noises value (reciever antenna inclined to skyline);
- 6- parametric amplifiers noises value;
- 7- molecular amplifiers noises value;
- 8- water and oxygen noises value (receiver antenna inclined above skyline).

Measurement system working principal is based on Doppler effect that is why we can use this effect for Δf_{rcv} value finding. So maximum Doppler frequency displacement Δf_{max} value can be written in the following way:

$$\Delta f_{max} = 2v_{max} f_0 / c, \quad (14)$$

where $v_{max}'=(180+2) \text{ km/h}$ is a maximum finding vehicles speed with allowed speed finding absolute error limitation;

$f_0=24.15 \text{ GHz}$ is a measurement system microwave generator (a part of measurement system antenna node) emitting frequency;

$c=3*10^8 \text{ m/s}$ is an EMW space spread speed.

Let's find Δf_{max} value from formula (14):

$$\Delta f_{max}=2*182*10^3*24.15*10^9/(3600*3*10^8)=8139 \text{ Hz.} \quad (15)$$

Considering f_0 value and measurement system receiver setting frequency value relative instability we should lightly increase $\Delta f_{max}=8139 \text{ Hz}$ to get needed $\Delta f_{rcv}=10^4 \text{ Hz}$.

Let's find P_n value from formula (11):

$$P_n=51*10^{-21}*10^4=51*10^{-17} \text{ W.} \quad (16)$$

Measurement system receiver input working signal power P_s value can be written in the following way [2]:

$$P_s=P_n*q_{work}^2=706*51*10^{-17}=36*10^{-14} \text{ W,} \quad (17)$$

other words we got measurement system receiver sensitivity value:

$$P_s=36*10^{-14} \text{ W}=-124.4 \text{ dB.}$$

Sinusoid (continuous harmonic carrier) modulated by M-sequence as active masking noise to measurement system.

To measurement system normal work worsen let's create difficult signal detection background on measurement system receiver input. As active masking noise let's use sinusoid (continuous harmonic carrier) modulated by determinate impulse signals sequence, to be more exact – by the simplest for modeling pseudorandom sequence of maximum length, i.e. by M-sequence of the following length:

$$M=2^n-1=2^{20}-1=1048573, \quad (18)$$

where $n=20$ is the highest degree of irreducible primitive polynomial $P(x)=x^{20}+x^3+1$ based of which M-sequence is build and each M-sequence impulse has $\tau_i=10^{-6} \text{ s}$ length, i.e. noise spectrum width Δf_n value is the following:

$$\Delta f_n=1/\tau_i=10^6 \text{ Hz.} \quad (19)$$

Signal power to noise power working relation on the measurement system receiver input with active masking noise influence.

Such M-sequence length is taken to make used noise more noise-like and it makes P_{td} value less to $P_{td}'=5\%=0.05$ (it means that active masking noise has influence on the measurement system input).

Let's find q_{work} value from formula (9) with help of written P_{td}' value:

$$q_{work}^2 = 4 / \log_{(2 * 58.6 * 10^{-6})} 0.05 = 12. \quad (20)$$

Active masking noise power gotten to measurement system receiver input with its barrage properties accounting.

Usually noise power P_n' value gotten to measurement system receiver input is much higher than measurement system receiver own noises P_n value, i.e. let's find P_n' value from formula (17):

$$P_n' = P_s / q_{work}^2 = 36 * 10^{-14} / 12 = 3 * 10^{-14} \text{ W}. \quad (21)$$

We have the following relation $\Delta f_n / \Delta f_{rcv} = 10^6 / 10^4 = 100$ which means noise barrage properties giving us a chance to make a mistake during f_0 finding but requiring 100 times increase of P_n' value, i.e. result active masking barrage noise power gotten to measurement system receiver input is the following:

$$P_n' = 3 * 10^{-12} \text{ W} = -115.2 \text{ dB}.$$

Sources

1. Маковеева М.М. Системы связи с подвижными объектами: учебное пособие для вузов. М.: Радио и связь, 2006.
2. Осинцев Д.А. Проектирование системы передачи данных телеметрических измерений. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Основы проектирования телекоммуникационных систем». Екатеринбург, 2016.
3. Калмыков В.В. Радиотехнические системы передачи информации. М.: Радио и связь, 1990.

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Петухова С.Ю.

ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», РФ, г. Москва

В настоящее время для добычи и транспорта углеводородного сырья требуется решение задач по совершенствованию техники и технологии работ. Технологические возможности и технический уровень технологических установок добычи нефти во многом определяют электротехнические комплексы и системы [1].

Электрические сети систем электроснабжения нефтедобывающих предприятий предназначены для передачи и распределения электрической энергии на различных нефтепромысловых объектах [2]. Особенностью месторождений углеводородного сырья является их расположение в труднодоступных и малонаселенных районах со сложными природно-климатическими, экологическими и геологическими условиями. В условиях развития нефтяных месторождений происходит увеличение передаваемой мощности и суммарной длины воздушных (ВЛ) и кабельных (КЛ) линий электропередачи различных классов напряжений [3].

Электрические сети современного нефтедобывающего предприятия имеют в своем составе воздушные и кабельные линии таких классов напряжений, как: 0,4 кВ, 6 кВ, 35 кВ и 110 кВ. На Рисунке 1 приведен процентный состав электрических сетей системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия для месторождения с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Как видно из представленной диаграммы: 65% - это воздушные ЛЭП, 35% - кабельные ЛЭП. Причем, самую большую

протяженность (в км) имеют воздушные линии электропередачи класса напряжения 6 кВ (51%) и кабельные линии электропередачи класса напряжения 0,4 кВ (30%).

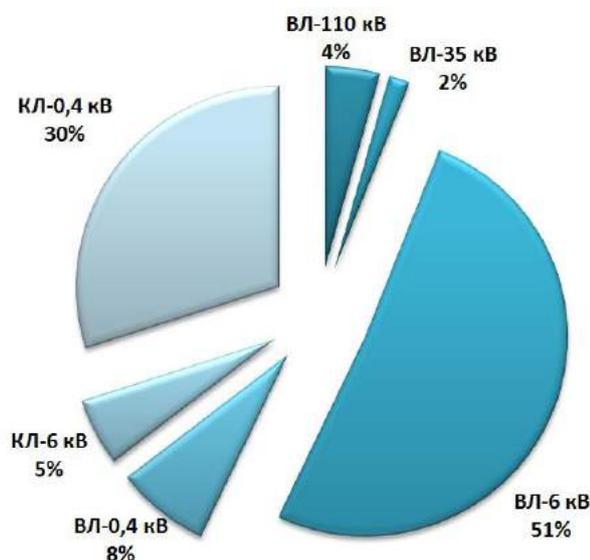


Рис.1. Электрические сети системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия в процентном соотношении

На Рисунке 2 показаны процентные соотношения применения КЛ классов напряжений 0,4 кВ и 6 кВ в условиях развития нефтяного месторождения. Сравнительный анализ диаграмм показывает планомерное увеличение протяженности КЛ 0,4 кВ, что обусловлено увеличением (в основном) электродвигательной нагрузки за счет введения в эксплуатацию новых кустов скважин. Кроме того, за последние 5 лет произошло увеличение ввода в эксплуатацию кабельных линий электропередачи 6 кВ. Следует отметить, что протяженность КЛ-6 кВ составляют 5 % от длины всех линий электропередачи, применяемых в электрических сетях рассматриваемого нефтедобывающего предприятия (Рисунок 1).

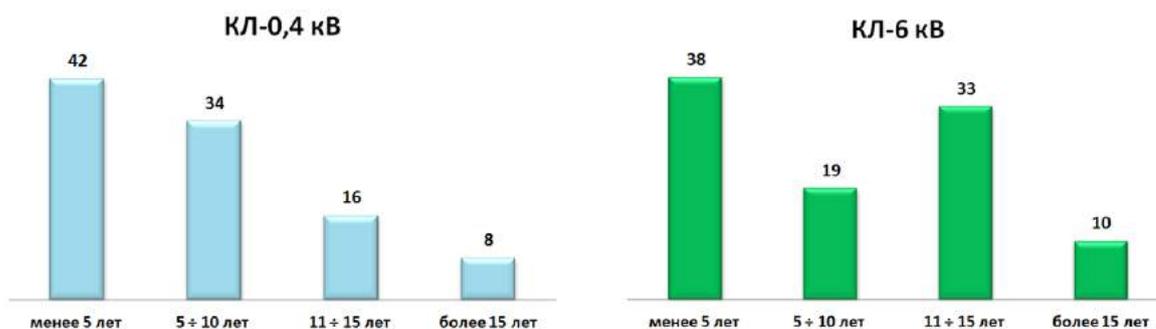


Рис.2. Процентные соотношения применения кабельных линий классов напряжений 0,4 кВ и 6 кВ в условиях развития нефтяного месторождения

На Рисунке 3 показаны процентные соотношения применения ВЛ классов напряжений 0,4 кВ и 6 кВ в условиях развития нефтяного месторождения. Сравнительный анализ диаграмм показывает, что тенденция изменения протяженности ВЛ 0,4 кВ и 6 кВ практически совпадает. Причем, за последние 10 лет произошло увеличение ввода в эксплуатацию 67% воздушных линий электропередачи 0,4 кВ и 72% воздушных линий электропередачи 6 кВ.

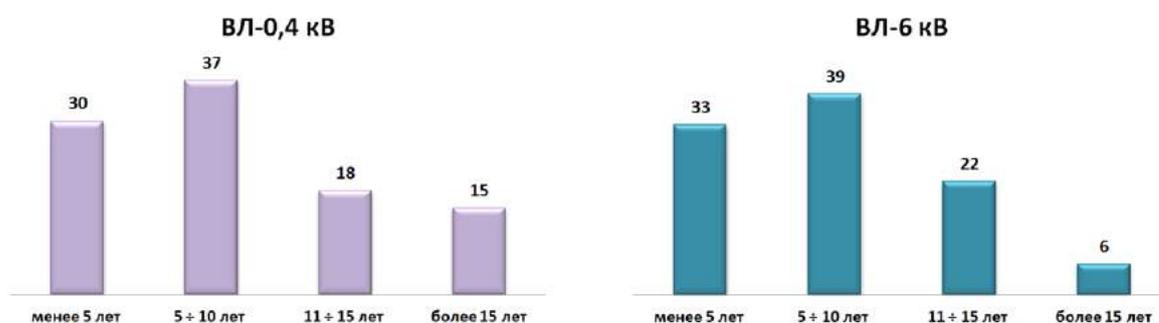


Рис.3. Процентные соотношения применения воздушных линий классов напряжений 0,4 кВ и 6 кВ в условиях развития нефтяного месторождения

В условиях развития нефтяного месторождения (особенно с трудноизвлекаемыми запасами нефти) происходит увеличение потребления электрической энергии, что обусловлено не только расширением новых и действующих кустов скважин, но и применением различных методов воздействия на пласты [3]. Для увеличения пропускной способности системы

электроснабжения производственных объектов (с учетом прогноза на увеличение электрических нагрузок) целесообразен ввод в эксплуатацию высоковольтных воздушных линий электропередачи класса напряжения 110 кВ [4, 5]. На Рисунке 4 приведены процентные соотношения применения ВЛ классов напряжений 35 кВ и 110 кВ в условиях развития нефтяного месторождения. Сравнительный анализ приведенных диаграмм показывает, что на рассматриваемом нефтедобывающем предприятии новые ВЛ класса напряжения 35 кВ в течение последних 15 лет не вводились в эксплуатацию. Из Рисунка 4 видно, что 87% ВЛ 110 кВ были введены в эксплуатацию в течение последних 5 лет.

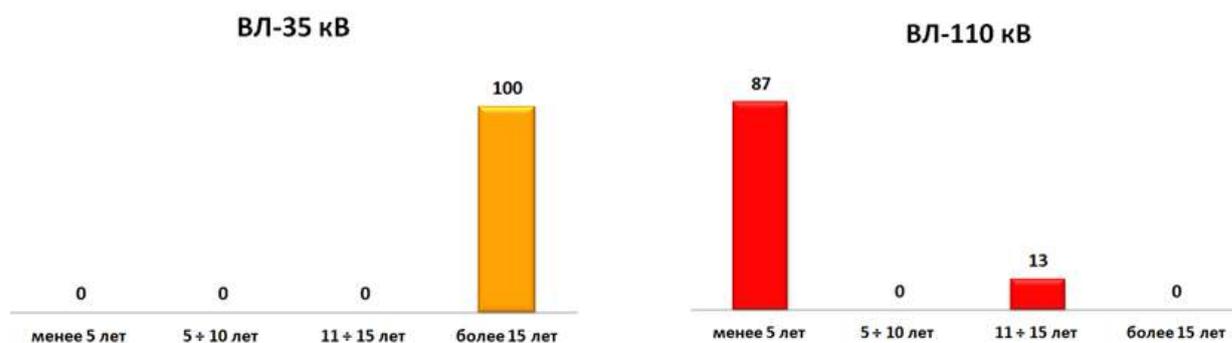


Рис.4. Процентные соотношения применения воздушных линий классов напряжений 35 кВ и 110 кВ в условиях развития нефтяного месторождения

Совершенствование системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия в условиях развития месторождения предполагает увеличение пропускной способности электрических сетей, уменьшение потерь электрической энергии в элементах системы и повышение энергетической эффективности.

Список литературы

1. Белоусенко И.В. Новые технологии и современное оборудование в электроэнергетике нефтегазовой промышленности / И.В. Белоусенко, Г.Р. Шварц, С.Н. Великий, М.С. Ершов, А.Д. Яризов - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр» 2007. – 478 с.

2. Меньшов Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности / Б.Г. Меньшов, М.С. Ершов, А.Д. Яризов – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 487 с.
3. Петухова С.Ю. Совершенствование системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия в условиях развития месторождения с высоковязкими нефтями / Перспективы развития технических наук: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции №3 11 июля 2016. г. Челябинск: ИЦРОН, 2016, с.70-75
4. Ершов М.С. Рекомендации по повышению надежности работы потребителей производственных объектов при авариях в системах централизованного электроснабжения // Территория Нефтегаз. 2012. [№ 12](#). С. 88-91
5. Петухова С.Ю. Усиление тяговых сетей переменного тока использованием распределенного питания и провода повышенного напряжения / Диссертация канд.техн.наук . - М., 1994, 159 с.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

УЧЕТ ИСПАРЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА
ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В ЗАПАДНОЙ АФРИКЕ

Коваленко В. В., Гайдукова Е. В., Бонгу С. Э., Джалалванд А.

РГГМУ, РФ, г. Санкт-Петербург

Рассматривается метод учета испарения при статистической оценке речного стока. Рассчитаны его вероятностные значения по безусловным и условным кривым обеспеченности, проведен сравнительный анализ этих

значений. Выявлено, что для условий Западной Африки учет испарения важен при проектировании и эксплуатации постоянных гидротехнических сооружений.

Ключевые слова: кривая обеспеченности, безусловная обеспеченность, норма испарения, условная обеспеченность, гидротехника.

ACCOUNTING EVAPORATION AT MODELING OF THE RIVER RUNOFF PROCESS FORMATION IN WEST AFRICA

Kovalenko V. V., Gaidukova E. V., Bongu S. E., Jalalvand A.

The method of accounting evaporation in determining probability values runoff is considered. Values of runoff by absolute and conditional curves probability was calculated and comparative analysis of these values was made. It was found that for West Africa conditions, when calculating probability values of runoff, information about evaporation is important in the design and operation of hydraulic engineering structures.

Keywords: the curve of probability, absolute probability, the norm of evaporation, the conditional probability, hydraulic engineering.

Введение.

Фрактальная диагностика (см., например, [5]) многолетних рядов годового стока показала, что ряды имеют дробную размерность, превышающую единицу, т. е. речные бассейны находятся в развитии (реагируют на внешнее антропогенное или климатическое воздействие). Для надежного описания на таком водосборе процесса формирования речного стока с помощью математической модели необходимо учитывать, помимо стока, дополнительную переменную. На рис. 1, а показано распределение районов с различными значениями фрактальных размерностей для Западной Африки [4]. Бассейны верхнего и нижнего течения р. Нигер находятся в районах с размерностью от единицы до двух.

Аргументом в пользу увеличения числа рассматриваемых переменных при моделировании и прогнозировании процесса формирования стока является также наличие в Западной Африке зон, в которых существующая модель формирования стока не дает устойчивых решений по третьему и второму начальным статистическим моментам (рис. 1, б [2]). В зонах неустойчивости невозможно достоверно определить значения расходов воды малых обеспеченностей, так как кривая распределения асимптотически приближается к оси ординат: присутствует, так называемый «толстый хвост».

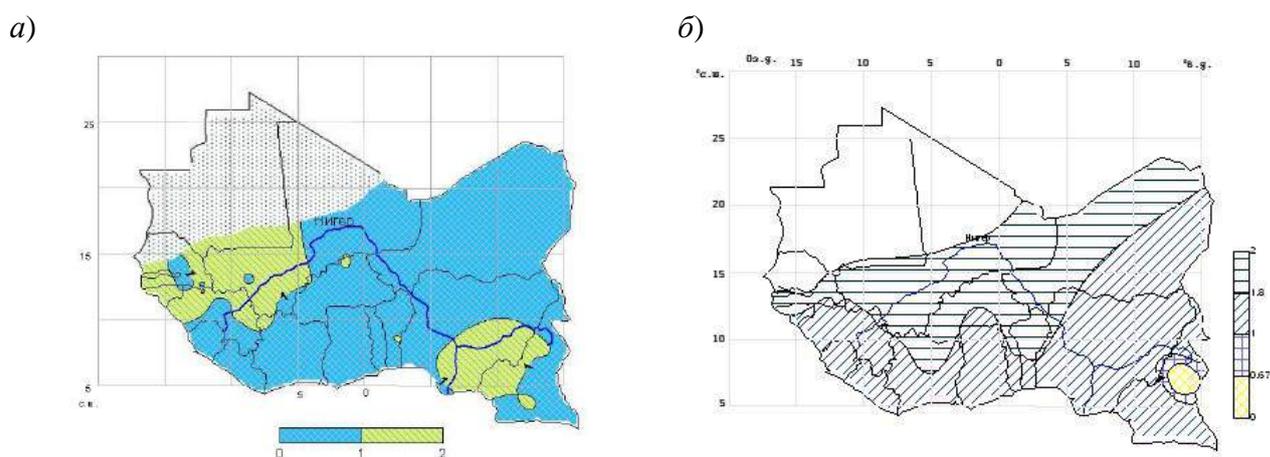


Рис. 1. Фрактальные размерности рядов годового стока (а) и зоны неустойчивого формирования годового стока на территории Западной Африки (б).

Игнорирование фрактальной размерности рядов и неустойчивого описания процесса формирования стока повышает вероятность неспрогнозируемых гидрологических катастроф в речных бассейнах.

Надежного моделирования и прогнозирования стоковых характеристик можно добиться, увеличивая число фазовых переменных, которые используются в моделях, описывающих формирование речного стока. Кроме расхода воды должно быть учтено еще испарение, как наиболее важная водобалансовая составляющая, особенно для условий Западной Африки. Увеличение числа переменных влечет за собой замену одномерной кривой обеспеченности (плотности вероятности) двумерной функцией распределения плотности вероятности (но уже без толстых хвостов) [3]. Возникает вопрос получения вероятностных значений расходов воды по двумерному распределению.

В данной статье рассматривается решение задачи учета испарения при оценке обеспеченных расходов воды Q в бассейнах Западной Африки по двумерным распределениям, но при условии, что испарение E варьируется около нормы \bar{E} (условные распределения $p(Q/E = \bar{E})$). Полученные значения сравниваются с вычисленными по одномерному распределению $p(Q)$ (безусловному).

Исходные данные и методика исследования.

На рис. 2 показано распределение рассматриваемых в статье центров водосборов. Площадь речных бассейнов меняется от 1000 до 50 000 км². Были сформированы ряды расходов воды, суммы осадков за год и среднегодовой температуры воздуха для периода наблюдений с 1951 по 1990 год. Ряды испарения получены по формуле Тюрка:

$$E = P / \sqrt{0,9 + \frac{P^2}{(300 + 25T + 0,05T^3)^2}}, \quad (1)$$

где E – суммарное годовое испарение, мм/год; P – годовое количество осадков, мм/год; T – среднегодовая температура воздуха, °С.

Выбор метода генерирования рядов испарения обусловлен результатами анализа всех пригодных для условий Африки методов [1].

Ряды стока и испарения были обработаны: проверены на однородность, на наличие маловодного и многоводного периодов (для рядов стока были построены разностно-интегральные кривые), рассчитаны статистические характеристики.

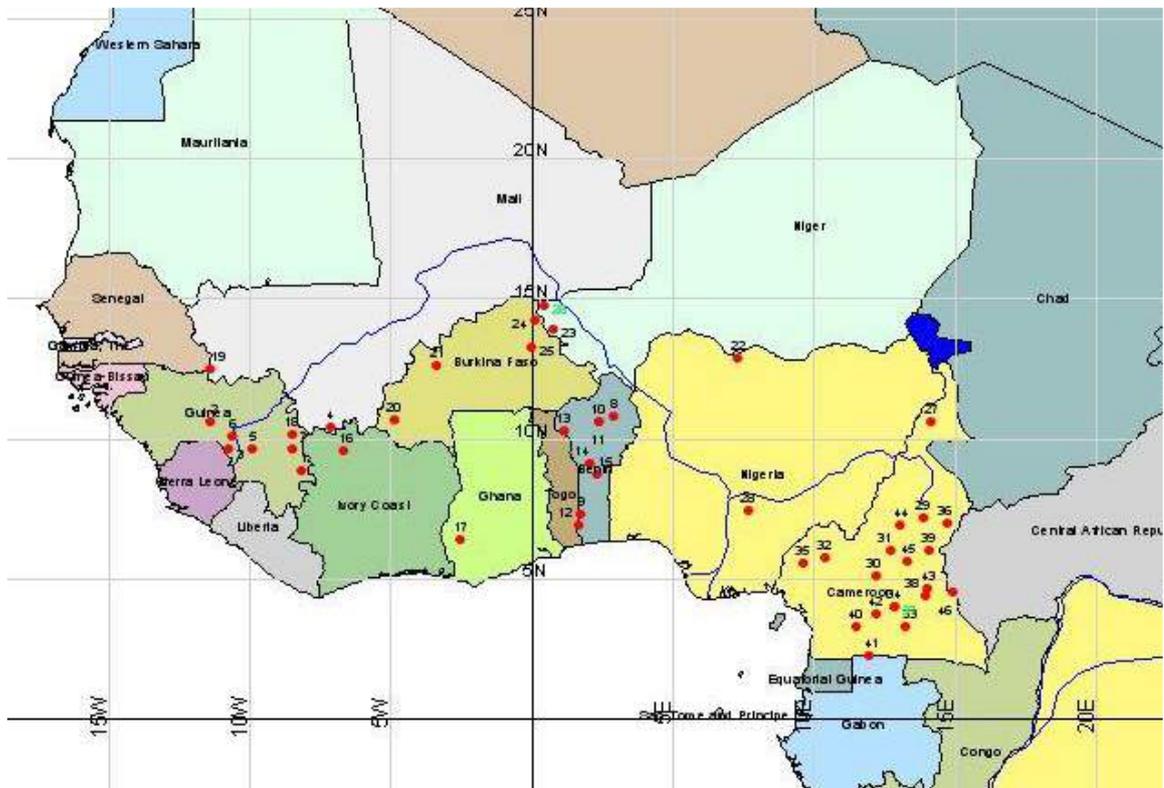


Рис. 2. Распределение центров исследуемых водосборов по территории Западной Африки.

По имеющимся совместным рядам слоя стока и испарения были построены эмпирические двумерные гистограммы, на рис. 3 приведено несколько примеров.

Построение гистограмм проводилось путем обработки эллипсов рассеивания, которые показаны на рис. 4. На этом же рисунке пояснен алгоритм получения ряда стока для построения условных кривых обеспеченностей. Выбирался диапазон ΔE , включающий в себя значение нормы испарения \bar{E} , и отсекался от остального поля точек. По точкам, попавшим в этот диапазон, строились кривые обеспеченности. Усекая таким образом эллипс рассеивания, происходит привязка значений слоя стока к норме испарения, не учитываются комбинации точек сток–испарение, имеющие меньшую вероятность появления.

Если ориентироваться на безусловное распределение $p(Q)$, то его хвост почти всегда более поднятый («толстый») по сравнению с условным распределением $p(Q/E = \bar{E})$, построенным только по точкам, расположенным в интервале ΔE , обрамляющим центр распределения \bar{E} . Это

приводит к тому, что проэкстраполированный в зону малых обеспеченностей хвост условного распределения быстрее приближается к оси стока. На рис. 5 показаны совмещенные безусловные и условные кривые обеспеченностей. Но по ним можно сделать только визуальную оценку, количественная оценка отклонений обеспеченных значений стока по безусловным и условным кривым обеспеченностей приведена в таблице.

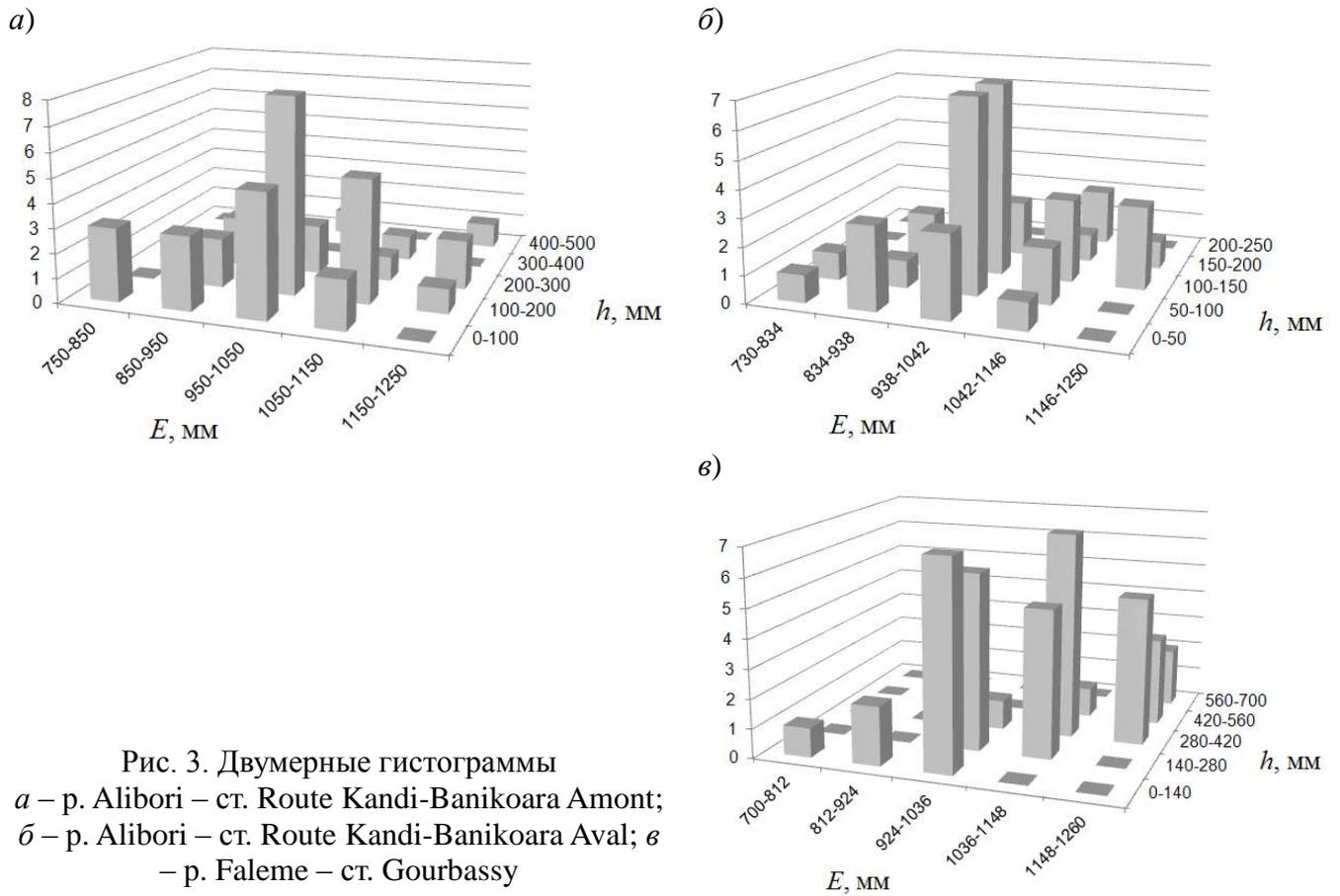


Рис. 3. Двумерные гистограммы
a – р. Alibori – ст. Route Kandi-Banikoara Amont;
б – р. Alibori – ст. Route Kandi-Banikoara Aval; *в*
 – р. Faleme – ст. Goubassy

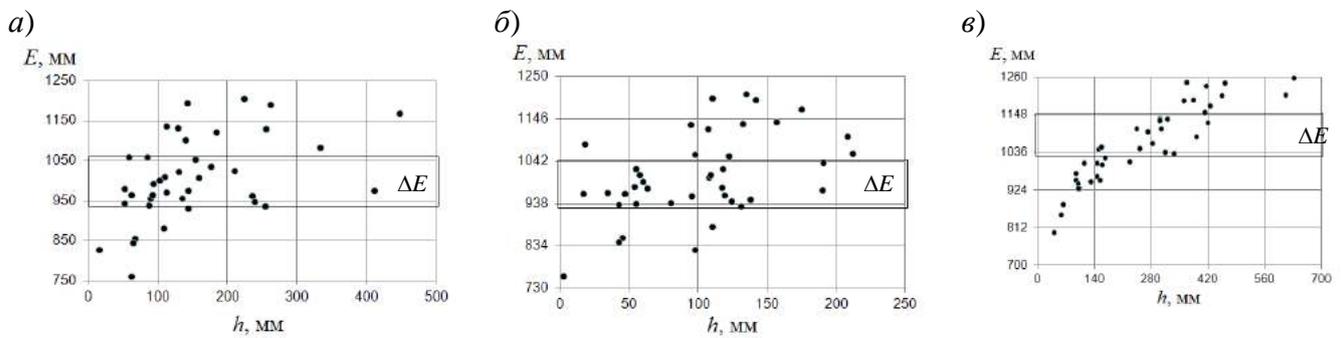
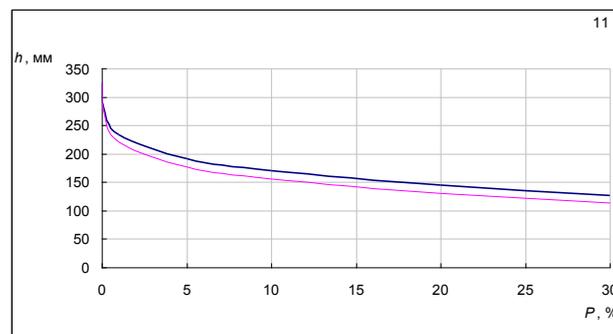
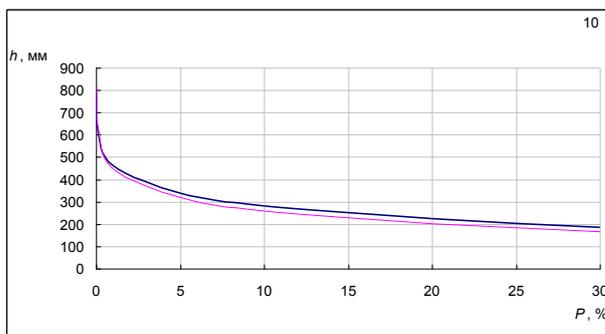


Рис. 4. Эллипсы рассеивания: *a* – р. Alibori – ст. Route Kandi-Banikoara Amont; *б* – р. Alibori – ст. Route Kandi-Banikoara Aval; *в* – р. Faleme – ст. Goubassy

a) *б)* *в)*



в)

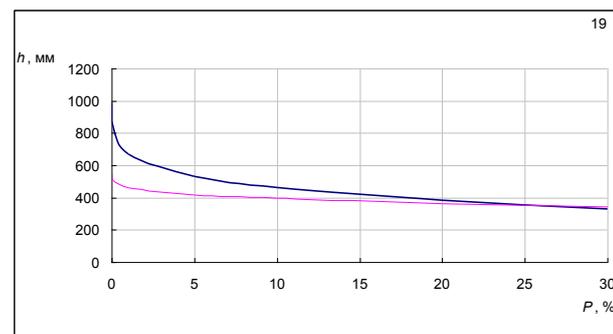


Рис. 5. Безусловные и условные кривые обеспеченностей: а – р. Alibori – ст. Route Kandi-Banikoara Amont; б – р. Alibori – ст. Route Kandi-Banikoara Aval; в – р. Faleme – ст. Gourbassy

Результаты исследования.

В таблице приведены некоторые результаты вычислений слоя стока 0,1; 1; 10 %-ной обеспеченности по безусловным и условным распределениям. Средние, рассчитанные без учета знака, отклонения обеспеченных значений по безусловным и условным кривым обеспеченности не превосходят 17 %. Отклонения встречаются и с минусом, и с плюсом, это значит, что условные обеспеченности могут быть и больше, и меньше безусловных, соответственно. Минусовых отклонений меньше, и с увеличением обеспеченности их число уменьшается. Значения отклонений могут достигать 80 %.

Таблица

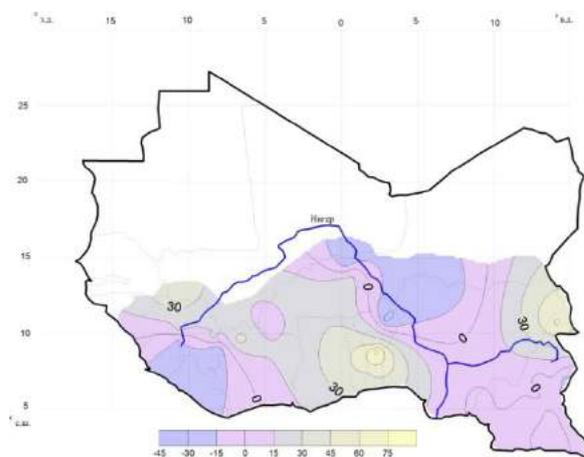
Сопоставление безусловных и условных обеспеченных значений стока

№ поста	Река	Станция	Обеспеченность, %								
			0,1			1			10		
			безусл.	усл.	откл., %	безусл.	усл.	откл., %	безусл.	усл.	откл., %
1	Tinkisso	Dabola	1401	1213	13	1052	940	11	668	627	6
3	Niger	Faranah	1735	1984	-14	1512	1660	-10	1225	1288	-5
4	Milo	Kankan	1090	923	15	978	848	13	821	738	10
5	Niandan	Baro	1164	1200	-3	1016	1052	-4	812	844	-4

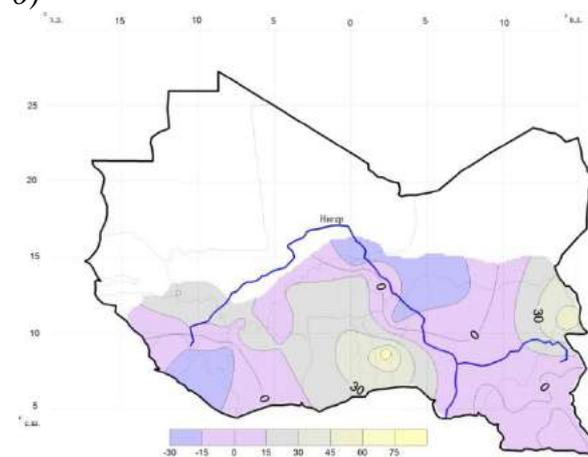
№ поста	Река	Станция	Обеспеченность, %								
			0,1			1			10		
			безусл.	усл.	откл., %	безусл.	усл.	откл., %	безусл.	усл.	откл., %
6	Niger	Kouroussa	1340	1092	18	1040	895	14	707	657	7
7	Sankarani	Mandiana	1003	837	17	802	702	12	581	544	6
.....											
41	Ntem	Ngoazik	814	860	-6	722	769	-7	603	643	-7
42	Nyong	Olama	848	950	-12	750	775	-3	611	578	5
43	Kadei	Pana	549	549	0	496	489	1	430	418	3
44	Djerem	Mbakaou	961	1022	-6	878	933	-6	763	809	-6
45	Mbam	Goura	712	720	-1	692	694	0	644	636	1
46	Logone	Moundou	670	780	-16	632	690	-9	554	566	-2
среднее откл., %			17			14			10		

При данных рассмотренных значениях получено, что отклонение уменьшается при увеличении обеспеченности, как видно и на рис. 6. Исходя из этого, можно предположить, что учет испарения при расчете обеспеченных значений стока важен при проектировании и эксплуатации постоянных гидротехнических сооружений.

a)

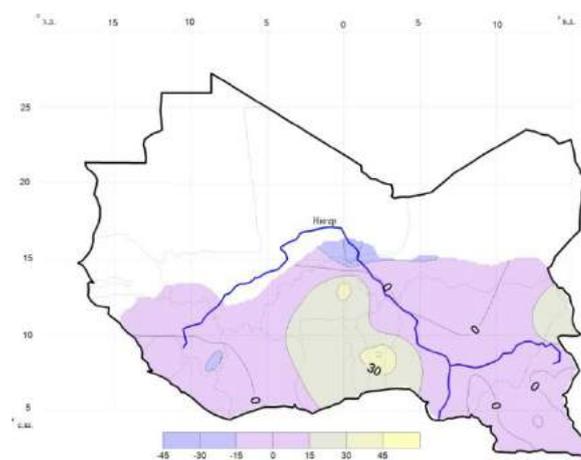


б)



в)

Рис. 6. Распределение отклонений безусловных и условных обеспеченных значений стока: *a* – 0,1 %; *b* – 1 %; *в* – 10 %.



Выводы.

Общий вывод по проделанным исследованиям сводится к следующему. На основе расчетов, выполненных для бассейнов рек Западной Африки, установлено, что: 1) отклонения обеспеченных значений по условным и безусловным кривым могут быть разных знаков, которые, вероятно, зависят от соотношений между статистическими характеристиками гидрометеорологических рядов и значений рассматриваемых обеспеченностей; 2) по мере уменьшения значения обеспеченности отклонения увеличиваются, т. е. можно сделать вывод о необходимости использования двумерных распределений при проектировании постоянных гидротехнических сооружений.

Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № госрегистрации 01 20014 58678).

Список литературы

1. Гайдукова Е. В., Диавара Х., Бонгу Э. С. Критический анализ методов расчета суммарного испарения для речных бассейнов Африки // Теория и практика современной науки: XVI Международная научно-практическая конференция / Науч.-инф. издат. Центр «Институт стратегических исследований». – Москва: Изд-во «Институт стратегических исследований», 2014. – с 531–537.

2. *Гайдукова Е. В., Куасси М.* Оценка гидрологических характеристик годового стока рек Юго-Западной Африки // Технические науки – от теории к практике, № 28. – С. –151.
3. *Коваленко В. В.* Модальная неустойчивость при формировании речного стока. Монография. – СПб.: изд. РГГМУ, 2014. – 190 с.
4. *Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Арман К.Б.Г.* Прогнозирование изменений фрактальной размерности многолетнего речного стока // География и природные ресурсы, 2008, № 4. – С. 136–143.
5. *Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В.* Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СПОСОБ ПОШТУЧНОЙ ПОДАЧИ ОБЪЕКТОВ

Андреев С.А.

ФГБОУ ВО Российский государственный университет
«МСХА имени К.А.Тимирязева», г. Москва

С задачей поштучной подачи материальных объектов мы сталкиваемся при разработке оборудования для систем автоматизированного конвейерного производства, для роботизированной классификации и сортировки сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. По существу процесс поштучной подачи сводится к распознаванию в массе объектов отдельных экземпляров, их механическому выделению и дальнейшему перемещению в требуемое место [1].

На сегодняшний день традиционный подход к решению задачи поштучной подачи материальных объектов основан на использовании средств оптоэлектроники и компьютерной техники. При этом

оптоэлектронные средства используются для получения информации об анализируемом материале, компьютерная техника – для распознавания зрительных образов с требуемыми характеристиками и выработке алгоритма последующих операций, а исполнительные механизмы – для непосредственного воздействия на подаваемые объекты. Вместе с тем нельзя не признать, что традиционный подход является довольно сложным и потому весьма уязвимым для ряда факторов. Сюда можно отнести и необходимость стабилизированного электропитания, и некоторую зависимость параметров электронных схем от температуры, и влияние степени загрязнения оптических поверхностей на эффективность распознавания. Наконец, несмотря на стремительное снижение стоимости перечисленных видов технических средств, их эксплуатация остается довольно дорогой. Кроме того, в ряде простых случаев (например, при сортировке и подаче плодов сельскохозяйственных растений, семян или хлебобулочных изделий) использование такой техники становится неоправданным.

Ниже описано простое техническое решение, позволяющее полностью исключить электронные средства и достичь того же результата при поштучной подаче округлых объектов с радиусами от 2 до 50 мм. [2,3]. Причем, требование «округлости» вовсе не предполагает идеальной сферичности форм подаваемых объектов, а лишь их способность перекатывания по движущейся поверхности.

На рис.1 представлена функциональная схема устройства для штучной подачи объектов, на рас.2 – кинематическая схема сил, действующих на объект, и на рис. 3 – функциональная схема устройства с конусными барабанами.

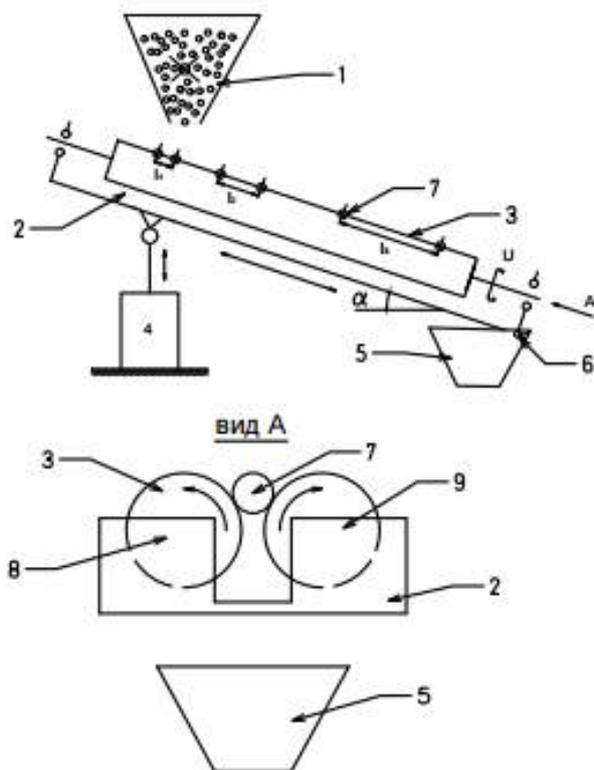


Рис.1. Функциональная схема устройства для поштучной подачи объектов.

Устройство для поштучной подачи объектов содержит бункер-питатель 1, корпус 2, транспортер 3 (выполненный в виде барабанов), механизм 4 изменения угла наклона барабанов, приемный бункер 5 и шарнирную опору 6 [2].

Бункер-питатель 1 закреплен над верхней частью транспортера 3 и подает объекты 8 в межбарабанное пространство. Барабаны установлены с возможностью встречного вращения на лежащих в одной плоскости и параллельных друг другу осях 8 и 9. Угол наклона осей 8 и 9 к горизонту должна быть меньше угла трения объектов с поверхностью барабанов. Корпус закреплен в нижней части на шарнирной опоре 6. Верхняя часть корпуса соединена с механизмом 4 изменения угла наклона α барабанов относительно горизонтальной плоскости. Межбарабанное пространство образует заборно-подающую канавку 10 по всей длине транспортера. В наиболее простом исполнении барабаны выполняются в форме цилиндров,

однако они могут иметь форму усеченных конусов, большие основания которых расположены в зоне загрузки.

Устройство для поштучной подачи объектов работает следующим образом.

Подаваемые объекты 7 из бункера-накопителя 1 поступают в верхнюю часть межбарабанного пространства. За счет вращения барабанов они начинают совершать вращательные движения вокруг своего центра масс. Так как барабаны установлены под углом α (от 1° до 60°) к горизонту, то под действием составляющей веса объекты начинают двигаться вдоль барабанов, распределяясь продольно по длине межбарабанного пространства с увеличивающимся интервалом 1.

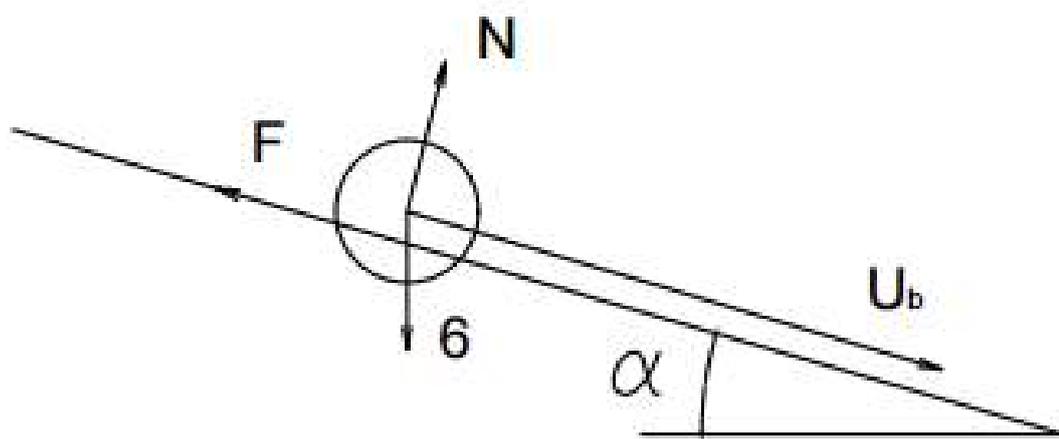


Рис.2. Кинематическая схема сил, действующих на объект

С началом вращения объектов 7 относительно своего центра масс они сталкиваются друг с другом. При этом верхний объект остается на месте или прижимается к вновь поступающим объектам. В то же время нижний объект от толчка скатывается вниз. По мере скатывания он ускоряет свое движение (составляющая ускорения свободного падения и расстояние между объектами увеличивается $I_3 > I_2 > I_1$). Если объекты будут иметь эллиптическую форму, то они сначала ориентируются длинной осью вдоль направления скатывания, затем начинают вращаться и также сползают вниз, попадая в приемный бункер 5.

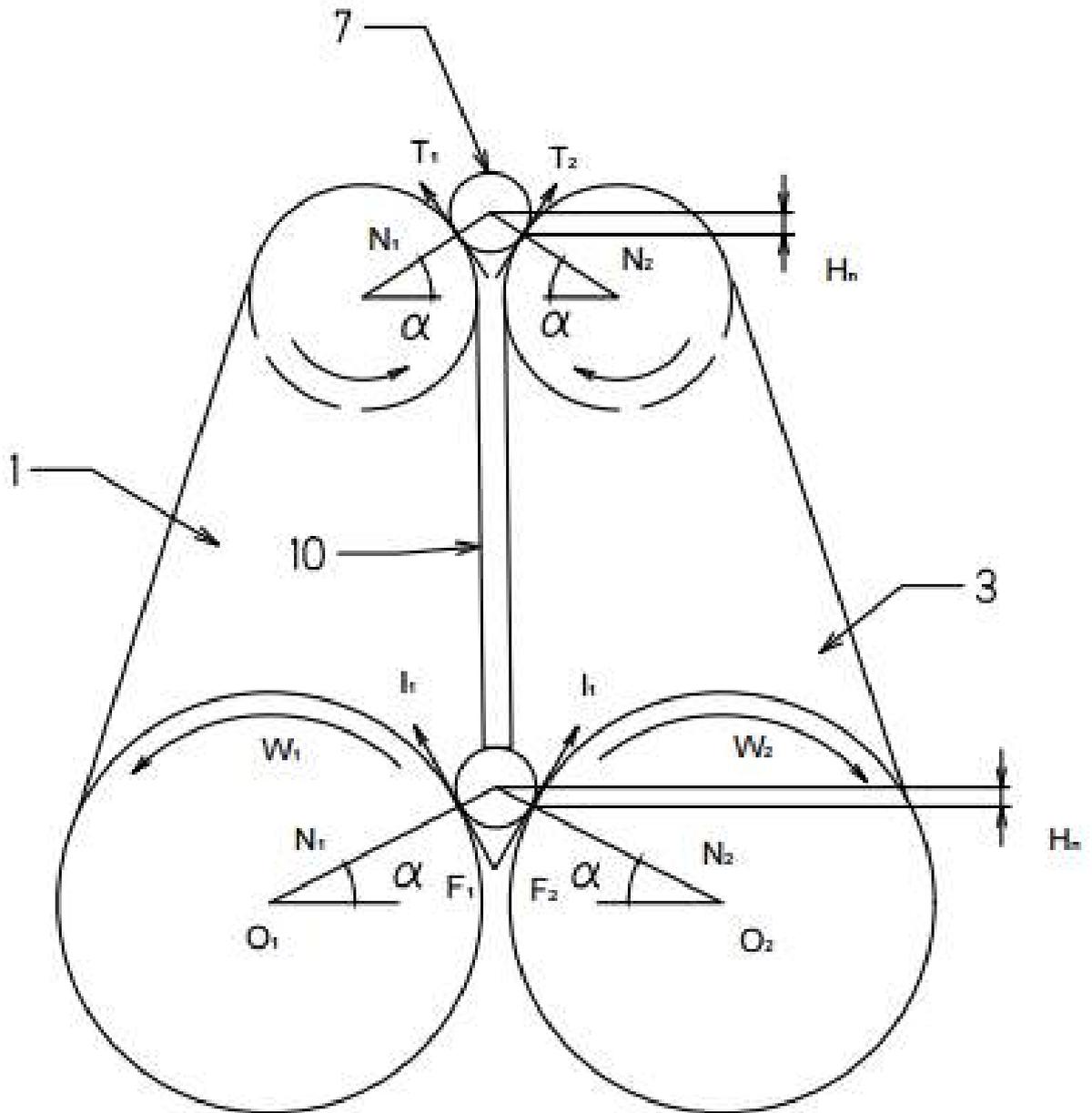


Рис.3. Функциональная схема устройства с конусными барабанами.

Использование конусных барабанов 3 с уменьшенным диаметром в нижней части межбарабанного пространства интенсифицирует процесс увеличения интервала I_1 между объектами. Механизмом изменения угла наклона α барабанов к горизонтальной поверхности устанавливается оптимальное значение α , компенсирующее силу трения F объекта по поверхности барабанов. При этом подбирается требуемый интервал следования объектов, а, следовательно, и производительность устройства.

Описанное устройство нашло применение в диэлектрических сепараторах и дражираторах, требующих поштучную подачу исходных семян к рабочему органу. Важными преимуществами устройства являются строгая очередность подачи объектов, а также возможность простого регулирования временных интервалов между попаданием объектов в рабочую область. Положительный результат применения устройства отмечен также при подаче горячих хлебобулочных изделий в зону охлаждения и фасовки готовой продукции.

Список литературы

1. Дэвид А.Форсайт, Джек Понс Компьютерное зрение. Издательский дом «Вильямс», СПб., 2004, – 928 с.
2. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие. Политехника, М.: 2007, – 552 с.
3. Авторское свидетельство №1561863 СССР. МКИ А 01 G 7/16 Устройство для поштучной подачи округлых предметов / Андержанов А.Л., Андреев С.А., Ковалев С.И., Филаткин В.П. – № 4453317/30; заявл. 30.06.1986; опубл. 07.05.1990. Бюл. № 17.

СЕКЦИЯ №18.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

СОПРЯЖЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОТОКОВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ СО СРЕДСТВАМИ ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЕТОВ

Алимов А. В., Зимина Е. Ю.

НИУ ВШЭ, г. Москва

Введение.

Вопрос контроля посещаемости и времени прохода на пропускном пункте на предприятиях может быть решен с помощью технологий при минимальном участии человека в этом процессе. На данный момент существует достаточное количество как систем потоковой обработки информации, различных систем управления базами данных (СУБД), так и огромное количество программ для автоматической генерации отчетов по собранным данным. Но возникает проблема интеграции таких достаточно сложных систем в единую.

Таким образом, вопрос создания единой интегрированной системы, которая обрабатывает информацию в режиме реального времени, заносит полученные данные в базу данных, а также генерирует по этим данным отчеты, является актуальным.

Объектом данного исследования являются система распознавания изображений, а предметом исследования являются характеристики создаваемой системы, такие как выгрузка информации по детектированному изображению из системы потокового распознавания в СУБД и выгрузка данных из СУБД в систему генерации отчетов.

Цель данной работы – создать централизованное хранение результатов детектированных лиц и вывод отчетов для удобного мониторинга количества посещений людьми объекта, на котором используется система потокового распознавания лиц, в том числе время входа и выхода с объекта.

Средства анализа потоковой информации.

Интенсивность генерации данных на сегодняшний день с помощью различных компьютерных систем может достигать нескольких десятков петабайт в секунду. Системы потоковой обработки решают проблему, проводя анализ в реальном времени и обладая задержкой обработки элемента данных в несколько миллисекунд.

На данный момент существует несколько программ, которые являются средствами потоковой обработки данных. Например, Apache Storm, Akka и IBM InfoSphere Streams. Но, к сожалению, не все из них поддерживают потоковую обработку таких данных как изображения и видеозаписи. Модули, поддерживающие соответственный анализ присутствуют только в программных продуктах Apache Storm и IBM InfoSphere Streams.

Фреймворк Apache Storm написан на языках программирования Clojure и Java и исполняется на (java virtual machine) JVM. IBM InfoSphere Streams же разработан на C++ и Java. Одним из главных отличий Apache Storm от IBM InfoSphere Streams является то, что в последнем управление на главном узле архитектуры производится не одним, а множеством сервисом, ориентированных на различные аспекты.

Также IBM InfoSphere Streams включает в себя графический интерфейс с выводом метрик производительности в отличие от своих аналогов.

В дополнение к этому, несмотря на то, что при небольших объемах данных работа Apache Storm превосходит по пропускной способности IBM InfoSphere Streams, Apache Storm при увеличении размеров данных начинает потреблять огромное количество памяти относительно IBM InfoSphere Streams.

Таким образом, можно сделать вывод, что при обработке больших объемов информации выгоднее использовать программу потоковой обработки информации IBM InfoSphere Streams.

Система управления базами данных.

Для работы с программой, которая занимается потоковой обработкой данных, необходима база данных для обрабатываемой информации. Далее был проведен анализ и выбор наиболее подходящей и эффективной базы данных для работы с IBM InfoSphere Streams.

Для сравнения были выбраны наиболее используемые базы данных такие как Oracle, MySQL и IBM DB2. Последние две базы данных имеют объектную подстройку над реляционным ядром системы. На ранних стадиях проектирования информационной системы, основанной на объектном подходе, выбор объектной системы управления базами данных позволит в полном объеме реализовать возможность объектного моделирования предметной области и анализа отображения ее сущностей в проектируемые объекты и классы.

В дополнение к этому на основе изученных материалов и описаний по базам данных Oracle 12.1.0.2, MySQL 5.7.11 и IBM DB2 10.5 была создана таблица, содержащая в себе основные отличительные характеристики описанных выше баз данных. (табл. 1)

Таблица 1

Основные отличительные характеристики сравниваемых баз данных.

	Обработка DLL-транзакций	Материализованное представление объектов	Максимальный объем памяти, выделяемый для таблицы	Максимальный размер числа	Максимальная длина имени колонок таблицы
DB2 10.5	+	+	2 Збайт	64 байт	128
MySQL 5.7.11	-	-	256 Тбайт	64 байт	64
Oracle 12.1.0.2	-	+	4 Гбайт на размер блока таблицы	126 байт	30

Таким образом, из проведенного анализа можно сделать вывод, что для работы с таким продуктом как IBM InfoSphere Streams наиболее эффективно будет с базой данной IBM DB2.

Системы Business Intelligence.

Для обработки колоссального количества получаемой информации необходим инструмент для перевода необработанной информации в осмысленную и более удобную форму. Технологии Business Intelligence обрабатывают большие объемы неструктурированных данных, чтобы найти стратегические возможности для бизнеса.

Business Intelligence предоставляет множество различных бизнес-решений от операционных до стратегических. Основные операционные решения включают в себя позиционирование продукта или цен. Стратегические бизнес-решения включают в себя приоритеты, цели и направления в самом широком смысле. BI наиболее эффективен, когда он объединяет данные, полученные из рынка, на котором работает компания (внешние данные), с данными из источников внутри компании, таких как финансовые и операции с данными (внутренние данные).

Таким образом, для дальнейшего выполнения данной курсовой работы требуется инструмент Business Intelligence, который интерпретирует полученные данные, уделяя внимание только ключевым факторам эффективности, моделируя исход различных вариантов действий и отслеживая результаты принятия решений.

Для выбора инструмента Business Intelligence были выбраны наиболее используемые на данный момент: Oracle BI, QlikView и IBM Cognos BI.

По результатам проведенного анализа информации о данных инструментах Business Intelligence платформа QlikView является одной из самых быстрых в работе и легких в использовании за счет обработки данных в оперативной памяти. Но также следует отметить, что QlikView и IBM Cognos BI в отличие от Oracle BI имеют адаптированное представление

системы для мобильных устройств, работающее в режиме реального времени.

Кроме того, были выбраны система потоковой обработки информации IBM InfoSphere Streams и система управления базами данных IBM DB2. IBM Cognos BI является продуктом разработки одноименной компании, что предоставляет возможности упрощённой установки данной системы для совместного использования с вышеперечисленными продуктами IBM. Таким образом, в качестве системы Business Intelligence была выбрана платформа IBM Cognos BI.

Автоматизированная система распознавания изображений.

Данная работа является составляющей частью проекта разработки автоматизированной системы для потокового распознавания лиц людей под названием «Распознавание». Разработанная программа выполняет следующие функции:

- 1) Считывание видеоизображения с камеры;
- 2) Определение и выделение лица;
- 3) Обрезание картинки по выделенной области лица;
- 4) Совмещение и сравнение изображений;
- 5) Добавление подписи к детектированному изображению;
- 6) Выгрузка в БД;
- 7) Загрузка из БД данных для работы с отчетами;
- 8) Вывод отчета.

Далее представлена функциональная схема разработанного приложения.

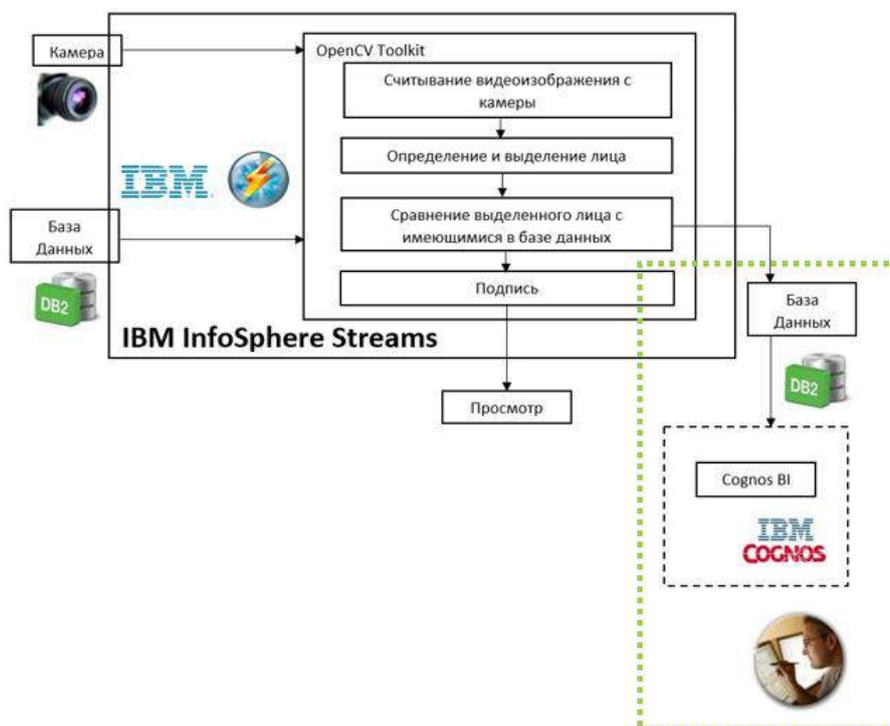


Рис. 1. Функциональная схема автоматизированной системы распознавания изображений «Распознавание».

Соответственно цели данной научной работы практическая часть ее включает в себя интеграцию выбранного инструмента потоковой обработки информации IBM InfoSphere Streams, базы данных IBM DB2 и системы IBM Cognos BI, что выделено зеленой пунктирной линией на рисунке 1.

Заключение.

Важнейшей задачей данной научной работы было создать централизованное хранение результатов детектированных лиц и вывод отчетов для удобного мониторинга количества посещений людьми объекта, на котором используется система потокового распознавания лиц, в том числе время входа и выхода с объекта. Проведя аналитический обзор материалов по используемым программным продуктам, а также сравнительный анализ продуктов, были выбраны следующие программы: система потоковой обработки изображений IBM InfoSphere Streams, СУБД IBM DB2 и система генерации отчетов IBM Cognos BI, которые в последствии были успешно сопряжены в единую систему.

Созданная единая система является более удобной для использования, чем применение трех различных систем в отдельности. Также преимущество полученной единой системы является в повышении скорости ее работы в отличие от работы ее компонентов в отдельности. Созданная система удовлетворяет заданным требованиям.

Список литературы

1. Казанский Н.Л., Проценко В.И., Серафимович П.Г. Сравнение производительности систем потокового анализа данных в задаче обработки изображений скользящим окном. // Компьютерная оптика, 2014, том 38, №4.
2. [Технологии BI](http://www.tadviser.ru/index.php/BI). // Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/BI> (Дата обращения 10.02.2016)
3. [IBM Cognos BI](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:IBM_Cognos) // Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:IBM_Cognos (Дата обращения 10.02.2016)
4. [IBM Cognos Analytics](http://www-03.ibm.com/software/products/en/cognos-analytics). // IBM. Режим доступа: <http://www-03.ibm.com/software/products/en/cognos-analytics> (Дата обращения 30.02.2016)

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

**Романенкова М.А.¹, Емельянов А.В.¹, Шиндановин М.Е.¹,
Буракова Е.А.¹, Туголуков Е.Н.¹**

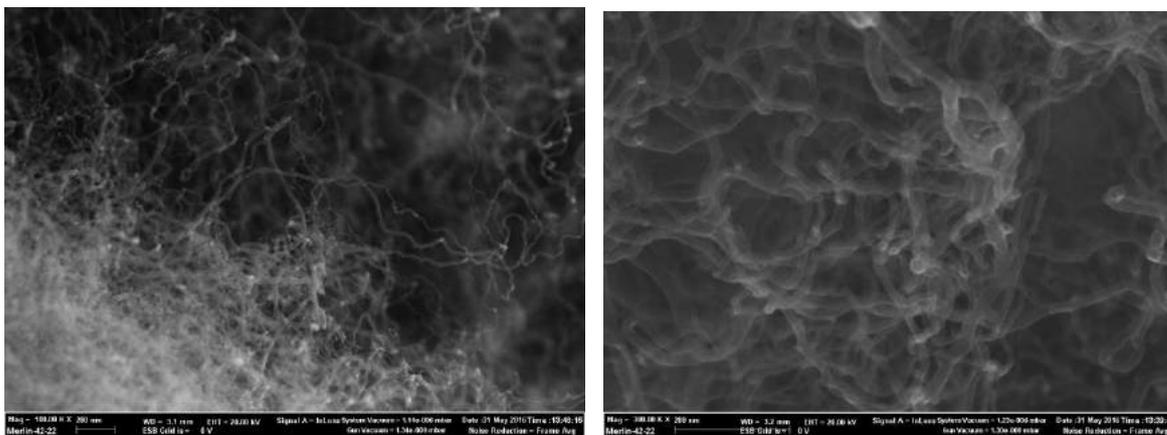
¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», РФ

В последние годы наноматериалы, в частности углеродные нановолокна, нанотрубки широко используются в промышленности, что объясняется их уникальными свойствами. Углеродные нанотрубки (УНТ) являются модификаторами различных функциональных и конструкционных материалов. Даже незначительное внесение УНТ в материалы существенно улучшает их характеристики. Одной из важных задач нанотехнологий является получение эффективного катализатора, позволяющего синтезировать УНТ с заданными характеристиками.

В основном для промышленного синтеза УНТ используют метод газофазного химического осаждения, в котором катализатор играет ключевую роль. Именно на активных центрах катализатора происходит формирование и рост наноструктур. Авторы [1] утверждают, что от размера активных центров катализатора зависит диаметр синтезируемых УНТ. Обычно катализаторы, используемые в процессе синтеза УНТ, представляют собой гетерогенную систему, состоящую из активных компонентов (металлы группы Fe), промоторов (Mo, V, Y) и носителя (MgO, Al₂O₃, Si и др.). Чаще всего для синтеза УНТ используют катализаторы полученные методом термического разложения. Методика получения таких катализаторов включает в себя стадии растворения исходных компонентов при нагреве, термического разложения, измельчения и в некоторых случаях прокаливания. Часто для получения катализатора используют нитраты различных металлов, лимонную или аминоксусную кислоту, которая в процессе термического

разложения формирует некую пространственную сетку, способствующую равномерному распределению активных металлов. В настоящее время для синтеза УНТ разработано много катализаторов, отличающихся составом, соотношением компонентов, условиями их получения. Поэтому разработка составов и способов получения, активации катализаторов синтеза УНТ является весьма актуальной задачей.

В результате применения Ni/MgO катализатора, полученного методом термического разложения солей, в процессе газофазного химического осаждения (в качестве источника углерода использовали этилен) получают многослойные углеродные нанотрубки диаметром 10-30 нм. Морфологию УНТ определяли с помощью сканирующей электронной микроскопии (рис. 1а). Степень дефектности синтезируемых УНТ оценивали с помощью спектров комбинационного рассеяния (D/G составляет 1,1), представлены на рис. 1 б.



а

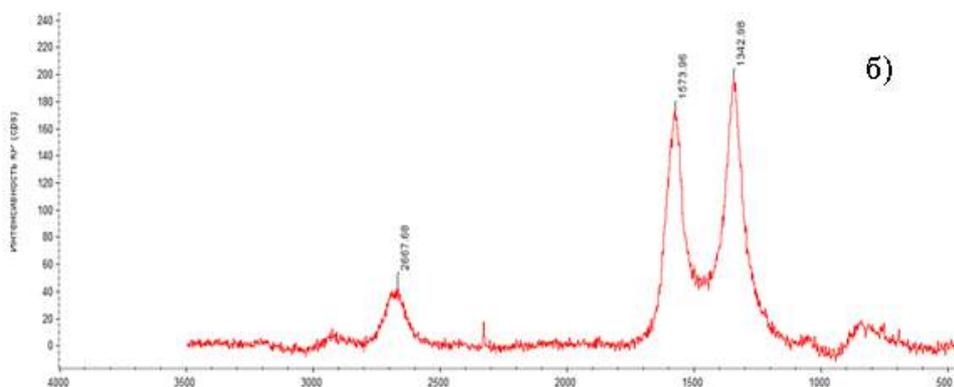


Рис.1 УНТ, синтезированные на Ni/MgO катализаторе: а) СЭМ изображение; б) спектры комбинационного рассеяния.

Анализ научно-технической литературы показал, что для повышения эффективности катализаторов прибегают к различным способам активации (механоактивация, промотирование и др.). Стадия активации катализатора в процессе его получения является наиболее важной, т.к. именно на этой стадии формируются активные центры катализатора, на которых происходит зарождение и рост нанотрубок. Подбором методов и режимных параметров активации можно влиять не только на активность, но и на селективность каталитических реакций.

Однако, авторы [2] экспериментально доказали, что традиционные методы активации катализаторов (термическая обработка, окисление или восстановление при высоких температурах в среде различных газов) не всегда обеспечивают требуемой активности и стабильности катализатора из-за формирования при высокой температуре активных центров различной природы, в том числе и интенсифицирующие нежелательные химические реакции. Воздействие же инфракрасного и ультрафиолетового излучения, ультразвука [3], электромагнитного поля [4] и др. видов энергетического воздействия позволяет получать более эффективные каталитические системы.

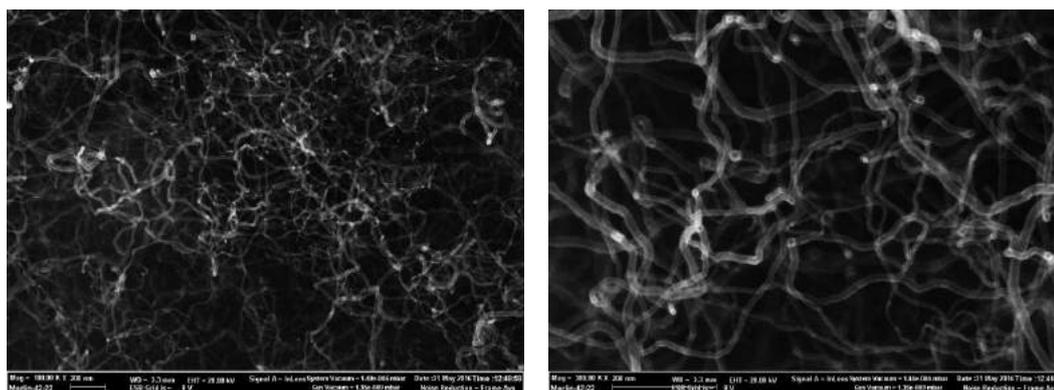
В связи с этим, для получения эффективного Ni/MgO катализатора синтеза УНТ предложено проводить его активацию воздействием переменного электромагнитного поля частотой 50 Гц и напряженностью 0,12 эВ на стадии получения раствора предкатализатора. Экспериментальное исследование влияния электромагнитного воздействия на рН и электропроводность раствора предкатализатора показало, что активация раствора исходных компонентов в течение 5-60 с приводит к незначительному изменению рН $2 \div 2,2$ и удельной электропроводности $850 \div 915$ мкСм/см.

Однако, в результате активации предкатализатора в течение 10 и 30 с происходит значительное увеличение эффективности Ni/MgO катализатора. Оценку эффективности катализатора осуществляли по удельному выходу УНТ, результаты представлены на рис. 2



Рис.2 Влияние времени активации катализатора на выход УНТ.

Выход УНТ на катализаторах, активированных в течение 10 и 30 с увеличивается на 15-20 %. Морфология УНТ, синтезированных на активированных образцах катализатора, представлена на рис. 3а, степень дефектности нанотрубок определена с помощью раман-спектров (рис. 3 б)



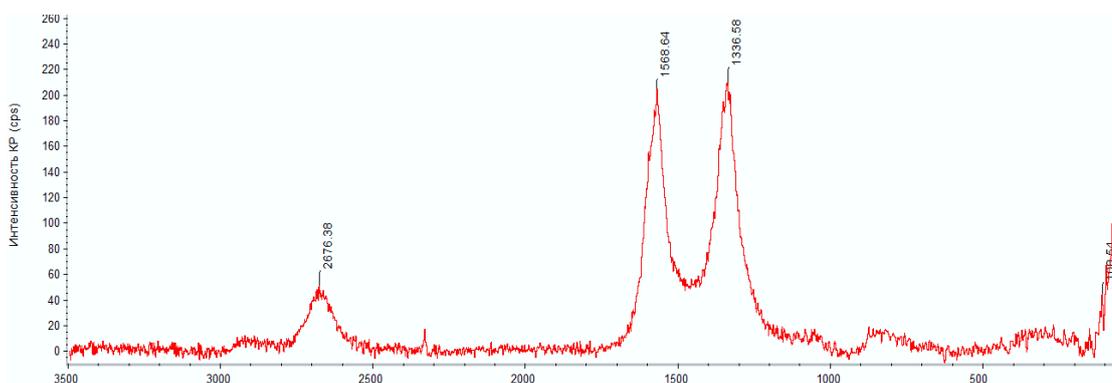


Рис. 3 УНТ, синтезированные на активированном Ni/MgO катализаторе: а) СЭМ изображение; б) спектры комбинационного рассеяния.

В образце синтезированных УНТ (рис.3) наноструктуры имеют преимущественно диаметр 5-20 нм, степень дефектности наноматериала составляет 1,02.

Таким образом, активация Ni/MgO катализатора электромагнитным полем приводит не только к повышению его эффективности (увеличение выхода УНТ на 15-20 %), но и к снижению степени дефектности синтезируемых на нем наноструктур.

Список литературы

1. Царева, С.Ю. Исследование влияния природы и размера частиц катализатора на образование нанотрубок в методе каталитического пиролиза углеводородов [Текст] / С.Ю. Царева, Е.В. Жариков, А.Н. Коваленко // Научные технологии. – 2004. - №6. – с.38 – 42.
2. Шелимов, Б.Н.
Нетрадиционные методы активации оксидных катализаторов с нанесенными ионами переходных металлов / Российский химический журнал, 2000, Т.44, № 1.-С.57-70.
3. Burakova, E.A. Studying the Effect of Ultrasound on a Mixed Oxide-Based Catalyst in the Synthesis of Carbon Nanostructured Materials / E.A. Burakova, E.V. Galunin, A.V. Rukhov, N.R. Memetov, A.G. Tkachev // Research on Chemical Intermediates. March 2016. DOI 10.1007/s11164-

016-2516-9.

4. Burakova, E.A. Investigation of method for improving the activity of catalysts for producing nanostructured carbon materials / E.A. Burakova, A.G. Tkachev, Z.A.Mikhaleva // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, Vol. 43. – No. 5. – P. 739–742 – 2009.

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Задорина Н.А., Климина Д.А.

РГАТУ имени П.А. Соловьева, РФ, г. Рыбинск

Образование занимает одно из главных мест в системе ценностей человека. В настоящее время рынок образовательных услуг высших учебных заведений имеет большое разнообразие. В современном обществе во всех сферах деятельности увеличивается потребность в образованных и профессионально компетентных специалистах. Уровень образования оказывает непосредственное влияние на карьерный рост и уровень заработной платы. Таким образом, на рынке образовательных услуг обостряется конкуренция между высшими учебными заведениями за привлечение потенциальных абитуриентов.

На данный момент в сфере образовательных услуг проводится большое количество маркетинговых исследований для повышения эффективности работы высших учебных заведений. Маркетинговые исследования, приводящиеся в ВУЗах, в основном заключаются в анализе рынка и определении тенденций его развития, а так же в выявлении факторов и наблюдении за постоянно меняющимися факторами рынка [1].

Авторами статьи методами математической статистики был выполнен анализ демографических, экономических и политических факторов, влияющих на развитие образовательного рынка и его потенциальных потребителей,

Спрос на образовательные услуги ВУЗов напрямую зависит от ряда факторов, которые были определены с помощью метода экспертных оценок:

- количество выпускников школ;
- процент выпускников школ, уезжающие в другие города;
- уровень рождаемости (оказывает влияние спустя 16-17 лет);
- количество иногородних студентов, обучающихся в ВУЗе;
- средний бал по ЕГЭ;
- уровень заработной платы.

Числовые значения данных факторов могут являться входными параметрами для получения прогнозных данных с использованием различных методов прогнозирования.

Существуют разные мнения по поводу классификации методов прогнозирования [2, 3]. Общая классификация методов и моделей прогнозирования представлена на рисунке 1:

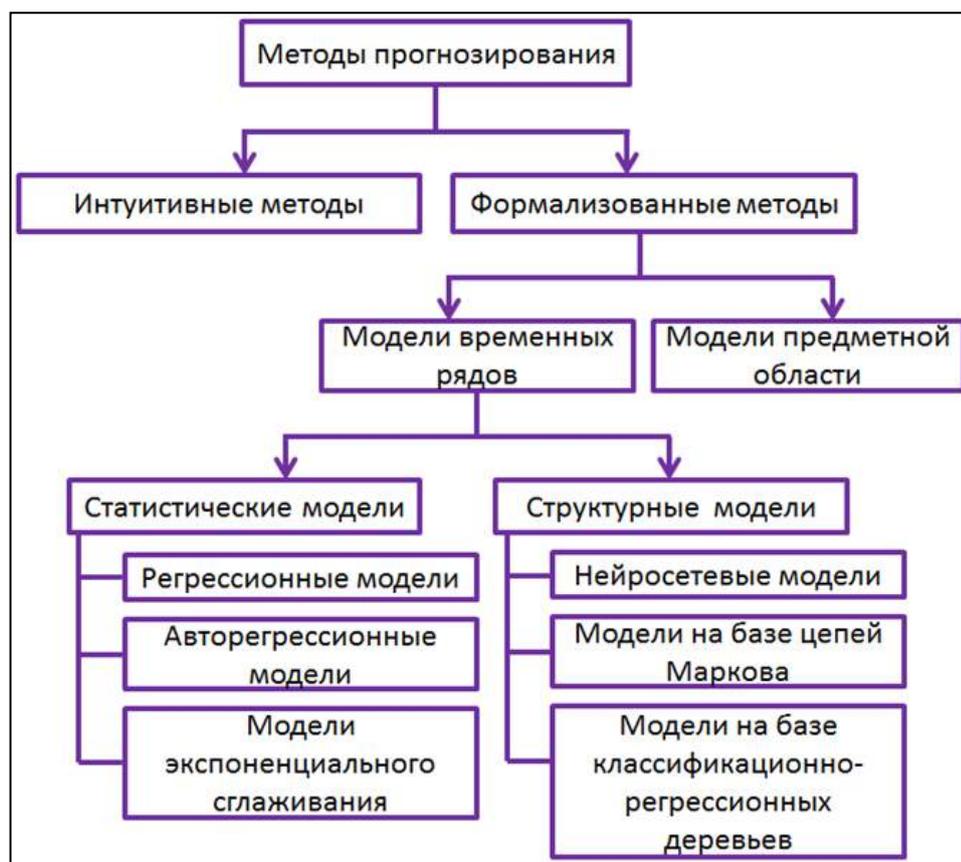


Рисунок 1 – Классификация методов и моделей прогнозирования

Для решения задачи прогнозирования спроса на образовательные услуги в ВУЗах авторами статьи было решено использовать следующие модели: линейная регрессионная модель [4, 5], модель временного тренда [6] и нейросетевая модель обратного распространения [7, 8].

После определения набора факторов и выбора методов прогнозирования была спроектирована и разработана автоматизированная система прогнозирования количества поступающих в высшее учебное заведение. Данная система представляет собой инструмент для хранения и обработки статистических данных.

Для составления прогнозных данных в автоматизированной системе предусмотрена возможность задания параметров моделирования:

- модели (регрессионная модель, модель временного тренда и нейросетевая модель обратного распространения);
- факторы (приведены выше);

- критерий составления прогноза (специальность, факультет, весь ВУЗ)
- период прогноза (краткосрочный, среднесрочный);
- период основания прогноза.

На примере входных данных РГАТУ им. П. А. Соловьева был проведен среднесрочный прогноз с учетом всех факторов в разрезе ВУЗа на 2013-2015 учебные годы. В таблице 1 представлены полученные в результате моделирования значения количества поступающих и реальные цифры приема в высшее учебное заведение на 2013-2015 учебные года.

Таблица 1 – Результаты прогнозирования

	Прогноз		
	2013 год	2014 год	2015 год
Регрессионная модель	433	427	405
Модель временного тренда	405	423	406
Нейросетевая модель обратного распространения	413	428	409
Фактические результаты	424	434	398

Определить адекватности модели экспериментальным данным можно при помощи определения средней ошибки и оценки критерия Фишера [9, 10]. Полученные результаты оценки средней ошибки (таблица 2) у всех трех моделей находятся в пределах 3%, а так же полученные оценки критерия Фишера при $\alpha = 0,1$ (таблица 3) не превышают табличные значения, следовательно, можно сделать вывод, что все модели являются адекватными к экспериментальным данным с точностью более 90%. Однако, следует заметить, что наибольшая точность получается при составлении краткосрочных прогнозов.

Таблица 2 – Оценка средней ошибки

	Ошибка за каждый год			Средняя ошибка модели
	2013 год	2014 год	2015 год	
Регрессионная модель	2,12%	1,61%	1,75%	1,83%
Модель временного тренда	4,49%	2,52%	2,01%	3,00%
Нейросетевая модель обратного распространения	2,59%	1,38%	2,76%	2,24%

Таблица 3 – Оценка критерия Фишера

	Оценка F-критерия за год		
	2013 год	2014 год	2015 год
Регрессионная модель	6,564	7,746	9,263
Модель временного тренда	6,485	7,821	9,742
Нейросетевая модель обратного распространения	6,553	7,793	9,809

Таким образом, разработанная система предоставляет возможность хранения и обработки статистические данные с целью прогнозирования количества абитуриентов, поступающих в ВУЗ.

Список литературы

1. Долгова А.В. Методика проведения маркетинговых исследований регионального рынка образовательных услуг // Пространство экономики: Экономический вестник – 2008. – № 2(2). – С. 318 – 321.
2. Бурдо А.И., Тихонов Э.Е. К вопросу систематизации методов и алгоритмов прогнозирования // Материалы межрегиональной конференции «Студенческая наука – экономике научно-технического прогресса» / СевКав ГТУ. – Ставрополь, 2001. – С. 33 – 34.
3. Артеменко М. В., Бабков А. С. Классификация методов прогнозирования поведения систем // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 67 – 72.

4. Каширина И.Б. Экономико-математическая модель прогнозирования спроса на образовательные услуги / И.Б. Каширина, В.Г. Мыслик // Моделирование систем. – 2002. – № 2(4). – С. 46 – 53.
5. Недошивин С. В. Линейный множественный регрессионный анализ // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2014. – № 7. – С. 38 – 52.
6. Прозорова М. Л., Кузнецов В. Б. Моделирование тенденции временного ряда // Вестник. – 2014. – № 3(15). – С. 91 – 95.
7. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика: пер. с англ. Ю.А.Зуева, В.А.Точенова, 1992. – 184 с.
8. Саймон Хайкин Нейронные сети полный курс, 2-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.
9. Тузенко О. А., Кухарь В. В., Балалаева Е. Ю., Дубинина А. В. Исследование математических моделей в планировании эксперимента методом сравнительного анализа // Вестник Национального технического университета, Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование. – 2013. – № 39(1012). – С. 182 – 188.
10. Электронный учебник по статистике. Москва, StatSoft. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttable.html>

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. **Санкт-Петербург**

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. **Новосибирск**

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. **Екатеринбург**

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

III Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. **Самара**

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. **Омск**

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. **Казань**

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития технических наук», г. Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

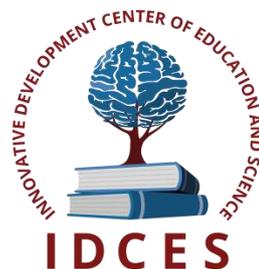
III Международная научно-практическая конференция **«Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Технические науки в мире: от теории к практике

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 августа 2016г.)**

**г. Ростов-на-Дону
2016 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.08.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 19,8
Тираж 250 экз. Заказ № 83.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58