



КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ КОНФЕРЕНЦИИ

16-19 апреля
2013 года

V Всероссийская,
58 научно-практическая
конференция молодых ученых

РОССИЯ МОЛОДАЯ



ТОМ I



Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ V ВСЕРОССИЙСКОЙ,
58 НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«РОССИЯ МОЛОДАЯ»
16 – 19 апреля 2013 г.

ТОМ 1

Кемерово 2013

Сборник материалов V Всероссийской, 58 научно-практической конференции молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ», 16-19 апреля 2013 г. В 2 т. Т. 1 / Редкол.: В.Ю. Блюменштейн (отв. редактор) [и др.]; КузГТУ. – Кемерово 2013. – 256 с.

ISBN 978-5-89070-910-3

В сборнике представлены материалы лучших докладов по результатам научно-практической конференции молодых ученых.

Цель – формирование компетенций будущих специалистов, бакалавров и магистров, привлечение студентов к научной деятельности, формирование навыков выполнения научно-исследовательских работ, развитие инициативы в учебе и будущей деятельности в условиях рыночной экономики.

Для студентов, молодых ученых и преподавателей вузов.

Редакционная коллекция:

- | | |
|-------------------------|--|
| Блюменштейн В.Ю. | – ответственный редактор, проректор по научно-инновационной работе, д.т.н., профессор. |
| Дрозденко Ю.В. | – зам.директора по научно-инновационной работе Горного института. |
| Папин А.В. | – начальник научно инновационного управления. |
| Останин О.А. | – начальник отдела научно-технической информации. |
| Беляевский Р.В. | – зам.директора по научно-инновационной работе Института энергетики. |
| Аксенова О.Ю. | – зам.декана по научно-инновационной работе Строительного факультета. |
| Дубинкин Д.М. | – зам.декана по научно-инновационной работе Механико-машиностроительного факультета, к.т.н., доцент. |
| Михайлов В.Г. | – зам.директора по научно-инновационной работе Института экономики и управления, к.т.н., доцент. |
| Азиханов С.М. | – зам.директора по научно-инновационной работе Института химических и нефтегазовых технологий, к.т.н., доцент. |
| Бородин Д.А. | – инженер отдела научно-технической информации. |



Оглавление

ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ.....	9
Секция «Обогащение полезных ископаемых»	9
РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ПО ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ДОБЫЧИ И ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (С.В. Орлов, А.А.Рудакова).....	9
Секция «Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом»	11
ТЕКУЩАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ОЧИСТНОГО УЧАСТКА ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СКВАЖИНАМИ ПРОБУРЕННЫМИ С ПОВЕРХНОСТИ (Е.Н. Федотов, Л.И. Шерстова)	11
Секция «Открытые горные работы»	13
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАНИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ (Е.А. Полвинен, В.Ф. Воронков).....	13
МАТРИЦА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СУММАРНЫХ ПРОСТОЕВ ЭКСКАВАТОРОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА РАЗРЕЗАХ (К.А. Голубин, А.А. Сысоев).....	16
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КАРЬЕР, В СЕГМЕНТЕ ПОВЫШЕНИЯ РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА (П.В. Артамонов).....	18
Секция «Безопасность жизнедеятельности, промышленная безопасность и охрана труда».....	20
СВОБОДА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СОВМЕСТИМОСТЬ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ (П.И. Николаев, Е.С. Берлинтейгер)	20
ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА РАБОТНИКОВ (О.Д. Бондарь, В.И. Погорелов, А.И. Фомин)	22
АЭРОИОННЫЙ СОСТАВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ (В.Е. Симкина, С.Г. Артинова)	25
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ШАХТНАЯ ПЫЛЬ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА (Д.П. Емец, А.И. Фомин)	27
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА (А.В. Фомин, А.А. Ибрагимова, С.Н. Ливинская)	29
УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ РИСКОМ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ СЛУХА, НА ПРИМЕРЕ НАУШНИКОВ (Г.Д. Шакирова, Ю.В. Ваганова)	31
Секция «Геология»	34
МЕТАН И ЕГО ДОБЫЧА В КУЗБАССЕ (Т.А. Мигунова, А.А. Пузанкова, Т.Ф. Мельникова)	34
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕДНО-КОЛЧЕДАННОЙ РУДЫ КАМЕНУШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (САЛАИРСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ) (Ю.А. Сергеева, О.Е. Шестакова)	35
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ (Я.П. Торгунакова, Л.С. Недосекина).....	37
Секция «Маркшейдерское дело, кадастр и геодезия».....	39
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СКРЫТЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ GOLDENSOFTWARESURFER, AUTOCADCIVIL 3D ПРИ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (П.М. Красилов, Т.Б. Рогова)	39



ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ ПРИ СИНКЛИНАЛЬНОМ ЗАЛЕГАНИИ ПОРОД (М.М. Караблин, С.П. Бахаева)	42
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ МОЩНОСТИ ПЛАСТА (Е.А. Говорухина, С.В. Шаклеин)	44
Секция «Физика»	47
ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ (Е.А. Черепанова, Т.Т. Иманалиева, И.С. Ёлкин)	47
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ В СИСТЕМАХ ИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКОВ (М.В. Шлейкин, И.С. Ёлкин).....	49
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОН ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА В УГОЛЬНОЙ МАТРИЦЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (А.А. Кабирова, Т.В. Жукова, С.А. Шепелева, Т.Л. Ким)	52
ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ С ПОМОЩЬЮ ПЛАСТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (Д.С. Романчукова, В.В. Дырдин, В.Г. Смирнов).....	55
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ НАНОЧАСТИЦЫ ЗОЛОТА ОТ РАЗМЕРА (А.А. Каширина, А.В. Маркидонов)	57
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ВОЗМОЖНОЙ КОАЛЕСЦЕНЦИИ (Н.В. Кормишина, А.В. Маркидонов).....	60
О ВОЗМОЖНОСТИ РАСТВОРЕНИЯ ВАКАНСИОННОЙ ПОРЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УДАРНЫХ ВОЛН ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛА (А.В. Маркидонов)	62
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ НА ФОРМУ ПОЛУЧАЕМЫХ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ (А.М. Чуть, А.В. Маркидонов)	64
ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД РАЗНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (А.С. Гуменный, Р.Р. Зарипов, Т.И. Янина).....	67
Секция «Проблемы развития физической культуры и спорта среди студенческой молодежи»	70
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (И.О. Медведев, Г.К. Урусов)	70
РЕАЛИЗАЦИЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ IT-ТЕХНОЛОГИЙ В КУЗГТУ (на примере системы «Medsyst») (О.И. Докина, О.А. Заплатина).....	73
ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ (Е.С. Домрачева, С.Ю. Иванова)	76
Секция «Горные машины и оборудование»	78
АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ М138 В ПРОГРАММЕ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2013 (М.В. Казанцев, Г.Д. Буялич).....	78
К ВОПРОСУ О СОВМЕЩЕНИИ ОПЕРАЦИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОХОДЧЕСКИМ КОМБАЙНОМ (И.Ю. Корчагин, Ю.А. Антонов).....	80
РАЗРАБОТКА УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ ОРГАНЕ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА (В.О. Савраева, Л.Е. Маметьев).....	83
УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ (Н.С. Голиков)	85
ДИАПАЗОН ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА (П.В. Иванова, С.Ю. Кувшинкин)	87



Секция «Стационарные и транспортные машины»	89
АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ СНИЖАЮЩИХ ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАСЛА РЕДУКТОРА (И.В. Егоров, А.Ю. Захаров)	89
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТЕПЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА РОЛИКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА (А.Н. Гагарин, А.Ю. Захаров, Д.А. Ширямов)	92
СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАШТЫБОВКИ ПУНКТОВ ПЕРЕГРУЗКИ НА КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ (А.В. Девятухин, Ю.З. Рахимова, А.Н. Дементьев, Т.Ф. Подпорин).....	94
Секция «Физические процессы горного производства, теоретическая механика»..	96
ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ СЖИГАНИЯ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ (М.А. Баёв, К.Г. Дятлов, А.Г. Шевцов, В.А. Хмяляйнен).....	96
ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ НОВОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (В.А. Геренцев, Д.Ю. Сирота) ...	99
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРЕДРАЗРУШАЮЩЕМ СОСТОЯНИИ (К.Л. Дудко, А.И. Шиканов)	101
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ИНЪЕКЦИОННОМ УКРЕПЛЕНИИ ОСНОВАНИЙ СООРУЖЕНИЙ (Н.Ю. Никулин, Е.А. Салтымаков, С.М. Простов).....	103
ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ГОРНЫХ УДАРОВ НА ТАШТАГОЛЬСКОМ РУДНИКЕ (А.Н. Парамонов, В.В. Иванов)	107
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ МЕТОДОМ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (С.В. Сугак, Е.Е. Бердышева, А.И. Шиканов).....	109
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГРУНТОВ ОТ ЭКОТОКСИКАНТОВ (П.Н. Танцерева, М.В. Гуцал)	112
Секция «Шахтное и подземное строительство»	114
ПРОХОДКА НОВОГО ОДНОПУТНОГО ТОМУСИНСКОГО ТОННЕЛЯ (С.В. Бородулин, А.И. Копытов, М.Д. Войтов)	114
КОНСТРУКЦИИ КЛИНОВЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ПОЛКОВ (А.А. Вети, А.И. Копытов).....	116
СООРУЖЕНИЕ СЕРВИСНОЙ ШТОЛЬНИ ТОМУСИНСКОГО ТОННЕЛЯ (К.Н. Меньшикова, М.Д. Войтов, А.И. Копытов)	118
ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ (А.А. Дементьева, Ю.А. Масаев)	121
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ	123
Пленарное заседание.....	123
КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПОВТОРНО-КРАТКОВРЕМЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ (В.В. Дабаров, Е.К. Ещин).....	123
Секция «Электротехника»	125
ВЛИЯНИЯ НА ТОЧНОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ВТОРИЧНОЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА (Б.К. Мамашаев, В.А. Лавринович).....	125
КОНТРОЛЬ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (Н.А. Мишанов, Т.М. Черникова).....	128
ВЛИЯНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИК НА РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ (М.Ю. Осипова, О.Е. Сабурова, В.В. Дабаров).....	130



ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТРЕЩИН И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ РАЗРУШЕНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (Д.А. Шалягин, Т.М. Черникова).....132

Секция «Теплоэнергетика»133

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УВРК В СТЕНАХ КУЗГТУ (К.О. Кирилов, А.С. Новоселов, В.В. Назаревич, А.Р. Богомолов)133

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА 5 КОРПУСА УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ КУЗГТУ (Е.К. Непомнящих, А.Т. Королев)135

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КИПАЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ В ПОТОКЕ ВОДЯНОГО ПАРА (М.М. Шереметов, С.А. Шевырев)137

Секция «Электропривод и автоматизация»139

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА (Е.И. Абрахманов, Е.К. Ещин).....139

ДАТЧИК ВЫСОКИХ ТОКОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ MODBUS RTU (Д.Ю. Вернер, И.Ю. Семькина).....141

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОМЕНТОМ К АСИНХРОННОМУ ДВИГАТЕЛЮ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ (А.Э. Евстратов, В.М. Завьялов)144

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ И ИССЛЕДОВАНИЕ САУ БУРЕНИЕМ КАРЬЕРНОГО БУРОВОГО СТАНКА (А.В. Тарнецкая, А.Е. Медведев).....146

Секция «Электроснабжение»149

АНАЛИЗ НАГРУЗКИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КУЗГТУ (В.А. Воронин, Т.Л. Долгопол)149

АНАЛИЗ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ (В.Д. Моисеева, Т.Л. Долгопол)151

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 6–10 КВ (Р.Б. Наумкин, И.Б. Наумкин, В.М. Ефременко, Р.В. Беляевский)154

МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ157

Пленарное заседание.....157

ФИЛИАЛ КАФЕДРЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТОВ НА ОАО «КЕМЕРОВСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД» (А.Н. Коротков, С.В. Пилецкий, Г.М. Дубов)157

Секция «Информационные и автоматизированные производственные системы»160

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПОЛЁТНОЙ ИНФОРМАЦИИ (А.Д. Елисеев, О.Н. Ванеев)160

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ PROTEUS ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ (А.Ю. Иноземцев, И.С. Сыркин).....164

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (В.А. Полетаев, В.В. Зиновьев, А.Н. Стародубов, А.И. Цигельников167

Секция «Металлорежущие комплексы и оборудование»170

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ И РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ ОТРЕЗНЫХ КРУГОВ НА ИХ РЕЖУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И ОБЩИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ПРИ ОТРЕЗНОМ ШЛИФОВАНИИ (Е.С. Шмаков, В.А. Коротков)170

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОРИЕНТИРОВАННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ЗЁРНАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИЛОВЫХ НАГРУЗКАХ (Е.М. Минкин, В.А. Коротков)173



«ШЕСТЬ СИГМ» – МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ И ДЕФЕКТОВ (Д.В. Россияева, А.Н. Коротков).....	176
Секция «Прикладная механика»	178
АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕКРЕСТКА «ЛАПЛАНДИЯ» В Г. КЕМЕРОВО (А.А. Ткаченко, А.Е. Нерадовский, Е.И. Шитин, А.В. Батуев, М.П. Латышенко).....	178
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РОЛИКОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ (К.С. Вотолин, Р.И. Рахимов, В.П. Котурга, И.В. Смыслова)	181
ПРОТОТИП СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ БУРОВЫХ МАШИН (Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарёв, Я.Е. Мещеряков, П.М. Обоянский, Н.П. Курышкин, О.В. Любимов)	183
Секция «Технология металлов»	186
МЕРЫ ДЛИНЫ В НАНОРАЗМЕРНОМ ДИАПАЗОНЕ (Е.В. Яковлева, А.А. Пузанкова, Д.М. Дубинкин).....	186
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ В СОСТОЯНИИ ПОСТАВКИ В УСЛОВИЯХ ЗАВОДА ООО «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ» (А.В. Рыжикова, Л.П. Короткова, С.В. Лашинина)	189
Секция «Технология машиностроения».....	192
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТИНОК ИЗ СТАЛИ ШХ-15 (Д.А. Бородин, В.Ю. Блюменштейн)	192
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ОБЪЕМНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ (А.С. Сивушкин, А.А. Кречетов).....	197
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ СТАЛИ ШХ15 ПО СТАДИЯМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ (А.Р. Миндиярова, Р.А. Понкрашкин)	199
ФОРМИРОВАНИЕ НАЧАЛЬНЫХ И ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОУВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «АНАЛИЗА УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ» (С.А. Мосунова, Р.А. Понкрашкин)	202
ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОРПУСА ИЗОЛИРУЮЩЕГО ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ СПАСЕНИЯ ШАХТЕРОВ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (Д.А. Сухов, А.А. Николаев, А.Н. Семибратов, В.Л. Князьков)	204
Секция «Эксплуатация автомобилей».....	206
МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА НА АЗС Г. КЕМЕРОВО (А.К. Кузнецов, К.В. Зыков, А.Н. Ходосевич, А.И. Подгорный, А.Г. Кульпин)	206
АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА (Д.И. Ильинчик, А.В. Кудреватый).....	209
АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ УК «КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ» (Ю.А. Комарских, А.Г. Кульпин, Д.В. Стенин).....	212
ИССЛЕДОВАНИЕ ОКСИГЕНАТНОЙ ПРИСАДКИ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ (Д.В. Цыганков, Н.А. Андреева, Д.В. Зиневич, В.А. Исаев).....	214



ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИГЕНАТНЫХ КОМПОНЕНТОВ К АВТОМОБИЛЬНЫМ БЕНЗИНАМ (Д.В. Цыганков, Н.А. Андреева, А.С. Буторин, С.Ю. Ерошевич)	217
--	-----

Секция «Автомобильные перевозки и инновации в организации дорожного движения пассажирского, грузового и технологического автомобильного транспорта»..218

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДИТЕЛЯ (Ю.Н. Семенов, О.С. Семенова, А.К. Гончар).....	218
--	-----

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ ЖКХ (Д.Э. Давыдов, Э.И. Зиязова, Е.А. Ощепкова, Ю.Н. Тимошенко).....	220
--	-----

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ И СТРУКТУРЫ СВЕТОФОРНОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ СПРОСА НА ДВИЖЕНИЕ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ (Д.И. Жмудова, К.В. Чистякова, А.В. Косолапов)	223
---	-----

БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕШЕХОДОВ НА ПЕРЕКРЁСТКАХ (Н.А. Полозов, Е.А. Ощепкова).....	226
---	-----

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. БАРНАУЛА (Е.В. Печатнова, М.В. Яценко).....	228
--	-----

Секция «Управление качеством и метрология».....230

УНИФИКАЦИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И ИХ РОЛЬ В УПРАВЛЕНИИ (А.А. Авдоница, Д.В. Россиева).....	230
---	-----

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ВУЗЕ (Ю.Е. Архипова, Д.В. Россиева)	232
--	-----

СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СМК (Е.А. Бельдиева, Д.В.Россиева).....	234
--	-----

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ (А.Р. Клызбаева, Д.Б. Шатько)	235
--	-----

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ И ЕЁ РЕШЕНИЕ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА (Д.В. Россиева, Н.Б. Коптелова, Г.М. Дубов).....	239
--	-----

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ АУТСОРСИНГА (Р.Ю. Лесных, А.М. Романенко).....	241
---	-----

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ «BUSINESS STUDIO», КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИЕЙ (Д.В. Россиева, Г.М. Дубов)	243
---	-----

СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА (М.Ю. Чичкова, Д.Б. Шатько).....	245
---	-----

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА (Д.И. Шатько, Д.Б. Шатько)	247
--	-----

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ (А.А. Пузанкова, Е.В. Яковлева, Д.М. Дубинкин).....	250
--	-----



Секция «Обогащение полезных ископаемых»

УДК 004.4

**РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ПО
ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ДОБЫЧИ И ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ**

С.В. Орлов – студент,
Научный руководитель: А.А.Рудакова - ст.преподаватель
Филиал КузГТУ в г.Междуреченске
г.Междуреченск

В современных профессиональных горнотехнических образовательных учреждениях стоит проблема в недостаточном лабораторном оснащении, его моральном и физическом износе. Причинами этому стало как государственное недофинансирование, так и отсутствие поддержки со стороны предприятий. Имеющаяся литературная база, даже при условии ее актуальности, имеет достаточно ограниченные возможности: иллюстративный материал, представленный в виде мелкомасштабных чертежей и рисунков, не дает полного представления об оборудовании. Для полного и детального понимания изучаемых машин и механизмов студентам необходимо многократное рассмотрение модели под разными углами, в разобранном и собранном виде. Одним из возможных вариантов в решении указанной проблемы является создание трехмерных компьютерных моделей различного оборудования.

Современный уровень развития компьютерной техники и САПР позволил реализовать инновационные методы обучения, интерактивно моделирующие реальные объекты с применением средств компьютерной визуализации. Изучение трехмерной модели какого-либо объекта представляет собой наилучшее возможное приближение к изучению реального объекта и является наиболее результативным способом повышения эффективности обучения, так как большую часть информации человек получает от органов зрения.

Возможности современных систем 3D-моделирования позволяют создавать компьютерные модели изучаемых объектов и имитировать управление ими в условиях, приближенных к настоящим.

Преимущества компьютерных 3D-моделей по сравнению с традиционными моделями следующие:

- Интерактивные 3D-модели позволяют в реальном времени рассмотреть объект с любой стороны, приблизить в определенном месте, повернуть объект под нужным углом. Также дается возможность посмотреть модель в действии;
- 3-х мерные модели содержат всю геометрическую информацию, необходимую для систем инженерного анализа.
- возможность бесконечного тиражирования компьютерных моделей;
- Быстрая передача материалов и удаленного доступа к ним (по электронной почте или с использованием других сервисов сети Интернет).

Таким образом, 3D-моделирование и визуализация эффективный и экономичный способ наглядного иллюстрирования машин и механизмов в образовательном процессе.

Однако поиск мультимедийных материалов по тематике горного дела в России и странах СНГ не дал результатов. Если брать зарубежные разработки, то наиболее «продвинутыми» в этом плане являются немецкие вузы и компании. В качестве примера можно привести немецкий Интернет ресурс <http://www.dsk.de>. На нем существует раздел Multimedia, в котором размещены два наиболее интересных продукта – это «Virtuelle Grubenfahrt» и «Bergwerk».

Целью работы является разработка программы визуализация горнопроходческого комбайна КСП-32(33) его подетального устройства и рабочих процессов.



Первым шагом к созданию 3D-модели горнопроходческого оборудования, было получение подробной технической документации. Следует отметить, что получение полной конструкторской документации, а не просто габаритных параметров машин задача весьма непростая, особенно когда речь идет о новых разработках.

Вторым шагом следует непосредственное исполнение модели. Это наиболее затратный с точки зрения времени и ресурсов этап. В качестве среды моделирования был выбран пакет 3Ds Max компании Autodesk. На рисунках 1 и 2 представлена среда 3Ds Max3D-модель лап горнопроходческого комбайна КСП-32(33) и всего комбайна в 3 проекциях и перспективе.

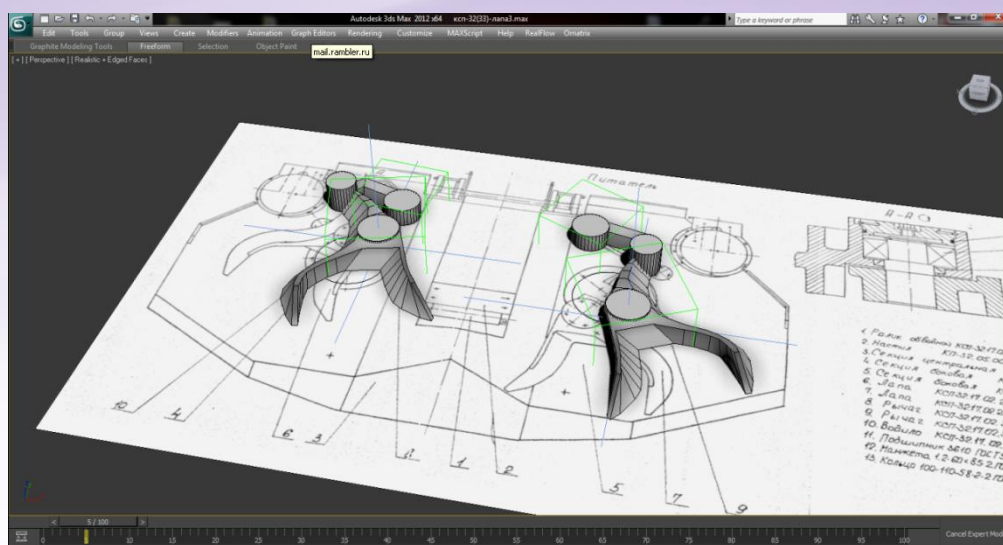


Рисунок 1 - Модель лап горнопроходческого комбайна КСП-32(33)

Третий шаг заключается в визуализации модели технологического оборудования. В результате сравнительного анализа по оценке возможностей различных технологий представления графической 3D-информации был выбран визуализатор V-Ray 2.0.

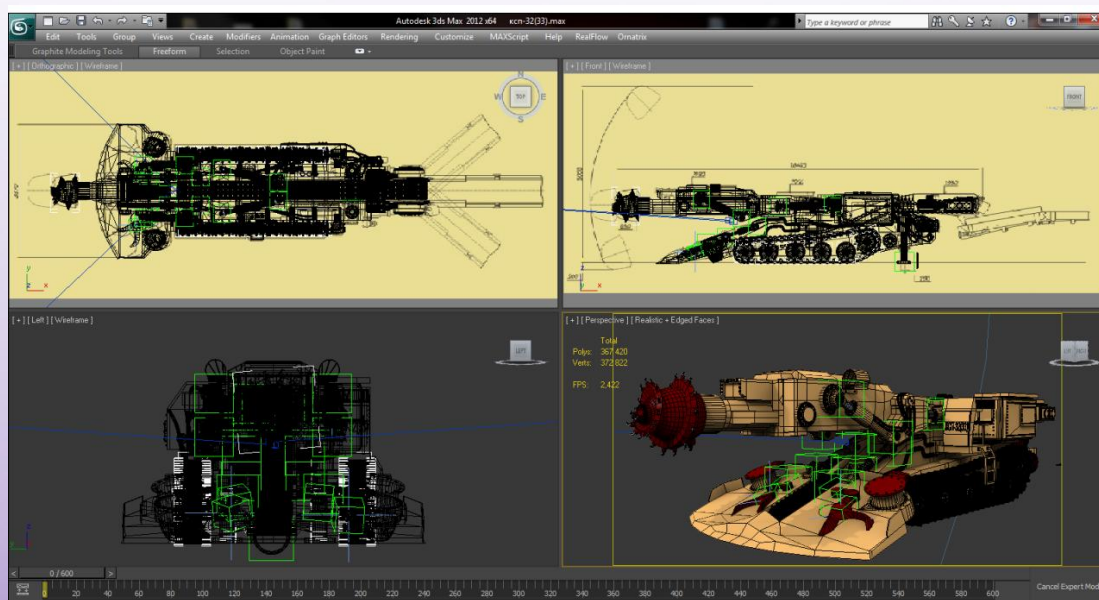


Рисунок 2 - Модель горнопроходческого комбайна КСП-32(33)

Приведенные иллюстрации позволяют оценить степень реалистичности, близкой к фотографической, и глубину детализации разработанной модели (Рисунок3).



Рисунок 3 - Горнопроходческий комбайн КСП-32(33)

Итогом всей работы будет разработка мультимедийного образовательного комплекса по оборудованию для добычи полезных ископаемых, базовый компонент которого построен на основе самого распространенного инструмента создания Веб-ресурсов – HTML и дополнен наглядным иллюстративным материалом – интерактивно управляемой 3D-моделью.

Секция «Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом»

УДК: 622.324.5

ТЕКУЩАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ОЧИСТНОГО УЧАСТКА ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СКВАЖИНАМИ ПРОБУРЕННЫМИ С ПОВЕРХНОСТИ

Е.Н. Федотов, студент, 3810, V курс
Научный руководитель: Л.И. Шерстова, д.и.н., профессор
Томский государственный университет
г. Полысаево

Добыча каменного угля всегда сопряжена с выделением метана в рудничную атмосферу, что оказывает негативное влияние на безопасность горных работ. О возможности использовать метан в качестве энергетического ресурса известно уже давно. Основную проблему же составляет выбор технологии, которую можно было бы максимально эффективно использовать для извлечения газа из угольных пластов. Одной из таких технологий, позволяющей извлекать 30-50% метана содержащегося в угольном пласте, является технология дегазации выработанного пространства вертикальными скважинами, пробуренными с поверхности.

Смысл технологии заключается в проведении с поверхности вертикальных скважин до верхней границы выработанного пространства. Скважины, как правило, проводятся с



опережением очистного забоя на глубину горных работ с отставанием от кровли подлежащего разработке пласта на 6-28 м. [1. С 36]

Эксплуатируются скважины не сразу, а только после прохождения очистного забоя непосредственно под скважиной и образования выработанного пространства. После прохождения очистного забоя происходит разгрузка вышележащих и нижележащих горных пород, в результате чего увеличивается их проницаемость и, как следствие, миграция метана в верхнем направлении через скважины на поверхность. [1. С 33]

Вслед за бурением производится цементирование и обсадка скважин с тем, чтобы сохранить их целостность после разгрузки горных пород. Нижний участок скважин не цементируется. [1. С 36] При обсадке нижней части по продуктивной длине скважины, как правило, делают щелевые отверстия для беспрепятственной миграции в верхнем направлении метана из разгруженных от давления пластов. В некоторых случаях осуществляется

бурение и обсадка скважин до точки, располагающейся на расстоянии 30 м. выше пласта, а затем бурится открытая скважина через горизонт разрабатываемого пласта до или после проходки очистного забоя. Скважины, как правило, располагаются в направлении исходящей части вентиляционного штрека лавы. [2. С 79]

Данная технология получила свое широкое распространение в США. Так, например, на шахте «Вэст Илк», принадлежащей компании «Mountain Coal» штат Колорадо, диаметр пробуренных скважин составляет 311 мм. Скважины бурятся с поверхности на глубину 610 м. на расстоянии 8 м. от подлежащего разработке пласта. Диаметр обсадных труб на верхнем участке скважины составляет 244 мм., диаметр же обсадных труб с щелевыми отверстиями нижнего участка скважины, который находится непосредственно в зоне обрушения горных пород составляет 178 мм. На данном участке скважина не цементируется. [1. С 37]

Помимо этого на угольных предприятиях горда Питсбург, штат Пенсильвания, с глубиной ведения горных работ 152-247 м. дегазация выработанного пространства осуществляется посредством бурения скважин на глубину 200 м. на расстоянии 9-14 м. от подлежащего разработке угольного пласта. После бурения скважин проводится их цементирование и установка обсадных труб диаметром 178 мм. Нижняя часть скважины длиной 61 м. не цементируется, но производится ее обсадка трубами с щелевыми отверстиями.. [1. С 37]

Количество скважин пробуренных над панелью зависит от длины выемочного участка. Обычно первая скважина опережает очистной забой на 50-170 м. Расстояние между скважинами в пределах 50-170 м. Таким образом, при длине выемочного столба в 1000 м достаточно провести около 10-11 скважин для обеспечения извлечения метана из выработанного пространства после прохождения очистного забоя. [1. С 35] Скважины, как правило, располагаются в направлении исходящей части вентиляционного штрека лавы. [2. С 79]

На первоначальной стадии обрушения горных пород количество метана в выработанном пространстве всегда выделяется больше чем при последующих обрушениях, поэтому часто проводится большое число скважин в начале выемочного участка. Так, например, на угольных предприятиях штата Виргиния (США) на первых 305 м. выемочного участка бурится около 6-7 скважин, на остальной части участка скважины бурятся на расстоянии 150 м. друг от друга. [1. С 35]

На начальной стадии эксплуатации скважин из них поступает метан высокой чистоты. Согласно отчету компанией «Jim Walter Resources» изначально объем газа поступающего из скважин предприятия превышал 56,6 тыс. м³/день. Со временем объем сократился, и было достигнуто стабильное выделение метана на уровне 2,8 тыс. м³/день. [3. С 25]

Эффективность дегазации выработанного пространства вертикальными скважинными составляет 30-70%. Но данные показатели во многом зависят от геологических условий, проницаемости угольных пород и количества скважин [4. С 4]

Эксплуатация скважин обычно осуществляется в условиях частичного вакуума. Необходимо не допускать чрезмерного всасывания газов, при которых из-за поступления больших объемов шахтного воздуха происходит разбавление метана до концентрации ниже 30%. При падении концентрации до уровня ниже 25-35% скважины над выработанным пространством должны закрываться. [2. С 32.]



Основное преимущество технологии заключается в возможности получить газ умеренно-высокой чистоты. Продуктивное функционирование скважин может обеспечиваться в течение месяцев. Это хорошо проверенный с точки зрения затрат метод, используемый при небольших и умеренных глубинах залегания. [2. С 79]

Данная технология нашла свое применение в США. Однако есть примеры ее использования и в других странах. Не всем угольным компаниям всегда удавалось с максимальной эффективностью использовать данную технологию. Во многом это связано с отсутствием опыта. [1. С 37] Помимо всего прочего одним из недостатков данного метода является возможность затопления скважин в случаях, когда над разрабатываемым угольным пластом находятся водные горизонты. Для этого необходимо выполнить ряд мер по герметизации скважин, что в свою очередь может привести к снижению производительности и объемов добычи газа. Кроме всего прочего этот метод может применяться только при отсутствии ограниченного доступа с поверхности. [2. С 79]

Список источников:

1. Coal Mine Methane Recovery: A Primer EPA-430-R-09-013. [Electronic resource]: the electronic version of the printing publication. – Arlington: The United States Environment Protection Agency, 2009. URL: <http://www.unece.org/energy/se/cmm.html>. (дата обращения 10. 03.2013).
2. Руководство по наилучшей практике эффективной дегазации источников метановыделения и утилизации метана на угольных шахтах, Серия публикаций ЕЭК по энергетике, №31. [Электронный ресурс]: электронная версия печатной публикации. – Нью-Йорк и Женева: Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций, 2010. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/cmm/pub/BestPractGuide_MethDrain_es31_chine.pdf. (дата обращения 08. 03.2013).
3. Identifying Opportunities for Methane Recovery at U.S. Coal Mines: Profiles of Selected Gassy Underground Coal Mines 2002-2006 EPA 430-K-04-003. [Electronic resource]: the electronic version of the printing publication.: The United States Environment Protection Agency, 2008. URL: http://www.epa.gov/cmop/docs/profiles_2008_final.pdf. (дата обращения 11. 03.2013).
4. Jan M. Mutmanský. White Paper: Guidebook on Coalbed Methane Drainage for Underground Coal Mines. [Electronic resource]: the electronic version of the printing publication / Jan M. Mutmanský.: The United States Environment Protection Agency, 1999. URL: <http://www.epa.gov/cmop/docs/red001.pdf>. (дата обращения 09. 03.2013).

Секция «Открытые горные работы»

УДК 622.235.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАНИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

Е.А. Полвинен, студент группы ГО-102

Научный руководитель: В.Ф. Воронков, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Разработка месторождений ПИ открытым способом предусматривает подготовку коренных пород к выемки буровзрывным способом. В Кузбассе более 85% всех вскрышных пород взрывается методом скважинных зарядов. Для инициирования этих зарядов используют традиционные схемы с использованием капсуля-детонатора, детонирующего шнура, реле замедлителей и промежуточных детонаторов.

Достоинства взрывания детонирующим шнуром: простота и относительная безопасность производства взрывных работ, возможность одновременного взрывания большого числа зарядов, а также безопасность применения по отношению к блуждающим токам. К



недостаткам можно отнести - невозможность контроля правильности монтажа взрывных сетей с помощью прибора.

Нововведением в практику буровзрывной подготовки коренных пород к выемке на разрезе является применение электронных систем инициирования скважинных зарядов.



детонатором, определяя его статус. Он не может инициировать детонатор, даже если детонатор поврежден. Это достигается, благодаря тому, что Логгер не способен сгенерировать напряжение более 6 вольт, а установленное «неогневое» напряжение – более 8.7 вольт. Логгер не содержит никаких электронных схем или программ, способных генерировать сигналы программирования, подготовки и инициирования взрыва.

Система цифрового управления энергией взрыва «I-kon» состоит из программируемых электронных детонаторов, двужильного провода для монтажа, Логгера для программирования и Бластера (взрывной машины). Остановимся на каждом более подробно: **Логгер** используется во время монтажа сети для программирования последовательности замедлений и тестирования сети. Логгер считывает и хранит уникальные идентификационные номера детонаторов и требуемое время замедления. Один Логгер способен запрограммировать до 200 детонаторов с интервалом от 0 до 15000 мс. После завершения монтажа сети или в любой момент во время его, Логгер может проконтролировать всю цепочку подсоединенных к сети детонаторов при помощи «меню тест». Логгер устанавливает связь с каждым отдельным



Детонаторы I-kon полностью программируемы, имеют встроенную электронную схему замедления и аккумулятор энергии, позволяющие им функционировать независимо после подачи сигнала инициирования. Детонатору может быть присвоено любое время замедления, независимо от расположения на взрывном проводе. Детонаторы имеют защитную структуру в электронных схемах, обеспечивающих высокую степень защиты от блуждающих токов, высокого напряжения, статики и электромагнитной индукции.

Двужильный взрывной провод с медными жилами применяется для монтажа взрывной сети. Взрывной провод подсоединяется к Логгеру, позволяя программировать замедление и тестировать сеть в процессе монтажа. С целью инициирования взрыва Логгеры помещаются за



пределы опасной зоны и подсоединяются к **Бластеру** через магистральный провод. Бластер устанавливает связь с детонаторами через Логгер. Бластеры защищены специальным пусковым ключом во избежание несанкционированного использования. Существует 4 различных типа Бластеров «I-kon». Blaster 400 применяется для взрывания до 400 детонаторов через 2 логгера; Blaster 2400s управляет 12-ю Логгерами для взрывания до 2400 детонаторов. Если синхронизировать 2 Бластера 2400S, общее количество может быть 4800 при одном взрыве. Таким образом внедрение в практику ОГР электронных систем инициирования скважинных зарядов позволяет ряд преимуществ по сравнению с традиционными: Электронная система инициирования является идеальным решением по снижению сейсмического воздействия взрыва на окружающую среду. Возможность увеличения геометрических параметров буровой сетки скважин, тем самым снижая затраты буровых работ и использование системы электронного инициирования влечет за собой не только снижение сейсмического действия взрыва, но также устойчивость откосов уступов и бортов карьеров и компактность развала горных пород. Так же возможным является улучшение фрагментационного состава - это исключительное преимущество электронных систем инициирования, благодаря чему достигаются лучшие показатели по производительности горнотранспортного оборудования, дробильных установок и снижение общих затрат на их обслуживание.

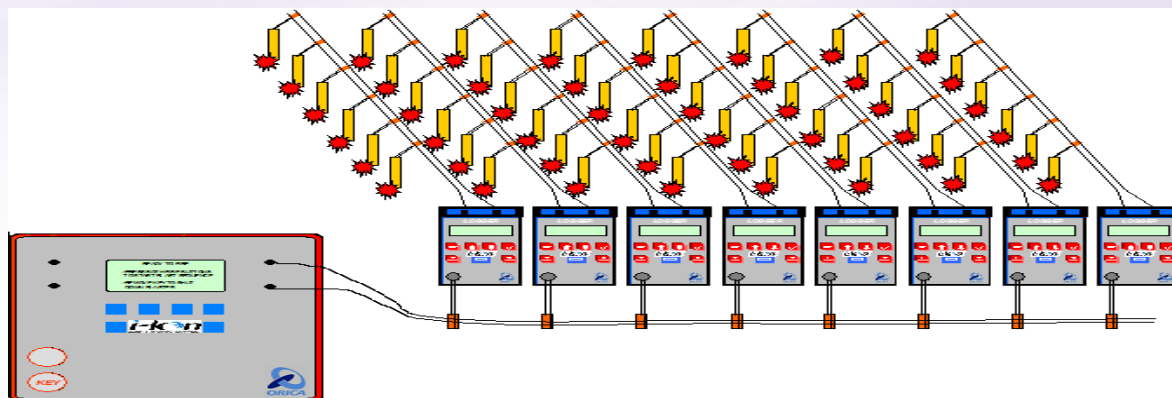


Рисунок - Схема электронной системы инициирования скважинных зарядов

Ещё существует возможность производить взрывные работы с сохранением геологической структуры рудных тел, обеспечивая тем самым минимальные потери и разубоживание полезных ископаемых. Так же использование электронной системы инициирования повышает уровень безопасности благодаря возможности получать информацию о каждом детонаторе до взрыва, а с помощью специального оборудования - контролировать, программировать и инициировать взрыв, возможность снижения удельного расхода ВВ на 10–15%. Отпадает необходимость дополнительного обучения взрывперсонала;

Основным недостатком в данный момент электронной системы инициирования является значительная стоимость.

Электронные системы инициирования рекомендуется использовать при взрывных работах в густонаселённых районах или даже в городской черте, с точки зрения безопасности для близ лежащих зданий и сооружений, а так же машин механизмов и людей. В настоящее время пока данная система дорогостоящая, но её преимущество в последствии поможет снизить затраты на ведение буровзрывных работ.



УДК 622.235

МАТРИЦА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СУММАРНЫХ ПРОСТОЕВ ЭКСКАВАТОРОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА РАЗРЕЗАХ

К.А. Голубин, аспирант, ассистент

Научный руководитель: А.А. Сысоев, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Ведение взрывных работ на разрезах для подготовки горной массы к выемочно-погрузочным работам сопровождается простоями экскаваторов и смежного с ними горного оборудования. Продолжительность этих простоев необходимо учитывать в различных задачах планирования производственных и технологических показателей. Особенность простоев по фактору взрывных работ заключается в том, что при взрывании отдельного блока в общем случае необходимо останавливать не только оборудование закрепленное за данным блоком, но и оборудование, которое попадает в опасную зону взрыва.

В настоящей статье рассматривается метод оценки суммарных простоев экскаваторов (а, следовательно, и других видов горного оборудования) за полный цикл создания резерва взорванной горной массы для группы экскаваторов, работающих в условиях взаимного влияния по фактору взрывных работ.

Будем говорить, что два экскаватора являются взаимно влияющими по фактору взрывных работ, если при проведении взрыва хотя бы для одного из этих экскаваторов, приходится останавливать оба экскаватора. В общем случае можно рассматривать группу из N_3 экскаваторов, работающих в условиях взаимного влияния, если любая пара из этой группы является взаимно влияющей друг на друга.

Это позволяет в качестве интегрального показателя продолжительности простоев группы из N_3 экскаваторов при создании резерва взорванной горной массы для всех этих экскаваторов рассматривать, так называемую, матрицу взаимного влияния (t_{ij}) , где $i, j=1 \dots N_3$. Матрица является квадратной размером $N_3 \times N_3$ и состоит из элементов t_{ij} , которые соответствуют продолжительности простоя (час.) j -го экскаватора при производстве взрыва для i -го экскаватора.

Таким образом при проведении одного взрыва под i -ый экскаватор суммарные простои экскаваторов, попадающих в зону взрыва, составят

$$t_i = \sum_{j=1}^{N_3} t_{ij}, \quad (1)$$

а при проведении полного цикла взрывов по созданию резерва взорванной горной массы для всех экскаваторов суммарные простои группы и средние простои на один массовый взрыв составят соответственно

$$t_{\text{полн}} = \sum_{i,j=1}^{N_3} t_{ij}, \quad t_{\text{ср}} = \frac{1}{N_3} \sum_{i,j=1}^{N_3} t_{ij} \quad (2)$$

Приведем пример матрицы взаимного влияния для группы из трех экскаваторов, расположение которых относительно друг друга и относительно карьерных автодорог представлено на рисунке. Затемненные круговые области являются опасными зонами при взрывании блоков для соответствующих экскаваторов.

При взрывании блока под экскаватор № 1 в опасную зону попадает только этот экскаватор. При взрывании блока под экскаватор № 2 в опасной зоне оказывается и экскаватор № 1. При взрывании блока под экскаватор № 3 другие экскаваторы остаются за пределами опасной зоны, но карьерные автодороги из соответствующих забоев оказываются в зоне



разлета кусков взорванной породы. Поэтому они должны быть перекрыты на время проведения взрыва, что ведет за собой остановку экскаваторов № 1 и № 2.

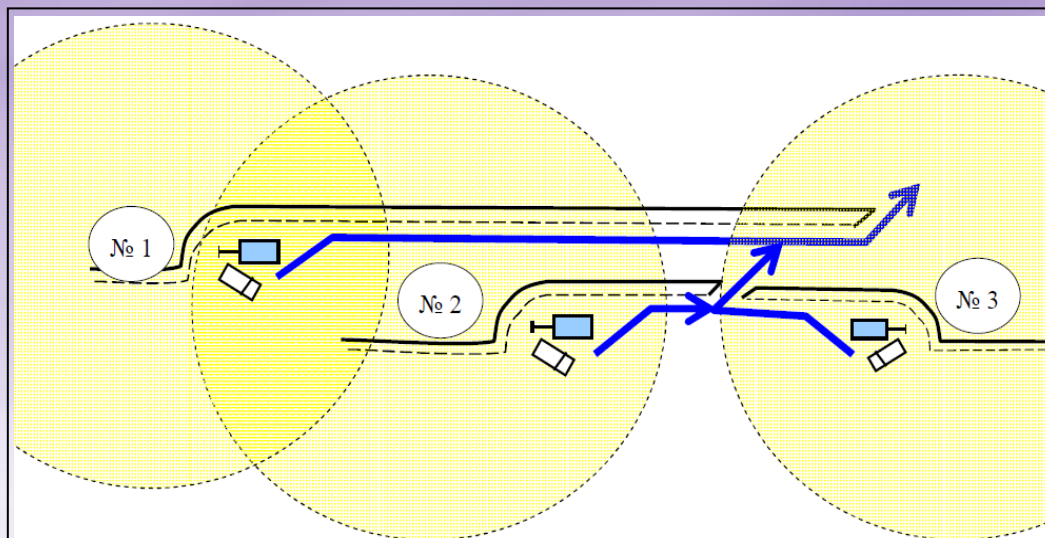


Рисунок - Условная схема расположения экскаваторов и карьерных автодорог относительно опасных зон при ведении взрывных работ

Прежде, чем привести результаты расчета суммарных простоев оборудования за полный цикл создания резерва взорванной горной массы, приведем экспертные оценки продолжительности простоев отдельных экскаваторов. Эти оценки специалистов разрезов являются приближенными. Более точные и обоснованные количественные значения продолжительности единичных простоев будут представлены в наших последующих публикациях.

При попадании в опасную зону непосредственно экскаватора возникает необходимость его перегона за пределы этой зоны. В этом случае простои горнотранспортного комплекса по данным экспертов, а также по результатам некоторых аналитических исследований [1] составляют около 2 ч. В случае, когда комплекс останавливается только в результате перекрытия карьерных автодорог, тогда продолжительность простоя комплекса примерно в два раза меньше, т. е. 1 ч.

В таблице представлена непосредственно матрица взаимного влияния (затемненные ячейки) и результаты вычислений суммарных и средних значений простоев в соответствии с принятыми в примере схемой расположения экскаваторов и карьерных автодорог таблице, а также предварительными оценками простоев горнотранспортных комплексов

Таблица
Простои горнотранспортных комплексов за полный цикл создания резерва взорванной горной массы

Номер взрывающего блока	Простои экскаваторов, час.				
	№ 1	№ 2	№ 3	всего	средн.
№ 1	2	0	0	2	0,7
№ 2	2	2	0	4	1,3
№ 3	1	1	2	4	1,3
Все блоки	5	3	2	10	1,1

Рассмотренные показатели необходимы для дальнейшего развития методики обоснования резерва взорванной горной массы на разрезах, общие принципы которой изложены в нашей публикации [2]. Наиболее информативным результирующим показателем



является средняя продолжительность одного простоя, которая в данном примере составляет 1,1 ч.

Список источников:

1. Кузнецов В.И., Ташкинов А.С. и др. Повышение эффективности взрывных работ на разрезах Кузбасса. Кемерово, 1989.
2. А.А. Сысоев, Я.О. Литвин, К.А. Голубин К вопросу об обосновании резерва взорванной горной массы на разрезах //Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2012. Материалы XIV Международной научно-практической конференции, 1-2 ноября 2012г. / редкол.: В.Ю. Блюменштейн (отв. редактор), В.А. Колмаков (зам. отв. редактора), КузГТУ. – Кемерово, 2012. – С. 36-39

УДК 622.232

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КАРЬЕР,
В СЕГМЕНТЕ ПОВЫШЕНИЯ РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ
КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА**

П.В. Артамонов к.т.н., доцент
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
г. Санкт-Петербург

В настоящее время приоритеты развития сырьевой базы для основных отраслей промышленности в среднесрочной перспективе, как в России, так и во всем мире постепенно смещаются в сторону горнодобывающей промышленности. Интенсивность инвестирования горной отрасли в ближайшие десятилетия существенным образом увеличится, по мере истощения запасов нефти и газа. Это повлечет за собой глубокое освоение месторождений полезных ископаемых, значительная доля которых расположена в Сибири и районах крайнего Севера [1]. При существующих различных проектах развития горной промышленности, определяющим фактором является себестоимость добываемого полезного ископаемого. С этой точки зрения наиболее перспективным является ведение открытых горных работ, с перемещением взорванной горной массы посредством карьерных автосамосвалов.

Вместе с тем использования горнотранспортного оборудования в условиях жесткого климата, ухудшения горнотехнических и горно-геологических условий эксплуатации предъявляет все большие требования к надежности карьерных автосамосвалов, определяемой в частности их ремонтной технологичностью. Фундаментальные исследования ремонтной технологичности карьерного транспорта в условиях низких температур были проведены в работе Квагинидзе В.С. [2]. Особый интерес с точки зрения непрерывного мониторинга состояния узлов и агрегатов карьерного транспорта представляет анализ и разработка способов текущего диагностирования металлоконструкций самосвалов, с учетом влияния природной, техногенной и социальной среды на эффективность их работы.

В тоже время появившиеся и активно развивающиеся в последние десятилетия технологии спутникового мониторинга наряду с разработкой программного обеспечения для ведения открытых горных работ в значительной мере повышают возможности анализа и оперативной оценки ремонтной технологичности карьерного автотранспорта.

Во всем мире сегодня прослеживается тенденция внедрения технологий спутникового позиционирования на карьерах и разрезах. При этом принципиально важным является переход от простых систем автоматизированного управления к интеллектуальному управлению работой всего предприятия, характеризующегося подчинением всех системных модулей одной программе[3]. Опыт успешного внедрения подобных технологий имеется на ряде разрезов Канады, Чили и Австралии.

На сегодняшний день лидером в области разработки и внедрения автоматизированных систем управления карьерным транспортом в России является компания ВИСТ Групп. По мере совершенствования работы систем спутникового позиционирования, контрольно-измерительной аппаратуры, а так же программного обеспечения управляющих модулей,



последние становятся все более многофункциональными. Внедрение специализированных модулей диагностики, контроля эксплуатации и обслуживания карьерных автосамосвалов, а также учета узлов, агрегатов и запасных частей, позволило существенным образом повысить их ремонтную технологичность.

Наиболее востребованными программными продуктами являются: модуль VG Service, модуль анализа состояния запасных частей, а также модуль учета работы шин [4]. С помощью указанных модулей осуществляется инженерный надзор всех технологических операций в карьере, производится контроль эксплуатационных параметров машин и механизмов. Учет расхода топлива, а также несанкционированного использования оборудования при выходе за пределы допустимых зон поднимает трудовую и технологическую дисциплину персонала на принципиально другой уровень. Существенным преимуществом их работы на карьерах является возможность отслеживать процессы и показатели дистанционно, при помощи данных системы GPS, а также протоколов с серверов в сети интернет.

Применение модуля VG Service для осуществления мониторинга состояния карьерного автотранспорта существенным образом способствует укреплению взаимосвязей между производителями, потребителями и сервисными службами по обслуживанию и ремонту автосамосвалов. Непрерывный учет эксплуатационных показателей обеспечивает своевременную замену запасных частей и расходных материалов, что в свою очередь снижает риски возникновения неплановых простоев.

Современный этап развития карьерного автотранспорта характеризуется переходом систем управления к принципам «интеллектуального карьера», что позволяет достичь синергетического эффекта для всего комплекса. Для реализации проекта «Интеллектуальный Карьер» компания «ВИСТ Групп» организовала дочернее ООО «ВИСТ Майнинг Технолоджи». Предпосылками для интеграции в систему интеллектуального карьера является возможность существующих модулей работать в комбинации с модулями управления. В частности модуль учета узлов, агрегатов и запасных частей помимо решения простых складских задач, в режиме реального времени импортирует в управляющий модуль ТО (Maintenance Manager) информацию об износе оборудования, местонахождении того или иного агрегата узла или детали. Управляющий модуль по полученной информации имеет возможность устанавливать нормы и коэффициенты износа для каждого типа деталей, учитывать фактические пробеги всех деталей, установленных на транспортные средства.

Отдельные элементы интеллектуального управления в сегменте автоматизированных управленческих решений на карьерном транспорте представлены в настоящее время модулем учета работы шин. Данный модуль не только осуществляет непрерывный контроль эксплуатационных параметров работы шин и оповещает диспетчера при отклонении от установленных норм, но и производит статистическую обработку информации по каждой конкретной шине с последующими рекомендациями по перераспределению автосамосвалов на участки с различной интенсивностью работы, что значительно увеличивает срок службы шин.

Фактором, способствующим повышению ремонтной технологичности карьерного транспорта посредством интеллектуального управления, является тенденция ведущих мировых производителей к производству беспилотных автосамосвалов. Их управление производится дистанционно, при этом один диспетчер может управлять несколькими машинами. Беспилотные самосвалы успешно используются на карьерах Канады, Австралии. На ОАО «БелАЗ» в настоящее время проведены испытания опытных образцов и в обозримом будущем начнется серийное производство.

Результаты исследований надежности горнотранспортного оборудования, полученные за последние десятилетия, существенным образом способствуют переходу систем управления к принципам интеллектуального карьера. При этом важным является возможность сопоставления и обработки результатов различных анализов и исследований, интегрирования их в общую базу, так как информация представлена в цифровом виде и легко конвертируется в различных программных продуктах. Спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС, GPS, а в ближайшем будущем и ГАЛИЛЕО обеспечивают возможность осуществление мониторинга работы карьерного транспорта не только на уровне отображения информации и организации перевозок, но также и на уровне автоматизированного учета состояния основных узлов и



агрегатов [5]. Все это значительным образом повышает ремонтную технологичность карьерного транспорта и способствует ее переходу на качественно новый уровень.

Список источников:

1. Гамбаль М.Ю. Оптимизация потребностей запасных частей большегрузных автосамосвалов на карьерах Севера. Диссертация на соискание степени к.т.н. Иркутск 2008 г.
2. Квагинидзе В.С. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт карьерного горно-транспортного оборудования в условиях низких температур: Диссертация на соискание степени д. т.н. Кемерово 2003 г.
3. Волкин Я. От автоматизации к интеллекту. // С News Analytics. 2008 №4. - С. 52-58.
4. Электронный ресурс: <http://www.vistgroup.ru>
5. Артамонов П.В. Программа для автоматизации расчета долговечности несущих металлоконструкций карьерных автосамосвалов, на основе данных спутниковой навигационной системы позиционирования GPS. // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2012.- № 3. С. 40-41.

Секция «Безопасность жизнедеятельности, промышленная безопасность и охрана труда»

УДК 331.453

СВОБОДА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СОВМЕСТИМОСТЬ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

П. И. Николаев, студент группы ИТ-091

Научный руководитель: Е. С. Берлинтейгер, старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г.Кемерово

В современном мире, в том числе и в России, наблюдается развитие экономики в сторону частного предпринимательства, в сторону уменьшения контроля экономики какими-либо структурами, управляющие органы стран, регионов и муниципалитетов (в том числе в Кузбассе) выделяют всё большие суммы, поддерживающие развитие бизнеса. Частные компании же, получая в свои руки всё больше компетенций, ищут пути снижения издержек своего предприятия. И, так как целью бизнес-проектов является получение как можно большей прибыли, предприниматели снижают издержки не самыми лучшими способами, в том числе путём обхода правил производственной безопасности. Такая проблема, безусловно, имеет место быть и в нашем городе. И развивается она в среде малого бизнеса, в котором трудно учесть все вредные производственные факторы из-за небольшого масштаба предприятия. Слишком дорого обходится малому бизнесу работа специалистов по обеспечению безопасности и закупка соответствующего оборудования. Таким образом, можно сформулировать проблему: увеличивается риск ущерба здоровью кемеровчан, занятых в малом бизнесе.

Соответственно поставленной проблеме ставится цель исследования: найти механизмы, обеспечивающие соблюдение малым бизнесом правил безопасности на производстве, но не отягощающие ведение предпринимательской деятельности.

Задачи исследования:

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева



- а) Собрать общую статистику соблюдения предприятиями правил безопасности.
- б) Проанализировать полученный материал и дать оценку соблюдению правил БЖД.
- в) Найти механизм, позволяющий контролировать обеспечение безопасности на предприятиях.
- г) Найти ресурсную базу для обеспечения вышеуказанного контроля.
- д) Предоставить предприятиям небольшие льготы на обеспечение безопасности на предприятии.

Собранная статистика: Для того, чтобы обследовать ситуацию в целом, были обследованы три кемеровских фирмы разного вида деятельности. Это были: офисная компания, лесоперерабатывающая компания и электромонтажная компания (все предприниматели предпочли скрыть свои данные).

Была собрана информация по общим показателям, оценивающих комфортное нахождение человека на производстве, ситуация оценивалась по семи параметрам по пятибалльной шкале:

Предприятие	Вибрация	Шум	Статика	Пыль	Микрокл.	Э-м фон
Офисное	Отл	Отл	Отл	Отл	Отл	Удовл
Электромонт.	Отл	Отл	Отл	Отл	Удовл	Хор
Лесоперераб.	Удовл	Хор	Хор	Неуд	Удовл	Хор

Офисное предприятие находится в обыкновенной квартире, которая была переделана для нужд полиграфической техники, поэтому проблем с обеспечением комфортного нахождения сотрудников в офисе нет.

Сотрудники электромонтажной компании проводят большую часть рабочего времени вне своей базы, которая располагается на краю города, однако и там в основном соблюдается общее ощущения комфорта работниками. Проблему составляет лишь микроклимат, т. к. здание, в котором находится компания, предприятие строило на свои деньги, и не было соблюдено сохранение тепла в здании, и показатели температуры, а в некоторых местах и скорость ветра, порой не соответствуют комфортным.

Самая печальная ситуация наблюдается в столярной мастерской. Сразу при попадании на предприятие в глаза бросаются все недочёты обеспечения безопасности: мелкая древесная пыль взвешена в воздухе, и человек, не привыкший и не приспособившийся к ней, не может и пяти минут выдержать, чтобы не уйти из цеха. Один аппарат для пылевыведения стоит в дальнем углу помещения, он и спасает работников от критической концентрации пыли. Массивные станки, многие из которых ещё советского производства, сильно вибрируют и шумят. Само предприятие находится в спортивном зале, что само по себе неестественно для столярной мастерской, и деревянный пол зала не может справиться с нагрузками, в некоторых местах по нему идут трещины. В цехе имеются целые одни наушники, которые достаются человеку, который работает на самом шумном станке, остальные вынуждены терпеть, да и они постепенно привыкли к нему. Прохудившиеся стены промышленного спортзала также не могут полностью обеспечить нормальный микроклимат, и температура на предприятии следует вслед за погодой на улице: по рассказам работников, летом там слишком жарко, а зимой приходится работать в двух кофтах.

Также, для всех трёх компаний характерно ведение «чёрного» бизнеса: работники на предприятиях либо не трудоустроены официально, либо устроены на минимальную заработную плату. Это также чревато осложнениями: в современной экономике при несчастном случае у человека остаётся всё меньше шансов на помощь, особенно без медицинского страхования. В рассматриваемых мной предприятиях последствия такой политики также наблюдались в офисной компании при срочных заказах служащие могут сидеть на работе без перерыва вплоть до двух суток (48 часов непрерывной работы за компьютером). В столярной мастерской отсутствие пальцев, шрамы на лице и теле, сломанные конечности не являются чем-то необычным, почти каждый столяр проходил через такое испытание и продолжает работать неофициально, потому что официально уже никто на такую работу не принимает.



На примере трёх компаний в общем становятся ясны проблемы предпринимателей и тех работников, которых они нанимают в свою компанию. Ситуация негативная и имеет нездоровую тенденцию к ухудшению, а в существовании такой проблемы можно не сомневаться. С другой стороны, следует понимать, что при мгновенном введении в бизнес неукоснительного соблюдения правил промышленной безопасности существовать перестанут более половины малых предприятий. Что является неблагоприятной ценой для обеспечения промышленной безопасности. Становится необходим некий «амортизирующий» механизм, позволяющий снизить потери от следования правилам безопасности.

В итоге мы получаем некий стимулирующий механизм, который можно применить не только к фирмам, у которых всё в порядке с доходностью и организацией, но и к тем фирмам, которые заботятся о своём персонале, официально его трудоустраивают и обеспечивают безопасность на рабочем месте.

Ресурсной базой могут выступить часть тех самых государственных грантов, о которых я упоминал в начале доклада, которые идут с денег налогоплательщиков, в том числе с простых рабочих. Если грантами будут награждаться социально ответственные фирмы, то польза от этих грантов будет не только для бизнесменов, в карман которых идёт основная сумма поощрения, но также будет обеспечиваться безопасная и комфортная работа всего трудоспособного населения. Таким образом целевая аудитория, на которую будет рассчитываться грант, многократно увеличится, а экономический эффект гранта не потеряет своей пользы для предпринимательства, так как обеспечение безопасности рабочих не затронет и 10% тех грантов, что выдаются в наше время.

В итоге, возникает необходимость ставить акцент именно на гражданскую активность, люди имеют право на выражение своего мнения. К счастью, у нас в области люди имеют и возможности для этого. При проведении научных исследований в области БЖД, создании грамотных проектов в этой области и представлении их перед Администрацией в многочисленных конкурсах. Таким образом задействуется механизм социального заказа, и контроль над безопасностью на предприятиях хоть сколько-нибудь, но будет восстановлен. Таким образом, свобода предпринимательства не будет помехой для достижений науки, которые всё ещё будут применяться на практике и не будут забыты.

Список источников:

1. Бондаренко И.А. Внутренний контроль за использованием средств федерального бюджета, выделяемых на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства // Экономист. 2011, № 10. - 0,2 п.л.

УДК 331.445:159.9

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА РАБОТНИКОВ

О.Д. Бондарь, В.И. Погорелов, студенты группы ГБб-111

Научный руководитель: А.И. Фомин, д.т.н., профессор.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

По данным Всемирной Организации Здравоохранения смертность от несчастных случаев в наше время занимает третье место после сердечнососудистых и онкологических заболеваний. Однако, если от этих заболеваний умирают, главным образом, люди старшего возраста, то от несчастных случаев гибнут преимущественно трудоспособные люди молодого и среднего возраста. Так, статистика показывает, что у мужчин в возрасте от 15 до 36 лет наиболее распространенной причиной смерти является несчастный случай. Можно с уверенностью утверждать, что проблема снижения травматизма разного рода у нас в стране, как, впрочем, и во всем мире, чрезвычайно актуальна и заслуживает самого большого внимания.



Зачастую, причиной несчастного случая служит человеческий фактор. Под понятием "человеческий фактор" подразумевают набор физиологических и психологических возможностей и ограничений, которые, в случае непринятия их во внимание, могут стать причиной неправильных действий.

Проанализировав причины аварийности можно выявить основные психологические причины, по которым люди нарушают технику безопасности и попадают в аварийные ситуации:

1) Экономия сил — действия, связанные со стремлением облегчить трудовые условия. Рабочие не используют индивидуальные и коллективные средства защиты. Выбирают более легкие (хотя и более опасные) действия, рабочие позы и движения.

2) Экономия времени — проявляется при намерении увеличить производительность труда за счет ускорения темпа работы, сокращения отдельных действий, не влияющих на конечный результат труда, но необходимых для обеспечения безопасности.

3) Адаптация к опасности происходит, когда человек по мере работы в опасных условиях привыкает к ним, и в его сознании формируется мнение о безопасности этого вида труда.

4) Ориентация на неверно выбранный идеал. В результате общения с нарушителем режима труда молодой сотрудник на фоне отсутствия опыта и критического подхода к событиям копирует деятельность.

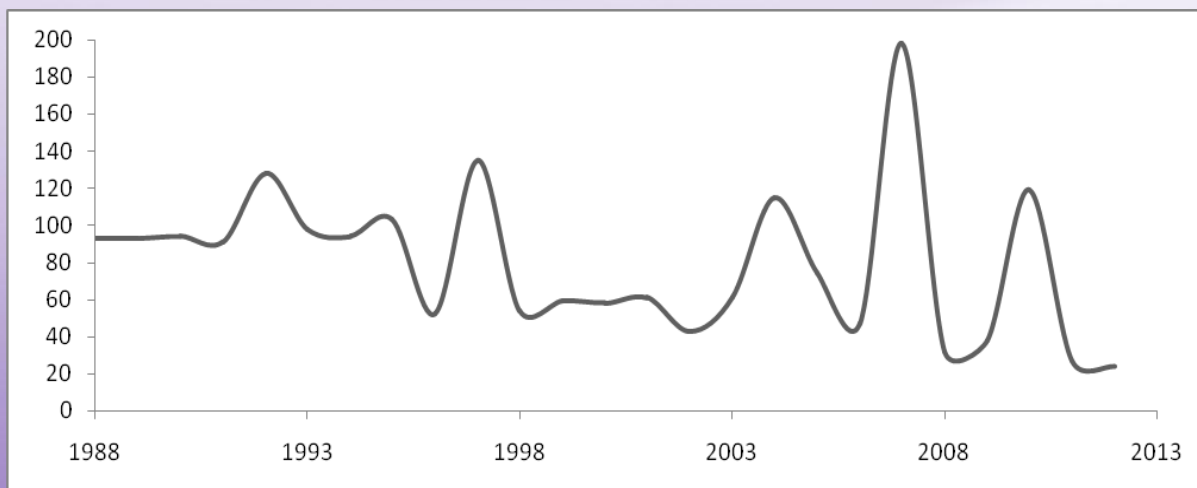
Недооценка опасности базируется на появлении в сознании уверенности в отсутствии ответственности за свои ошибки. Многолетнее отсутствие травм и гибели людей формирует мнение о невозможности чрезвычайных ситуаций.

Однако причины могут быть не только психологическими. Так, например, выделяют следующие группы причин, способствующих ошибочным действиям человека:

- недостатки информационного обеспечения, отсутствие учёта человеческого фактора;
- ошибки, вызванные внешними факторами;
- ограниченность ресурсов поддержки и исполнения принятого решения.

Отдельное внимание следует уделить недостатку информационного обеспечения. Если рабочего заранее качественно обучить, проинформировать о профессиональных рисках и их последствиях, регулярно проводить инструктажи по технике безопасности, то количество несчастных случаев, виной которым послужил человеческий фактор, можно свести к минимуму. Однако следует учесть, что необходима мотивация рабочих на соблюдение всех требований безопасности. В виде мотиваций могут выступать высокие оклады, а также различные премии и поощрения.

Обращаясь к статистике можно выделить существенный спад производственного травматизма на предприятиях Кузбасса. Благодаря принимаемым мерам в 2011 году Кузбасс достиг самых низких показателей по травматизму за всю историю российской угольной отрасли. Уровень общего травматизма сократился на 30%, а смертельного на 20% в сравнении с самыми минимальными показателями, которые были в отрасли, с учётом советского периода.





Всё это достигнуто благодаря реализации государственной политики по сохранению жизни и здоровья работников и выполнению требований трудового законодательства. Основными курсами этой политики служат обучение сотрудников требованиям по охране труда, финансирование проведения аттестации условий рабочих мест, модернизация системы управления охраны труда и внедрение системы управления профессиональными рисками.

Таким образом, можно сделать вывод, что при неполноте федерального социального законодательства по вопросам охраны труда и промышленной безопасности наиболее адекватное влияние человеческого фактора на эти сферы должно учитываться на региональном уровне. Так, здесь можно и нужно комплексно регулировать экономику, занятость населения, его обучение и переобучение в сфере охраны труда и промышленной безопасности. В субъектах Российской Федерации можно эффективно дорабатывать и дополнять федеральные законы в сфере безопасности труда.

Важнейшим человеческим фактором эффективности и безопасности труда является образовательный уровень работников: чем выше образование работника, тем эффективнее труд, тем быстрее работник адаптируется к производственной среде.

Человеческий фактор безопасности труда предполагает и активную политику в сфере дополнительного профессионального образования по охране труда и промышленной безопасности.

Рассмотрим на примере влияние человеческого фактора на безопасность.

24 мая 2007 года на шахте «Юбилейная» произошёл взрыв, повлёкший гибель 39 человек. Комиссия установила, что причиной взрыва послужило короткое замыкание повреждённых жил на корпус. Это произошло вследствие нарушения правил эксплуатации комбайна, результатом которого стало недопустимое натяжение комбайнового кабеля. В результате взрывозащита кабеля была нарушена из-за частичного выдёргивания кабеля из вводного устройства.

Возникновению аварии способствовали:

- неквалифицированные действия машиниста комбайна и механика участка
- отсутствие надлежащего контроля над обслуживанием комбайна
- формальная работа служб производственного контроля шахты и компании

Из этой трагедии не было вынесено уроков, поэтому 20 января 2013 года на «Котинской» шахте №7 произошёл подобный несчастный случай, в результате которого погибли 8 человек, и 2 человека получили травмы.

Список источников:

1. Анализ и оценка риска производственной деятельности, П.П. Кукин, В.Н. Шлыков, Н.Л. Пономарёв, Н.И. Сердюк
2. Безопасность жизнедеятельности на производстве, Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов
3. Анализ политики безопасности жизнедеятельности и принимаемых мер по охране труда в угольной промышленности в Кемеровской области, Л.С. Хорошилова, А.А. Рыкова
4. Техническая инспекция труда, статистические отчёты за 2007-2012 гг.
5. Кузбасс. Статистический ежегодник 2012 г.
6. Результаты расследования экспертной комиссией взрыва метана на шахте «Юбилейной» 24 мая 2007 г.
7. Результаты расследования экспертной комиссией взрыва метана на «Котинской» шахте №7 20 января 2013 г.



АЭРОИОННЫЙ СОСТАВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ

В.Е. Симкина, студентка группы ПИБ-111

Научный руководитель: С.Г. Артинова, ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева
г. Кемерово

В последние пару тысячелетий человечество все больше и больше стало заботиться о своей безопасности и здоровье. Но все чаще мы чуть ли не с самого детства сталкиваемся с рядом различных заболеваний, половина из которых носит хронический характер. В наше время все трудней и трудней поддерживать состояние здоровья на «высоком» уровне. Согласитесь, 100%е здоровье – это действительно роскошь, которая встречается все реже, причем не только среди пожилого возраста, но и среди людей среднего возраста, молодежи, подростков, да что говорить, даже среди детей!

Наш век – век процветающей индустрии, рыночной экономики и всего того, ради чего можно остаться в зданиях больших городов, забыв даже про своевременные прогулки, не говоря уже про регулярные выезды на природу.

Наш век - век электроники и электротехники: компьютеров, ноутбуков, телевизоров, телефонов, бытовой электротехники и еще множеством приборов, без которых мы больше не можем представлять свою жизнь.

В последнее время мы все больше времени проводим в закрытых помещениях, окружив себя всевозможными современными технологиями. Разве это можно считать привычным? Конечно же нет, это не свойственно нашему организму. Отсюда усталость, нервозность, ухудшение здоровья, снижение работоспособности.

Условия труда так же играют важную роль в вопросе о нашем здоровье. Ведь они являются совокупностью факторов трудового процесса и рабочей среды, в которой осуществляется деятельность человека. Потому что если условия для работы не выполняются, то это сильно влияет и на здоровье в целом. Причем не только ваше, но и следующих поколений. Такое явление называют вредным фактором рабочей среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства. Существует множество причин, которые должны соблюдаться на рабочем месте, но в данной работе мы лишь рассмотрим важность воздушной среды, в состав которой входят аэроионы.

Проблема: существующие аэроионы влияют на нашу работоспособность и здоровье

Цель работы: Изучение методов оптимизации аэроионного состава воздушной среды для нормализации работоспособности и для сохранения здоровья.

Задачи:

1. ознакомить с понятиями, такими как положительные и отрицательные аэроионы
2. изучить влияние аэроионов на состояние человека
3. узнать способы устранения данной проблемы

Что же такое аэроионы? Это легкие ионы, носителями заряда которых являются атомы, молекулы или комплексы молекул газов воздуха. Впервые острую необходимость для жизни отрицательных аэроионов воздуха доказал великий русский биофизик Александр Леонидович Чижевский. Это было в 20-е годы в СССР. Чижевский ставил тогда просто сенсационные эксперименты. Он помещал мышей в герметичную камеру и пропускал туда воздух сквозь плотный фильтрующий слой ваты. Через 5-10 дней животные становились вялыми, как при авитаминозе. Постепенное болезненное состояние переходило в коматозное, мыши наотрез отказывались от пищи. Наконец агонизировали и гибли. Это явление Чижевский назвал аэроионным голоданием.

При фильтрации кислород воздуха теряет свое великое «нечто» - свои физические свойства, которые необходимы для поддержания жизни. Проходя сквозь слой ваты, воздух оставляет на ней все свои электрические заряды, в том числе и отрицательные аэроионы – целебные витамины воздуха. Влияние отрицательно заряженных ионов, не имеющих ни



вкуса, ни запаха, схоже с действием витаминов А, Е и В, а в ряде случаев обладает выраженным лечебным эффектом. Морской бриз, горный воздух, хвойный лес – все утоляет наш аэроионный голод. Это благодаря тому, что воздух насыщен здесь отрицательными аэроионами. В городских квартирах их почти нет. Даже если распахнуть окно, то и этого будет недостаточно, так как воздух современных городов беден «витаминами воздуха». А кондиционеры, хоть и создают приятный микроклимат, но начисто лишают его последних аэроионов, делают его мертвым. Чижевский был человеком, ориентированным на практику. Он создал первый в мире аэроионизатор. По сути, это миниатюрная витаминная фабрика, ведь люстра Чижевского дает не свет, а мощные потоки отрицательно заряженных целебных аэроионов.

Но кроме отрицательных существуют и другие – положительно заряженные аэроионы. Это ионы-убийцы, которые несут болезни и медленную смерть. Особенно высокая их концентрация около экранов телевизоров, мониторов компьютеров. Они проникают в легкие, и альвеолы легких покрываются слизью, слипаются. Это подтверждено недавними исследованиями израильских ученых. И только мощный поток отрицательных аэроионов может нейтрализовать положительный ионный смог. Вот почему в последние годы, когда компьютеры и телевизоры заполнили все вокруг (ежегодно в мире выпускается 150 миллионов компьютеров, более 200 миллионов телевизоров), мы повернулись, наконец, лицом к гениальной идее профессора Чижевского, оценили ее спасительное влияние. Порассуждаем прагматично. Не в нехватке ли «витаминов воздуха» причина многих наших болезней? Задумайтесь! Если овощи и фрукты более или менее часто появляются на нашем столе, то за живым, насыщенным отрицательными аэроионами воздухом мы отправляемся за город крайне редко. А ведь такой воздух без хлопот круглый год может быть в наших офисах и квартирах.

И тут все вспомнили об изобретении «люстра Чижевского», которая направлена именно на создания большого количества отрицательных аэроионов внутри помещений больших городов. Встречаются они разных форм и типов, но выполняют одну и ту же функцию: снять статическое напряжение в воздухе и обезопасить людей от влияния положительных аэроионов. Сам метод аэроионизации допускает создание меньшей концентрации ионов – до 1 тысячи на 1 куб. см воздуха – с профилактической целью, такую концентрацию создают в рабочих кабинетах, спальнях, комнатах, где происходит явление "тихого разряда". Экран-люстру подвешивают к потолку на изоляторах. Для проверки аэроионизатора можно использовать вату. Если ионизатор исправлен, небольшой кусочек ваты должен притягиваться к люстре с расстояния 0,5-0,6 м. Осторожно приближая руку к иглам люстры на расстояние 70-100 мм, мы почувствуем холод, а если поднесем индикатор напряжения, то будет светиться неоновая лампочка. Во время работы ионизатора не должно появляться никаких запахов. Запах свидетельствует о наличии в помещении посторонних газов (озона, окислов азота). При включенном аэроионизаторе следует находиться на расстоянии 0,5-1 м от люстры. В помещениях с плохой вентиляцией ионизатор следует включать на короткие промежутки времени в течение всего дня.

Из отчета медицинской ассоциации США: открытие Чижевского может иметь стратегическое значение для всех стран в плане сохранения здоровья нации. Медицинские научные работы доказали неоспоримые преимущества благоприятного воздействия заряженных биполярных ионов: улучшение психологического и физического состояния; увеличение сопротивляемости заболеваниям; снижение количества бактерий в помещении; очищение воздуха от взвешенных микрочастиц; ослабление эффекта, вызванного статическим электричеством.

Заключение: одной из центральных проблем охраны труда является профилактика профессиональных заболеваний, опирающаяся на поддержание факторов производственной среды в допустимых пределах. Всем хорошо известна роль химического состава воздуха. Атмосферное электричество является неотъемлемым компонентом внешней окружающей среды и спутником эволюции жизни на всех ее этапах. Человек так изменил естественную среду обитания, что возникла острейшая проблема искусственного обогащения воздуха аэроионами. Положительно заряженные ионы появляются под воздействием на воздушную среду радиоактивного, рентгеновского и ультрафиолетового излучения, термоэмиссии, фотоэффекта и других ионизирующих факторов, обусловленных технологическими



процессами. Они же являются вредными для организма. Отрицательные ионы – как природный фактор, но так же есть путь их создания и искусственным путем, чтобы обеспечить человеку возможность поддерживать свое самочувствие и здоровье.

И хотелось бы добавить, какими бы не были замечательными новые технологии, помните: ничто не заменит естественную среду обитания человека. Поэтому не перетруждайте свой организм, устраивайте перерывы в работе, больше проводите времени на свежем воздухе и как можно чаще выезжайте за город.

Список источников:

1. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»
2. МУК 4.3.1675-03 «Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха».
3. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
4. Письмо Минтруда России от 18.07.2000 N 647-8 «О контроле аэроионного фактора в производственных и общественных помещениях».
5. МУ4.3.1517-03 «Санитарно-эпидемиологическая оценка и эксплуатация аэроионизирующего оборудования».

УДК 614.838.12

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ШАХТНАЯ ПЫЛЬ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Д.П. Емец, студент группы ГБб-111

Научный руководитель: А.И. Фомин, профессор, д.т.н.,

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Шахтная пыль, характер которой зависит от ее состава, наиболее часто бывает причиной возникновения заболеваний и взрывов. Ежегодно на угольных шахтах происходят десятки вспышек и взрывов метана.

Факторы, оказывающие влияние на взрывчатость угольной пыли

- пыль может превратить взрыв небольшого количества метана во взрыв большой силы;
- присутствие в воздухе тонкой и сухой угольной пыли снижает нижний предел взрывчатости смеси метана с воздухом; смесь становится взрывчатой при содержании метана меньше 5%;
- при участии угольной пыли во взрыве продукты его всегда содержат большое количество окиси углерода, которая может явиться причиной гибели людей.

Взрыв угольной пыли имеет ряд особенностей:

- взрыв пылевого облака обуславливается степенью дисперсности пыли, ее способностью к агрегации, содержанием влаги, мощностью источника воспламенения;
- химический состав пыли обуславливает выход летучих продуктов, которые принимают участие во взрыве;
- взрыву предшествует накопление тепла в результате реакции окисления и образование газообразных продуктов;
- облако угольной пыли способно самовозгораться электричеством вследствие трения пылинок друг о друга, а при благоприятных условиях — разрядиться с появлением искр, которые могут воспламенить пыль;
- при взрыве пыли всегда образуется много окиси углерода, в то время как при взрыве метана образуется преимущественно углекислый газ.



Газообразных продуктов термического разложения угля практически постоянен и равен 4,2%. Взрывчатость обуславливается одновременным влиянием всех горючих компонентов. Степень взрывчатости пыли может характеризоваться давлением в месте взрыва. Увеличение выхода горючих веществ (V^{daf}) обуславливает возрастание давления взрыва. Угольная пыль подразделяется на слабовзрывчатую ($V^{daf} < 15\%$) и сильновзрывчатую ($V^{daf} > 15\%$).

Естественное содержание золы в угле обычно недостаточно, чтобы предупредить взрыв. Поэтому применяют искусственное озоление пыли в выработках — осланцевание.

В зависимости от скорости распространения фронта пламени и движения газообразных продуктов различают:

Воспламенение — спокойное сгорание пыли; Вспышка с давлением до 2 атмосфер и скоростью горения от 4 до 10 м/сек; Взрыв со скоростью горения более 100 м/сек; Детонация со скоростью распространения фронта пламени более 1000 м/сек.

В шахте нет условий для протекания взрывов угольной пыли типа детонации.

Поэтому взрыв угольной пыли в шахте относят к типу дефлястрации (выгорания).

Взрыв угольной пыли в шахте можно рассматривать как итог последовательно происходящих явлений:

- приведение пыли во взвешенное состояние;
- появление источника тепла;
- воспламенение пыли и передача тепла от слоя горящей пыли следующим слоям.

Шахтная пыль — основная причина заболеваний горнорабочих таким как пневмокониозы, антракозы, силикоз

В борьбе с образованием и распространением пыли наиболее эффективны технологические мероприятия. Комплекс мер по обеспыливанию воздуха предусматривает:

- снижения концентраций пыли до нормируемых предусматривается орошение водой, водными растворами смачивателей пыли, форсуночными распылителями участков и мест производства технологических операций

- вода, используемая для целей пылеподавления, должна по бактериологическому и токсикологическому показателям соответствовать ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль воды должен производиться ее анализ в лаборатории местной санэпидстанции. Отбор проб воды для анализа должен производиться из пожарооросительного трубопровода в местах подключения потребителей. Места и график отбора проб воды утверждаются техническим руководителем шахты и согласовывается с органами санэпиднадзора;

- оборудование перед производством работ очищается от угольно-породной пыли;

- очистка подземных выработок от пыли, осевшей на почве, боковых стенках, элементах крепления, должна осуществляться регулярно мокрым способом .

- запрещается уборка пыли путем сдувания ее сжатым воздухом;

- рабочие, подвергающиеся воздействию пыли, обеспечиваются противопылевыми респираторами согласно отраслевым нормам;

Эффективное пылеподавление, включающее одновременно очистку запыленного воздуха и орошение горной массы водой, достигается при применении цилиндрических и конических водовоздушных эжекторов.

На основании данной работы можно сделать следующие выводы:

- необходимость контроля запыленности шахтного воздуха и изучение его роли в возникновении профессиональных заболеваний шахтеров;

- качественное осуществление мероприятий по борьбе с пылью;

- комплексное применение различных способов предотвращения, снижения пылеобразования, пылеподавления;

- улучшение социально-бытовых условий, способствующее сопротивляемости организма;

- создание цеховых служб здоровья;

- уменьшение пылепоступления (перехода образующейся пыли во взвешенное состояние);

- очистка воздуха от витающей пыли;

- широкое внедрение информационно-аналитической системы на шахтах.



Средствами индивидуальной защиты от промышленной и угольной пыли являются: защитные очки, респираторы покрывающие одну четвертую часть лица, пылевая маска.

Список источников:

1. Исследование свойств промышленной пыли. Методические занятия по дисциплине «Безопасности жизнедеятельности» для студентов всех специальностей всех форм обучения. Л.А.Шевченко., Н.С.Михайлова., С.Н Ливинская;
2. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Р2.2-2006-05.

УДК 628.518:537.811

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

А.В. Фомин, А.А. Ибрагимова, студенты группы ГМ_с-111

Научный руководитель: С.Н. Ливинская, старший преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Непрерывный индустриальный прогресс и стремительное развитие науки в современную эпоху ведут к широкому использованию различных домашних электроприборов и электронного оборудования. Это создаёт людям огромные удобства в работе, учёбе и повседневной жизни, и, одновременно, наносит скрытый вред их здоровью.

Наукой доказано, что вся бытовая электроника в процессе применения разной степени генерирует электромагнитные волны разной частоты. Электромагнитные волны не имеют цвета, запаха, невидимы, неосознаемы, но при этом обладают большой проникающей силой, так, что человек беззащитен перед ними. Они уже стали новым источником загрязнения окружающей среды, отрицательно воздействуют на здоровье человека, вызывая различные заболевания.

К настоящему времени в мире прошло четыре Международных Конгресса по вопросам действия малых и сверхмалых излучений на здоровье человека. Вопрос признан настолько актуальным, что проблема «электронного смога» поставлена Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) на первое место по опасности воздействия на здоровье человека. ВОЗ считает «существующий уровень современного электромагнитного излучения и его воздействие на население более опасным, чем действие остаточного ядерного ионизирующего излучения».

Международная комиссия по защите от неионизирующих излучений стран Европейского союза рекомендует правительствам всех государств принять самые эффективные профилактические и технические средства и меры защиты населения от действий «электромагнитного смога».

Основные источники электромагнитных полей: электротранспорт (трамваи, троллейбусы, поезда); линии электропередач (городского освещения, высоковольтные); бытовые электроприборы; теле- и радиостанции (транслирующие антенны); спутниковая и сотовая связь (транслирующие антенны); персональные компьютеры и т.д.

Каково же влияние электромагнитного поля на здоровье человека? При определённой интенсивности поля промышленной частоты 50 Гц (его, к примеру, генерируют холодильники с системой «No frost» или работающие СВЧ-печи) воздействие прибора на человека становится сходным с воздействием слабого канцерогена. «Достоверно установлено, что любое поле вызывает отклик в нашем организме, – говорит Олег Григорьев, директор Центра электромагнитной безопасности. – Наиболее чувствительные – нервная, иммунная, эндокринная и половая системы. При продолжительном воздействии электромагнитного поля защитные ресурсы организма начинают истощаться быстрее».



За рубежом давно признали актуальность проблемы. Так, итальянские учёные открыли, что электромагнитные поля могут вызывать бесплодие. К слову, именно на детородной функции, как женщин, так и мужчин влияние электромагнитных полей отражается наиболее сильно.

В США установили, что электромагнитные поля негативно воздействует на мозг: существует прямая зависимость между развитием злокачественных образований и определёнными профессиями. Среди тех, кто постоянно работает с видеодисплейными терминалами, радиотелефонами и радиопередатчиками, число поражённых раком мозга больше. В группу риска, например, попали американские полицейские, вынужденные постоянно пользоваться радиопередатчиками.

Шведские учёные выяснили, что у беременных женщин, работающих на компьютере, в 1,5 раза чаще происходят выкидыши и в 2,5 раза выше риск рождения детей с врождёнными нарушениями центральной нервной системы. В этой стране вообще рекомендован гигиенический норматив интенсивности электромагнитного поля, равный 0,2 мкТл. Для сравнения: в батарее сотового телефона ЭМП может достигать 6 мкТл (в 30 раз выше), в троллейбусах и трамваях – 250 мкТл (в 1250 раз выше), в вагоне метро – 450 мкТл (в 2250 раз выше).

Обычно изменения возникают у лиц по роду своей работы постоянно находившихся под действием электромагнитных излучений с достаточно большой интенсивностью. Работающие с ЭМП, а также население, живущее в зоне действия ЭМП жалуются на раздражительность, нетерпеливость. Через 1-3 года у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на малую эффективность сна и на утомляемость. Учитывая важную роль коры больших полушарий и гипоталамуса в осуществлении психических функций человека, можно ожидать, что длительное повторное воздействие предельно допустимых электромагнитных излучений (особенно в дециметровом диапазоне волн) может повести к психическим расстройствам.

Особое беспокойство вызывает распространение беспроводной связи (Wi-Fi), генерирующей пульсирующее электромагнитное излучение.

Эта технология беспроводного доступа в интернет может нанести вред формирующейся центральной нервной системе ребенка, считают эксперты. Специалисты из Всемирной организации здравоохранения рекомендуют воздержаться от использования системы беспроводного доступа в интернет через Wi-Fi в учебных заведениях для детей.

По мнению медиков, она, как и другие системы широкополосного беспроводного доступа в сеть, отрицательно влияет на развитие центральной нервной системы детей. Причиной этому является электромагнитное излучение, которое может создать дополнительную нагрузку на организм ребенка.

ВОЗ отмечает, что пока располагает недостаточным объемом данных, позволяющих делать однозначные выводы о вреде Wi-Fi для детского организма. Поэтому организация относит использование этой системы, как и мобильных, к факторам недоказанного риска.

В 2010 году ученые из Нидерландов выяснили, что излучение Wi-Fi заставляет деревья «болеть» и сбрасывать часть листьев. Один из авторов исследования, ученый-инженер Алистер Филипс, заявил о возможной опасности для людей Wi-Fi и радиоволн. По его данным, пульсирующий сигнал Wi-Fi может быть даже вреднее для человеческого организма, чем стабильные разновидности радиоволн.

По мнению Филипса, облучение может сказаться на способности молодых людей быть отцами. Особенно это касается тех мужчин, которые любят держать ноутбуки на коленях, отметил ученый. Также Wi-Fi пагубно отражается на способности человека соображать, то есть, оказывает непосредственное влияние на мозг и способность мыслить, подчеркнул специалист.

Итак, подведем итоги.

Первые симптомы воздействия электромагнитного поля: утомляемость, раздражительность, нарушения сна, нарушения памяти и внимания.

Продолжительное влияние электромагнитных полей может вызвать: мигрень, бесплодие (у мужчин и у женщин), проблемы при беременности – выкидыши, поражения центральной нервной системы у детей, рак мозга.



Как уменьшить влияние электромагнитных полей?

1. Соблюдайте безопасные расстояния - не стойте у работающей СВЧ-печи, не спите у роутера Wi-Fi.
2. Выключайте роутера Wi-Fi, когда не пользуетесь интернетом.
3. Правильно располагайте в квартире мебель и электроприборы. Не размещайте кровать у стенки, если за ней находится холодильник, компьютер или телевизор.
4. Даже несущие стены не служат преградой для низкочастотного ЭМП, а потому при расстановке мебели имеет смысл заглянуть и к соседям. Вдруг за спинкой вашего любимого кресла, где вы проводите по несколько часов каждый вечер, стоит чужая электроплита?
5. Не держите ноутбуки на коленях.
6. Сократите время разговоров по мобильным телефонам. Находясь дома, старайтесь пользоваться стационарным аппаратом.

Список источников:

1. [ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07](#) "Предельно допустимые уровни магнитных полей с частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях".
2. [СанПиН 2.2.4.1191-03](#) "Электромагнитные поля в производственных условиях".
3. [СанПиН 2.1.2.1002-00](#) "Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям";
4. СНиП 2971-84 "Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты".

УДК 628.517.2

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ РИСКОМ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ СЛУХА, НА ПРИМЕРЕ
НАУШНИКОВ**

Г.Д. Шакирова, Ю.В. Ваганова, студенты группы ГБб-111.

Научный руководитель: Фомин А.И., профессор, д.т.н.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Высокие показатели профессиональной заболеваемости в отраслях экономики Кузбасса свидетельствуют о недостаточной эффективности проводимых мероприятий по ее предупреждению. Самые высокие показатели профессиональной заболеваемости зарегистрированы в угольной промышленности. На долю шахтеров в Кемеровской области приходится более 80 % выявленных профессиональных заболеваний.

Учитывая, что перспективы развития Кузбасса напрямую связаны с угольной отраслью, решением проблемы, существенного снижения уровня профессиональной заболеваемости работников угольных предприятий, является актуальной и приоритетной задачей.

Наиболее уязвимым звеном действующих подходов профилактики и профессиональной заболеваемости стало отсутствие нормативно-методической базы для проведения расчетов риска, построения расчетов труда, отсутствие методики эффективного стимулирования экономической заинтересованности в проведение мероприятий через систему обязательного социального страхования, проведение углубленных медицинских осмотров работников угольной отрасли, в том числе прекративших работу на угледобывающих предприятиях, индивидуальных медицинских и социальных мер реабилитации.

Таким образом, целью работы является рассмотрение концептуальных подходов к профилактике профессиональных заболеваний органов слуха работников угольной отрасли, основанных на принципах управления рисками профессиональных заболеваний, позволяющих эффективно проводить предупреждающие меры.



Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека, так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности. При действии шума снижается способность сосредоточения внимания, точность выполнения работ, связанных с приемом и анализом информации, и производительность труда. При постоянном воздействии шума работающие жалуются на бессонницу, нарушения зрения, расстройства органов пищеварения, отмечается повышенная нервозность.

Шум, отрицательно воздействуя на слух человека, может: временно (от минуты до одного месяца) снизить чувствительность к звукам определенных частот, вызвать повреждение органов слуха, стойкую глухоту.

Стойкие изменения слуха вследствие воздействия шума, как правило, развиваются медленно. Нередко им предшествуют адаптации к шуму, которая характеризуется нестойким снижением слуха, возникающим непосредственно после его воздействия и исчезающим вскоре после прекращения его действия. Начальные проявления профессиональной тугоухости чаще всего встречаются у лиц со стажем работы в условиях шума около 5 лет. Риск потери слуха у работающих более 10 лет в условиях воздействия шума составляет 10 % при уровне 90 дБ, 29 % при 100 дБ и 55% при 110 дБ.

Адаптация к шуму рассматривается как защитная реакция слухового анализатора на раздражитель, а утомление является предпатологическим состоянием, которое при отсутствии длительного отдыха может привести к стойкому снижению слуха.

Развитию начальных стадий профессионального снижения слуха могут предшествовать ощущения шума в ушах, головокружение, головная боль. Восприятие разговорной и шепотной речи в этот период не нарушается.

Характерным для начальных стадий поражения слухового анализатора, обусловленного воздействием шума, является повышение порога восприятия звуковых частот (4000-8000Гц). По мере прогрессирования патологического процесса повышается порог восприятия средних, а затем низких частот. Восприятие шепотной речи понижается при более выраженных стадиях профессионального снижения слуха, переходящего в тугоухость.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике возникновения; звукопоглощение и звукоизоляция; установка глушителей шума; рациональное размещение оборудования; применение СИЗ.

Средствами индивидуальной защиты от шума являются вкладыши, наушники и шлемофоны. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит используемых материалов, конструкций, силы притяжения, правильности ношения.

Наушники обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7-38 дБ в диапазоне частот 125-8000 Гц.

В угольной промышленности большая часть персонала работает при повышенных уровнях шума-55.7% и вибрации-28.5%.

Под риском получения профзаболевания работников определенной профессии понимается вероятность заболевания работника по отношению к общему количеству работающих в сводимых условиях труда. Риск рассчитывается по следующей формуле:

$$R = \frac{N_z}{N},$$

где N_z - количество рабочих с профессиональными заболеваниями определенной профессии; N - общее количество рабочих.

Нейросенсорная тугоухость проявляется при всех видах трудовой деятельности, связанных с систематическим воздействием интенсивного производственного шума.

Расчетный риск возникновения нейросенсорной тугоухости у рабочих угольных шахт Кемеровской области при стаже работы от 10 до 14 лет составляет 0,00030, от 15 до 19 лет- 0,00209. При стаже работ от 20 до 24 лет риск потери слуха составляет-0,00298, что недопустимо.

Таким образом, используя качественные, сертифицированные с нужной степенью эффективности средства защиты органов слуха, работник может сохранить здоровье, продлить



свою жизнь и работать намного безопасней, нежели, используя некачественные и неэффективные СИЗ.

Управление профессиональным риском с помощью правильного использования СИЗ органов слуха, работниками ведущих профессий (группы риска).

Таблица 1

Класс условий труда	ПДУ дБ/раз	Исходные данные по минимальному значению	Наушники А-25 дБ	Время безопасной работы без использования СИЗ, год	Коэф. Снижения шума. Наушники А-25	Время безопасной работы с наушниками А-25
3.3	25	125	100	9,00	0,80	11,25
3.4	35	175	150	6,43	0,86	7,50
4	50	250	225	4,50	0,90	5,00

Таблица 2

Класс условий труда	ПДУ дБ/раз	Исходные данные по минимальному значению	Наушники Б-25 дБ	Время безопасной работы без использования СИЗ, год	Коэф. Снижения шума. Наушники Б-25	Время безопасной работы с наушниками Б-25
3.3	25	125	105	9,00	0,84	20,45
3.4	35	175	155	6,43	0,89	10,71
4	50	250	230	4,50	0,92	7,26

Таблица 3

Класс условий труда	ПДУ дБ/раз	Исходные данные по минимальному значению	Наушники В-25 дБ	Время безопасной работы без использования СИЗ, год	Коэф. Снижения шума. Наушники В-25	Время безопасной работы с наушниками В-25
3.3	25	125	110	9,00	0,88	10,23
3.4	35	175	160	6,43	0,91	7,03
4	50	250	235	4,50	0,94	4,79

Список источников:

1. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Р2.2-2006-05



УДК 553.981:622.324.5

МЕТАН И ЕГО ДОБЫЧА В КУЗБАССЕ

Т. А. Мигунова, А. А. Пузанкова, студенты группы ФПс-121

Научный руководитель: Т. Ф. Мельникова, ассистент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачёва
г. Кемерово

Метан угольных бассейнов как полезное ископаемое в настоящее время приходится оценивать с двух принципиально различных позиций, отражающих его двойственную геолого-экономическую сущность.

Метан — попутное полезное ископаемое, извлечение которого осуществляется средствами шахтной дегазации при добыче угля, для обеспечения газобезопасности.

В процессе дегазации шахты себестоимость добычи метана играет вторичную роль. Средствами дегазации, применяемыми на шахтах России, извлекается до 30 % общего объема выделяющегося метана. Дегазация высокогазоносных угольных пластов необходима, потому что метан — это большая угроза, представляющаяся для угольных шахт [1]. Метан опасен тем, что при взаимодействии с воздухом образует взрывоопасную смесь при объемных концентрациях (5-15%), а при концентрации более 16 % горит, также высокое содержание метана в воздухе приводит к удушью. Согласно нормам содержание метана в воздухе не должно превышать 2 %. На сегодняшний день, чтобы обеспечить безопасность в шахтах используют - дегазацию шахт перед началом работ, датчики метана, автоматические установки локализации взрывов, индивидуальные метаноискатели в головных светильниках шахтера [2].

Также метан может служить дополнительным энергетическим ресурсом, прежде всего, для предприятий угледобывающей отрасли. Метан угольных пластов — экологически более чистое, чем уголь, и эффективное топливо. Подземная добыча угля сопровождается выделением метана из угленосных свит, представляющим технологическую опасность. Ежегодно шахты Кузбасса выбрасывают в атмосферу приблизительно 1—2 млрд. кубометров метана, из которых 100—200 млн. кубометров составляет метан, выведенный на поверхность по трубопроводам дегазационных систем с концентрацией до 80 % [1].

В Кемеровской области впервые в России создается новая промышленная отрасль — углегазовая, пробурено четыре скважины глубиной до 950 м на угольных пластах Талдинского угольного месторождения в Прокопьевском районе. Из них велась опытная добыча метана. Выход газа из этих скважин составлял более 4 тысяч кубометров в сутки. Продуктивные отложения Талдинского разреза слагает группа пластов с пологим залеганием крыльев крупной складки. Углы падения угольных пластов на юго-западном крыле составляют 5-10°, на северо-восточном 10-20°. Средняя суммарная мощность всех пластов равна 88 м, рабочая угленосность составляет 15,2 %.

По инициативе губернатора А. Г. Тулеева, Кемеровская область сотрудничает с «Газпромом» уже десятый год в рамках проекта «Метан Кузбасса». Совместная работа областных властей и холдинга показала, что в Кузбассе есть не только хорошие запасы метана, но и, самое главное, - техническая возможность его промышленной добычи. На сегодняшний день, эксперимент по добыче метана из угольных пластов успешно завершён. Промышленные запасы метана в Кузбассе подтверждены [3].

Список источников:

1. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири. [Текст]/ Коллектив авторов; М.: ООО "Геоинформцентр" 2003, - 604 с.
2. Взрыв метана в угольных шахтах [Текст] <http://ria.ru/infografika/20130211/922258218.html>
3. Деловой Кузбасс. [Текст]/ <http://delkuz.szam5.com/news/coal-of-kuzbas/news9188.html>



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕДНО-КОЛЧЕДАННОЙ РУДЫ КАМЕНУШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (САЛАИРСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ)

Ю. А. Сергеева, студентка группы БГс-121

Научный руководитель: О. Е. Шестакова, к.г.-м.н., доцент

Кузбасский Государственный Технический Университет имени Т. Ф. Горбачёва
г. Кемерово

В Салаирской горно-складчатой системе известно более 250 месторождений и рудопроявлений полиметаллических и медных руд. [1]. Салаирский горнорудный район эксплуатируется с конца XVIII века. Здесь разведаны и отрабатываются 3 серноколчеданных медно-цинковых месторождения Урского рудного узла, 5 барит-свинцово-цинковых месторождений и Каменушинское медно-колчеданное месторождение Салаирского рудного узла. Остальные месторождения не эксплуатируются.

На базе Салаирского рудного узла с 1933 г. работало Салаирское рудоуправление (г. Салаир), преобразованное в 1982 г. в Салаирский горно-обогатительный комбинат, который добывал руду Салаирского барит-свинцово-цинкового месторождения и производил цинковый, свинцовый и баритовый концентраты. С 1993 г. предприятие приватизировано и преобразовано в АО «Салаирский ГОК», который с 2002 г. добывал и перерабатывал окисленную руду месторождения «Кварцитовая Сопка», а также кварц-баритовые руды, из которых извлекали золото, серебро и барит. Затем предприятие переименовывалось. С 2005 г. ЗАО «Салаирский химический комбинат» перерабатывал сульфидные свинцово-цинковые руды. С 2008 г. ОСП «Салаирское горнорудное производство» перерабатывало медно-колчеданные руды Каменушинского карьера (разреза). В настоящее время, работы на «Каменушинском» разрезе приостановлены (рисунок 1). С 1 июня 2013 г. деятельность карьера и обогатительной фабрики полностью прекращается [1].

Целью настоящего исследования является проведение минералогического анализа образцов руды Каменушинского месторождения, определение их качества и выяснение их генетического типа.

Нами было исследовано четыре образца руды, взятых в Каменушинском карьере. Для них визуальным методом, а также с помощью бинокулярного микроскопа МБС-1 изучен минеральный состав и структурно-текстурное строение. Методом трафаретов определено объемное содержание минералов в образцах, и методом средневзвешенного рассчитано массовое содержание полезного компонента – меди [2]. По минеральным парагенезисам и структурно-текстурным взаимоотношениям минералов в образцах определен генетический тип руды.

Образец №2 содержит в объемных процентах: халькопирит – 30 об. %, пирит – 9 об. %, халькозин – 1 об. %, породообразующий кварц – 58 об. %, пироморфит – 2 об. %. Расчетное содержание меди составило 25,66 мас. %, что характеризует руду, как кондиционную богатую. Руда имеет кристаллическую, мелкозернистую структуру, однородную текстуру. На шлифованной поверхности заметна слабая полосчатость в виде чередования кварцевых полос, содержащих большее или меньшее количество рудных минералов. По типоморфным признакам: пирит-халькопиритовому минеральному парагенезису, мелкозернистой структуре и слабо полосчатой текстуре этот образец можно отнести к медно-колчеданному генетическому типу, который на Каменушинском месторождении является первичной рудой (рисунок 2).



Рисунок 1 - Каменушинское месторождение в картографическом сервисе «google maps»

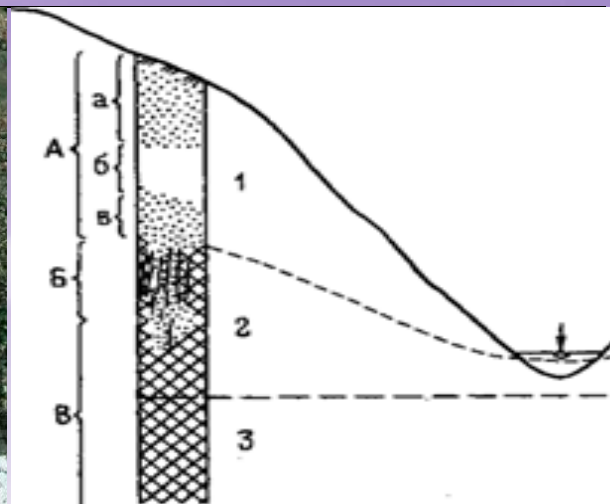


Рисунок 2 - Схема окисления сульфидного месторождения. Гидродинамические зоны: 1 – просачивания (аэрации), 2 – водообмена, 3 – застойных вод. Рудные зоны: А – окисления, Б – вторичного обогащения, В – первичных руд. Подзоны: а – окисленных руд, б – выщелоченных руд, в – богатых окисленных

Образец № 3 содержит в объемных процентах: халькопирит – 40 об. %, пирит – 2 об. %, халькозин – 8 об. %, породообразующий кварц – 45 об. %, и халцедон – 5 об. %. Расчётное содержание меди составило 41,58 мас. %, что характеризует руду, как кондиционную весьма богатую. Руда также имеет кристаллическую, мелкозернистую структуру, но пятнистую текстуру. По типоморфным признакам: пирит-халькопиритовому минеральному парагенезису и мелкозернистой структуре этот образец также можно отнести к медно-колчеданному генетическому типу. Однако изменение текстуры на пятнистую свидетельствует о нарушении первичной горизонтально-слоистой текстуры колчеданных руд. Кроме того, происходит уменьшение содержания пирита, который замещается халькозином, характерным для зон вторичного сульфидного обогащения. Присутствие халцедона также свидетельствует о переотложении оксида кремния. Все эти признаки позволяют определить положение изученного образца руды выше по разрезу на границе первичных колчеданных руд и зоны вторичного сульфидного обогащения (рисунок 2).

Образец №1 содержит в объемных процентах: халькопирит – 10 об. %, пирит – 5 об. %, халькозин – 1 об. %, ковеллин – 4 об. %, кварц и халцедон – 70 об. %, пироморфит – 10 об. %. Расчётное содержание меди составило 13,79 мас. %, что характеризует руду, как кондиционную богатую. Руда имеет кристаллическую, мелкозернистую структуру и по массе сложена в основном кварцем и халцедоном с незначительным содержанием пирита и халькопирита. Текстура прожилково-вкрапленная. Прожилки сложены кварцем, отмечаются кристаллы пироморфита. Из рудных минералов в прожилках встречены: халькопирит в виде крупных образований сплошных среднезернистых агрегатов; халькозин в виде небольших выделений неправильной формы размером 0,5-1 мм; ковеллин, образующий псевдоморфозы по халькопириту в виде мельчайших, размером 0,05 мм, зерен треугольной формы в поперечнике, что отражает его тетраэдрическую форму, унаследованную от исходных кристаллов халькопирита; другая более поздняя генерация ковеллина проявляется в образце в виде порошковатых агрегатов, приуроченных к косо расположенным пострудным трещинам. Вышеперечисленные признаки являются типоморфными для зоны вторичного сульфидного обогащения, располагающейся еще выше по разрезу, к которой и относится образец (рисунок 2).

Образец № 4 содержит в объемных процентах: халцедон – 50 %, халькопирит – 13 %, пирит – 2 %, халькозин – 25 %, малахит – 5 %, лимонит – 5 %. Расчётное содержание меди



составило 40,14 мас. %, что характеризует руду, как кондиционную весьма богатую. Руда представляет собой конкрецию, в центре которой находится халцедон молочно-белого цвета, в промежуточной части халцедон содержит выделения халькозина неправильной формы, к периферии халькозин сменяется халькопиритом и пиритом. С поверхности конкреция имеет почковидную форму, и халькопирит местами замещается халькозином, образующим внешнюю корочку, в которой также отмечаются лимонит и малахит. Подобные образования являются типоморфными для зоны окисления, подзоны богатых окисленных руд, лежащих по разрезу выше зоны вторичного сульфидного обогащения (рисунок 2).

Таким образом, методом минералогического анализа установлены генетические типы руд для последовательно расположенных снизу – вверх в геологическом разрезе зон окисления медно-колчеданного Каменушинского месторождения (рисунок 2). Образец № 2 относится к генетическому типу первичных медно-колчеданных руд, залегает в основании разреза в зоне застойных вод или в нижней части грунтовых вод. Образец № 3 представляет парагенезис, находящийся на геохимическом барьере перехода от первичных медно-колчеданных руд к зоне вторичного сульфидного обогащения и лежит выше по разрезу в средней части зоны грунтовых вод. Образец № 1 характеризует зону вторичного сульфидного обогащения и формируется в верхней части зоны грунтовых вод. Зона грунтовых вод характеризуется низким содержанием кислорода, поэтому в зоне вторичного сульфидного обогащения образуются переотложенные сульфидные руды с халькозином и ковеллином. Образец № 4 залегает выше грунтовых вод в зоне просачивания, где присутствует кислород и образуются окисленные руды.

Список источников:

1. Инструкция производственных работ ОСП «Салаирское горнорудное производство» «УК «Кузбассразрезуголь» – 17 с.
2. Расчет кондиционности руды : методические указания / Л. С. Недосекина, Г. И. Грибанова; КузГТУ, Кемерово, 2009. – 11 с.

УДК 556.3

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Я.П. Торгунакова, студентка группы ГПс-121

Научный руководитель: Л.С. Недосекина, старший преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Вода, которая находится в толще горных пород в земной коре (до глубины 12-16 км) в парообразном, твердом и жидком состояниях называется подземной, такая вода является частью водных ресурсов Земли. Изучением подземных вод занимается гидрогеология. Подземные воды являются полезными ископаемыми, в процессе эксплуатации они способны возобновляться в естественных условиях, количество таких вод оценивается их запасами. Подземные воды являются одним из источников питания рек и находятся на всей территории России, статистические запасы подземных вод составляют 28000 км^3 , а объем их естественных ресурсов приблизительно равен $787,5 \text{ км}^3$ в год [1].

Подземные воды весьма разнообразны по химическому составу, температуре, происхождению, по направлению использования и т. д. По общему содержанию растворенных солей они делятся на четыре группы: пресные, солоноватые, соленые и рассолы. Пресные воды содержат менее 1 г/л растворенных солей; солоноватые воды - от 1 до 10 г/л; соленые - от 10 до 50 г/л; рассолы - более 50 г/л. По химическому составу растворенных солей подземные воды делятся на гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные и сложного состава (сульфатные гидрокарбонатные, хлоридные гидрокарбонатные и т.д.).



По направлению использования все подземные воды подразделяются на питьевые, минеральные, теплоэнергетические, промышленные.

Структура использования подземных вод практически не меняется: на хозяйственно питьевое водоснабжение расходуется 76 %, на промышленно техническое – 22 % добываемых вод. В среднем по России потребление подземных вод на одного человека (удельное потребление) составляет 170 л/сут. Наибольшее количество воды потребляется в Центральном ФО (234 л/сут), наименьшее – в Северо-западном ФО (69 л/сут). В условиях нарастающего ухудшения качества поверхностных вод пресные подземные воды нередко являются единственным источником обеспечения населения питьевой водой высокого качества, защищенным от загрязнения. От нехватки питьевой воды страдает 1/5 часть всего населения Земли. Однако та вода, которую используют для питья, часто не всегда для этого пригодна. В развивающихся странах, например, 4/5 заболеваний возникает из-за употребления грязной воды [2].

В настоящее время на территории области разведано 141 месторождение подземных вод. 36 из них находятся в эксплуатации. Для мелких и средних населенных пунктов это часто единственный либо основной источник хозяйственного и питьевого водоснабжения. Основная проблема состоит не в нехватке ресурсов, а в их загрязнении.

Наибольшее количество участков загрязнения подземных вод расположено на территории Приволжского 1578 (28 %), Сибирского 1550 (27 %), Центрального 904 (16 %) и Южного 628 (11 %) ФО.

На 2040 участках (36 % от общего количества) загрязнение связано с деятельностью промышленных предприятий и происходит на территории расположения накопителей отходов и сточных вод, нефтепромыслов, складов горюче-смазочных материалов, нефтебаз, промышленных канализационных коллекторов, на промплощадках предприятий. Здесь источниками загрязнения подземных вод, в основном, являются предприятия химической, металлургической, энергетической, нефтехимической, нефтедобывающей, машиностроительной отраслей промышленности

На 824 участках (15 %) загрязнение подземных вод обусловлено деятельностью сельскохозяйственных предприятий и связано с проникновением загрязняющих веществ из накопителей отходов и полей фильтрации, орошением сточными водами животноводческих комплексов и птицефабрик, а также фильтрацией вод с участков сельскохозяйственных массивов, обрабатываемых ядохимикатами и удобрениями.

На 729 участках (13 %) отмечается загрязнение подземных вод, связанное со сточными водами и отходами объектов коммунального хозяйства (свалки, поля фильтрации), с неорганизованными местами сброса хозяйственно-бытовых отходов. На территории РФ выявлена 48971 несанкционированная свалка твердых бытовых отходов на общей площади 14798 га.

На 436 участках (8 %) происходит загрязнение воды на водозаборах в результате подтягивания некондиционных природных вод при нарушении режима эксплуатации.

На 617 участке (11 %) загрязнение подземных вод «смешанное» и обусловлено деятельностью промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных объектов.

Для 931 участков (17 %), расположенных преимущественно в Алтайском, Краснодарском и Приморском краях, Республиках Дагестан и Татарстан, Ростовской, Сахалинской, Томской и Ульяновской областях, источник загрязнения подземных вод не установлен.

На территории где преобладает угольная промышленность, в том числе и в Кемеровской области, возникают проблемы гидрогеологические, геолого-экономические, геолого-экологические. Так, например, изменение гидрологических условий шахтных полей при затоплении в районе действия шахт им. Димитрова и им. Орджоникидзе (г. Новокузнецк), расположенных в бортах долины р. Аба, привело к подъему уровня подземных вод. В пределах самой долины реки и на ее бортах между горными отводами шахт и руслом реки стало отмечаться подтопление промышленных зданий и сооружений, в их подвалах появляются грунтовые воды, начинается разрушение фундаментов. Те же самые явления наблюдаются в г. Кемерово в связи с ликвидацией группы шахт. На ряде подтапливаемых площадей в г. Кемерово уже образовались болота общей площадью около 12 га.



Скорости подъема в предыдущие годы достигали 8-12 м/год. Такие условия были выявлены в железорудных провинциях КМА, а также в Донецком, Кузнецком, Кизеловском, Челябинском, Иркутском, Печорском и других угольных бассейнах. В настоящее время скорости подъема уровней стали значительно меньшими и, как правило, составляют 1-2 м в год. Для снижения негативного воздействия добычи твердых полезных ископаемых необходима своевременная рекультивация отработанных участков и отвалов, соблюдение технологии взрывных работ, ведение объектного мониторинга состояния недр, в том числе контроль над качеством сбрасываемых в гидрографическую сеть дренажных вод и распространением депрессионных воронок при водоотливе.

Еще одним неблагоприятным аспектом затопления шахт является возможность загрязнения подземных вод, являющихся источником питьевого водоснабжения населения. Это потребует экстренного решения вопроса водоснабжения населения в городах Новокузнецк, Белово, Кемерово, Анжеро-Судженск.

На территории России обнаружено 845 месторождений минеральных подземных вод. Среди них выделено 24 типа вод, употребляемых в качестве питьевых, лечебных и лечебно-столовых. Кроме того, в нижней части гидрогеологического разреза обнаружены воды, содержащие биологически активные компоненты (бром, йод, фтор, бор, железо и др.), которые используются для наружного лечения. В Кемеровской области это борисовская и терсинская минеральные воды.

Список источников:

1. Гальперин, А. М. Геология. Часть III. Гидрогеология: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Горное дело"/ А. М. Гальперин [и др.]. – М.: «Мир горной книги», МГГУ, «Горная книга», 2009. – 397 с.

2. [Плотников, Н. И. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод / Н. И. Плотников, Н. А. Плотников, К. И. Сычев. М. : Недра. 1978. – 311 с.](#)

Секция «Маркшейдерское дело, кадастр и геодезия»

УДК 622.142.5

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СКРЫТЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ GOLDENSOFTWARESURFER, AUTOCADCIVIL 3D ПРИ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

П.М. Красилов, студент группы ГМ-101

Научный руководитель: Т.Б. Рогова, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

В геолого-маркшейдерской практике постоянно решаемые задачи проектирования горных выработок, планирования развития горных работ, подсчета запасов полезного ископаемого, управления качеством продукции и др., требуют наличия горно-геометрических моделей, представляющих собой, как правило, планы поверхностей того или иного показателя в изолиниях. Для угольных месторождений в обязательном порядке создаются графики изогипс почвы пластов, изомощностей пластов, а также графики в изолиниях показателей качества угля.

В отличие от реально существующих поверхностей (земной поверхности, поверхностей почвы и кровли пластов) поверхности мощности пластов и показателей качества угля



представляют собой условные, реально не существующие топографические поверхности, построение которых производится к тому же по нерегулярной сети разведочных данных [1].

Для построения таких поверхностей выполняют следующие действия: выбор плоскости проекции; построение графической основы; выбор величины сечения изолиний и «имен» изолиний; выбор метода построения изолиний; выявление неопределенности в поведении изолиний и ее разрешение; установление предварительного положения изолиний; уточнение положения изолиний с помощью линейной интерполяции [2].

В настоящее время для построения планов в изолиниях используют графические редакторы, которые значительно упрощают трудоемкие построения. Активно используется на горных предприятиях система AutoCADCivil 3D [3] – программа, базирующаяся на платформе AutoCAD. Подход, используемый программой, – создание единой цифровой модели поверхности, позволяющий разработать высококачественные проекты для решения ландшафтных задач. Для построения поверхностей AutoCADCivil 3D использует метод многоугольника (треугольника в данном случае), подразумевающий соединение точек с известными координатами в массив треугольников. При этом ни одна из сторон треугольника не пересекается сторонами других треугольников. Результирующая поверхность покрывается «плоскостным одеялом» из граней треугольников. После чего происходит процедура сглаживания полученной поверхности. Программа предполагает только два метода сглаживания: метод Кригинга и метод средних уравновешенных значений (NNI).

Для перехода от неравномерно распределенных данных к цифровым моделям поверхности и моделям в изолиниях широко используется геоинформационная система Golden Software Surfer [4]. Для построения поверхностей программа Surfer использует сеточную функцию – это процесс вычисления значений интерполяционной функции в точках регулярной сети по значениям хаотически расположенных экспериментальных точек. Построенную сеточную функцию Surfer использует для генерации карт изолиний и графиков поверхностей. Большинство методов построения сети основаны на вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения в точках наблюдений: Кригинга, обратных расстояний, минимума кривизны, полиномиальной регрессии, радиальных базисных функций, Шепарда и триангуляции [5].

Для выяснения возможности использования графических программ при построении горно-геометрических моделей в условиях конкретного месторождения построены и проанализированы планы изомощностей и изозольностей пласта Польшаевского II традиционным способом «вручную» (эталонная поверхность) и в графических редакторах AutoCADCivil 3D и Surfer различными методами.

В качестве основы использовался план подсчета запасов Польшаевского II с данными о мощности и зольности пласта по 132 разведочным скважинам. В качестве примера приведен фрагмент плана изомощностей пласта, полученный разными методами (рисунок 1, 2).

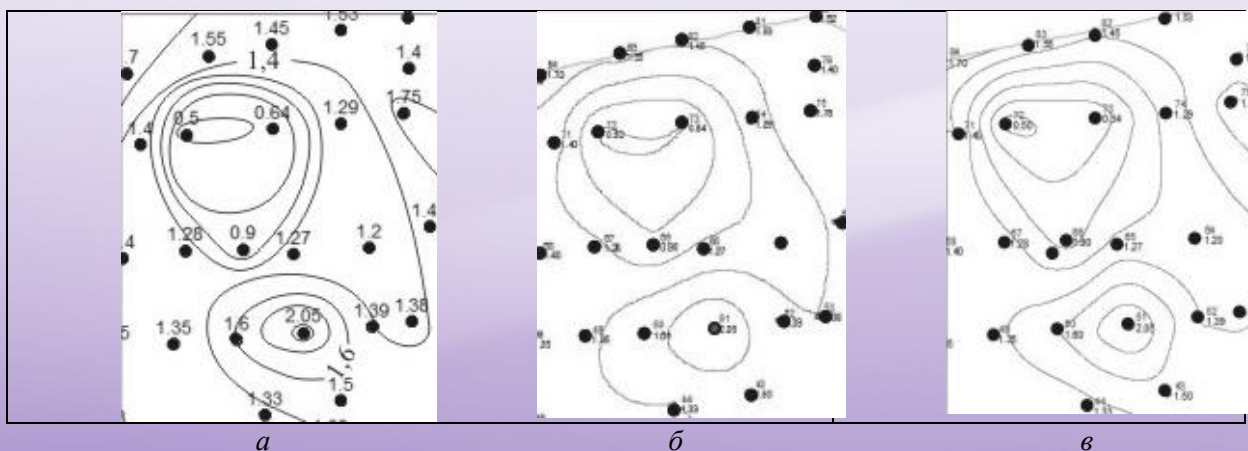


Рисунок 1 - Фрагмент плана изомощностей пласта Польшаевский II построенный:

а – методом многогранника «вручную»;

б – методом Кригинга и *в* – методом NNI в графическом редакторе AutoCAD



Построение изолиний – процесс трудоемкий, занимающий много времени. Так на построение только изолиний изомощностей «вручную» на площади 0,4 м² по 66 скважинам, расположенным в 12 разведочных линиях, затрачено 4 ч.

Построение моделей на компьютере позволяет этот процесс произвести за считанные минуты. Однако от пользователя требуются навыки работы с программными продуктами. При этом нерешенными остаются проблемы выбора метода построения изолиний, а также процесса разрешения неопределенности в поведении изолиний.

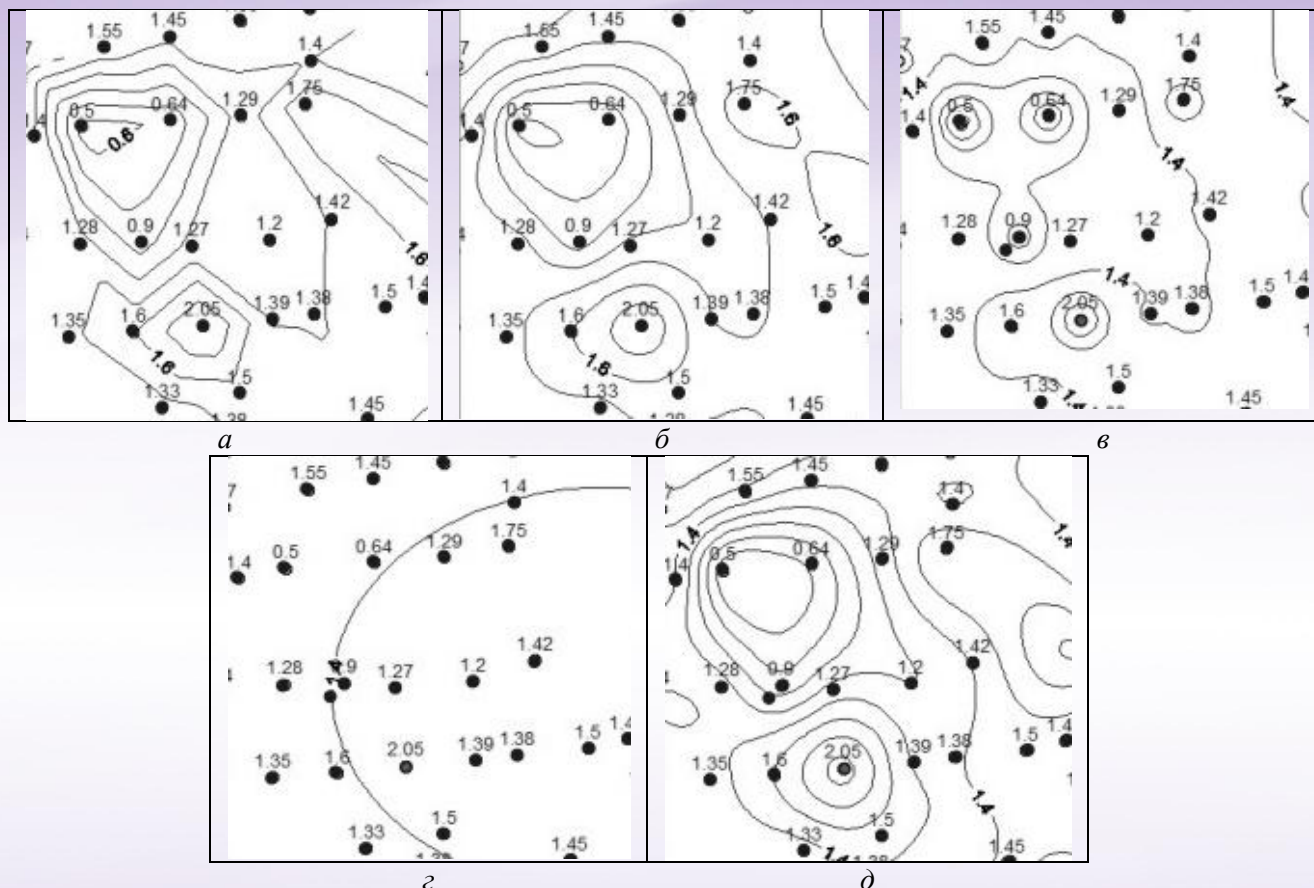


Рисунок 2 - Фрагмент плана изомощностей пласта Польшаевский II, построенный в графическом редакторе Surfer методами:
а – триангуляции; б – Кригинга; в – обратного расстояния;
г – полиномиальной регрессии; д – радиальных базисных функций

Выполнив построение моделей и сравнив их, можно сделать вывод о том, что эталонной поверхности наиболее соответствуют модели, построенные методом NNI AutoCAD и методами радиальных базисных функций и Кригинга Surfer.

Список источников:

1. Букринский, В. А. Геометрия недр / В. А. Букринский. – М. : Изд-во МГГУ, 2002. – 549 с.
2. Шаклеин, С. В. Практические вопросы геометризации мощности и основных показателей качества угольных пластов: учеб. пособие / С. В. Шаклеин, Т. Б. Рогова; Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1997. – 60 с.
3. <http://docs.autodesk.com/help>
4. Силкин, К. Ю. Геоинформационная система GoldenSoftwareSurfer 8: учеб. пособие / К. Ю. Силкин. – Воронежский гос. ун-т. – Воронеж, 2008. – 66 с.
5. Савельев, А. А. Пространственный анализ в растровых геоинформационных системах: учеб.-метод. пособие / А. А. Савельев, С. С. Мухарамова, А. Г. Пилюгин. – Казанский гос. ун-т. – Казань, 2007. – 30 с.



ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ ПРИ СИНКЛИНАЛЬНОМ ЗАЛЕГАНИИ ПОРОД

М.М. Караблин, студент 4 курса специальности 130402

Научный руководитель: С. П. Бахаева, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Разработка пластовых месторождений полезных ископаемых на тех участках, где слои пород имеют синклинальное залегание, осложнена возникновением глубинных оползней. Морфологическим признаком таких оползней является поверхность скольжения, которая большей частью проходит по наслоению пород и пересекает слои в нижней части призмы упора. Формируются глубинные оползни длительное время и возникают вследствие подрезки слабых контактов горными работами даже при пологих (около 30°) углах наклона бортов, приводя к значительным финансовым затратам по их ликвидации и невозможности отработки запасов замковой части синклинальной складки. Поэтому возникает потребность в оценке устойчивости бортов, сложенных слоистым массивом, на ранней стадии его формирования.

Для северо-западного борта Курейского участка Сибиргинского разреза (Кузбасс) характерно наличие поверхностей ослабления (контактов слоев), ориентированных в сторону выработанного пространства; рельеф участка прибортовой зоны способствует стоку поверхностных вод в выработанное пространство и насыщению массива пород водой.

Основываясь на материалы инженерно-геологических изысканий прогноз параметров борта, обеспечивающих его устойчивость, выполнен на основании специальных графиков, приведенных в «Правилах...» [1]. При высоте северо-западного борта 110 м угол его наклона принят 35°. В связи с тем, что при расчете графиков, сделаны некоторые допущения, для окончательной оценки устойчивости рассматриваемого борта необходимо выполнить поверочный расчет по соответствующей схеме.

Сложность прогноза при мульдообразном залегании пород заключается в том, что поверхность скольжения на всем своем протяжении формируется по естественной поверхности ослабления (контактам слоев), имеющей значительную кривизну и может проходить по любому контакту. Поэтому поверочные расчеты выполнены по каждой потенциальной поверхности скольжения методом геометрического сложения действующих по поверхности ослабления сил, условие предельного равновесия при котором имеет следующий вид

$$\sum T_i b_i = \operatorname{tg} \varphi' \cdot \sum (N_i - D_i) \cdot b_i + C' \cdot \sum l_i \cdot b_i + \sum T_i' \cdot b_i \quad (1)$$

где T_i , N_i – соответственно касательная и нормальная составляющие веса расчетного блока, Н; D_i – сила гидростатического давления, направленная перпендикулярно основанию расчетного блока, Н; φ' , C' – соответственно угол внутреннего трения (град.) и сцепление (МПа) пород по контактам поверхностей ослабления; l_i – длина поверхности скольжения в пределах блока, м; T_i' – касательная составляющая веса в блоке, направленная в противоположную смещению сторону, Н; b_i – переходной коэффициент.

Криволинейная поверхность скольжения имеет форму логарифмической спирали, коэффициенты b_i в связи с этим вычисляются по формуле

$$b_i = e^{-\Delta j_i \operatorname{tg} \varphi'}, \quad (2)$$

где Δj_i – разность углов наклона оснований поверхности скольжения рассматриваемого и конечного блоков (рисунок 1а, ось абсцисс).

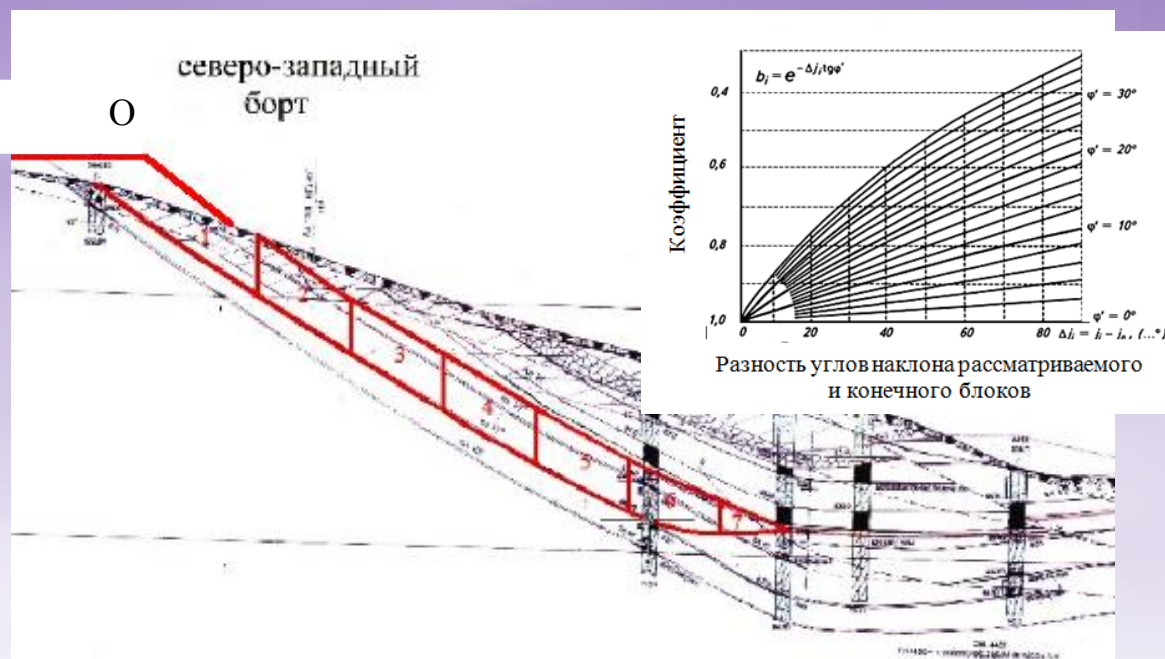


Рисунок 1 - Геологический разрез по разведочной линии «Карьерная»

Многочисленные поверочные расчеты по формуле (1) показали, что наиболее напряженная поверхность скольжения проходит по контакту почвы пласта VI с алевролитом, коэффициент запаса устойчивости по этой поверхности составил $k_f=1,4$. Силы, действующие на откос борта по наиболее напряженной поверхности скольжения и переходные коэффициенты, представлены в таблице 1.

Анализируя результаты расчета, можно говорить, что северо-западный борт является устойчивым и оползневые деформации не ожидаются. Однако практика ведения горных работ показала, что ведение буровзрывных работ вызывает появление зон дробления, заколов, трещин и микротрещин, ослабляющих массив горных пород, ведет к разрушению структурных связей и прочностные характеристики пород на контактах: сцепление C' и угол внутреннего трения ϕ' снижаются в два-три раза.

Таблица 1

Силы, действующие на откос северо-западного борта

№ блока	P_i , Н	N_i , Н	T_i , Н	b	D_i , Н	Расчетные формулы
1	1104,2	794,3	767	0,77	3971,4	Вес элементарного блока
2	2007,6	1738,6	1003,8	0,82	26080	$P_i = h_i \cdot b_i \cdot \gamma_i$
3	2390	2090,3	1158,7	0,82	48078	Нормальная составляющая веса
4	2390	2129,5	1085	0,83	55367	$N_i = P_i \cdot \cos \alpha_i$
5	1912	1837,9	527	0,88	36759	Касательная составляющая веса
6	1242,8	1220	237,1	0,92	11590	$T_i = P_i \cdot \sin \alpha_i$
7	62,1	61,9	5,4	1	154,8	Гидростатическое давление
Σ	11109	9872,6	4784,1		181999	$D_i = \gamma^B \cdot h_i^B \cdot l_i^B$

Проведенные автором исследования показали, что при снижении сцепления пород с 0,3 до 0,1 МПа угол наклона борта уменьшается с 27 до 19° (рисунок 2), борт при этом из



надежного ($k_f=1,4$) может перейти в состояние предельного равновесия (таблица 2), когда коэффициент запаса устойчивости приблизится к единице ($k_f=1,0$).

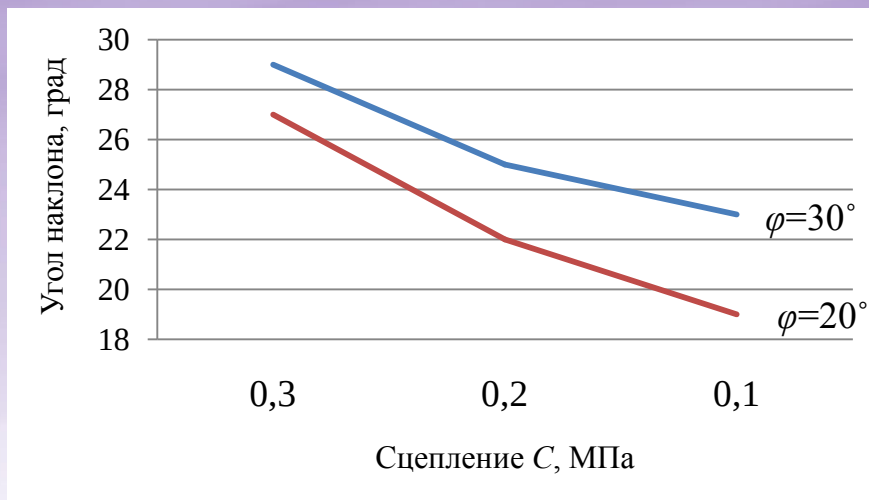


Таблица 2

Изменение
коэффициента запаса
устойчивости k_f от
свойств пород

С, МПа	φ, град	k_f
0,3	30	1,40
0,2	20	1,25
0,1	10	1,00

Рисунок 2 - Зависимость угла наклона борта от сцепления C и угла внутреннего трения φ пород

Список источников:

1. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. – СПб., 1998. – 208 с.
2. Фисенко, Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов / Г. Л. Фисенко. – М.: Недра, 1965. – 378 с.

УДК 622.142.5: 550.812.14

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ МОЩНОСТИ ПЛАСТА

Е.А. Говорухина, студентка группы ГМ-101

Научный руководитель: С.В. Шаклеин, д.т.н., доцент, профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Несмотря на известные успехи в области разработки формализованных подходов к проектированию сетей геологоразведочных скважин, современное нормативное обеспечение [1] исходит из того, что в целях учета особенностей геологического строения и характера угленосности, рациональная геометрия и плотность разведочной сети месторождений должны обосновываться данными изучения специально создаваемых участков детализации. Такие участки, представляют собой переразведанные фрагменты месторождения, сеть скважин по которым гарантирует однозначное выявление особенностей строения, морфологии, условий залегания месторождения. Как правило, плотность сети скважин на таких участках сгущается не менее чем в два раза по сравнению с сетью, принятой для оценки запасов остальной части месторождения.

Собственно проектирование сети скважин с использованием данных участков детализации основано на применении метода последовательных разрежений исходной разведочной сети. Полученные на каждом разрежении результаты сравниваются с данными, полученными на этапе детализации. В результате такого анализа устанавливают характеристики разреженной сети, при которых еще обеспечивается возможность обоснования подсчетных параметров. Они закладываются в проект выполнения геологоразведочных работ и реализуются на практике.



При подготовке геологического отчета обязательно осуществляется анализ принятых на стадии проектирования решений по плотности сети. Его результаты отражаются в разделе «Методика геологоразведочных работ». В соответствии с требованиями [2] в нем обязательно должны отражаться полученные при детализации результаты, выполняться их анализ и сравнение с данными, полученными по разведочной сети, принятой для остальной части месторождения. К сожалению, в большинстве геологических отчетов такая информация или вообще отсутствует, или представлена только на эвристическом уровне, не носящем доказательный характер. Во многом это связано с тем, что в настоящее время отсутствуют какие либо предложения по порядку выполнения рассматриваемого анализа.

В связи с этим, была предпринята попытка сформулировать основные подходы к выполнению анализа результатов, полученных на участках детализации.

В качестве материалов для анализа использованы данные о мощности пласта Волковский, полученные на участке детализации Глушинского участка Кемеровского района Кузбасса. Выбор изучаемого признака – мощности пласта, обусловлен тем, что она, являясь одним из основных подсчетных параметров, изменяется в пределах участка детализации в широких пределах: от 2,4 до 7,9 м. Всего по участку детализации было пройдено 60 разведочных скважин.

Для выполнения анализа, в пределах участка детализации было выполнено два разрежения разведочной сети. Первое из них было осуществлено путем удаления каждой второй скважины разведочной линии (полученное количество скважин 30), а второе – путем ее дальнейшего разрежения дополнительным исключением каждой второй разведочной линии (17 скважин).

Затем по материалам каждого варианта разведочной сети, классическим методом многогранников было выполнено построение изолиний мощности (рисунок 1). В целях минимизации влияния психологического фактора, построение моделей выполнялось в той последовательности, которая указана на рисунок 1, т.е. начиная с минимальной по плотности сети скважин.

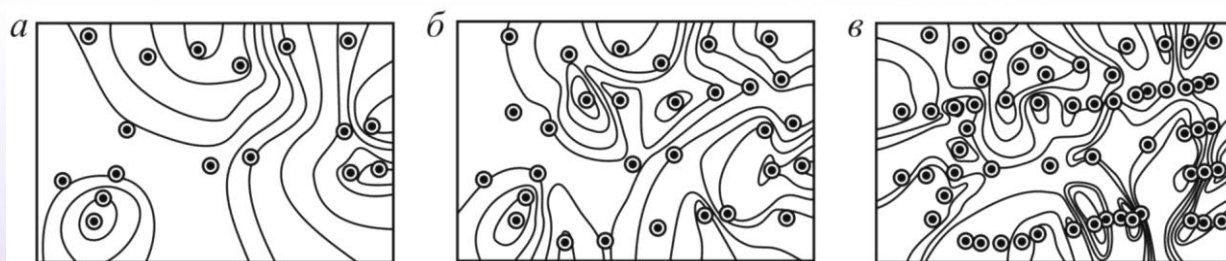


Рисунок 1 - Горно-геометрические модели мощности, построенные при использовании данных по 17 (а), 30 (б) и 60 (в) скважин

Визуальное сравнение полученных моделей явно свидетельствует о возрастании их сложности по мере роста числа скважин. Собственно анализ должен, по-видимому, давать мотивированный ответ на два основных вопроса: насколько при сгущении разведочной сети изменяются представления о среднем значении мощности и насколько изменяются представления о характере ее изменения в пространстве недр. Для получения ответа на них предложено оценить «похожесть» моделей, т.е. дать оценку корреляционной тесноты связи между ними

Для этого на каждую из сравниваемых моделей были наброшены квадратные сетки узлов с едиными их координатами (рисунок 2, а и 2, б). В каждом узле, путем интерполяции между изолиниями, были определены значения мощности (m_a по первой и m_b по второй модели) и построен график зависимости между ними (рисунок 2, в). Этот график имеет вид корреляционного поля. Понятно, что в случае полной идентичности моделей все точки графика должны лежать на одной прямой, соответствующей равенству $m_a = m_b$ (угловой коэффициент уравнения связи $k = 1$). Коэффициент корреляции между «признаками» (вариантами значений мощности) должен быть, в этом случае, равен 1.



В случае несовпадения поверхностей коэффициент корреляции и угловой коэффициент будут уже отличаться от единицы. Отклонение углового коэффициента k от единицы есть мера возможного изменения представлений о среднем значении признака, а коэффициент корреляции является мерой изменения представлений о характере размещения мощности в пространстве недр.

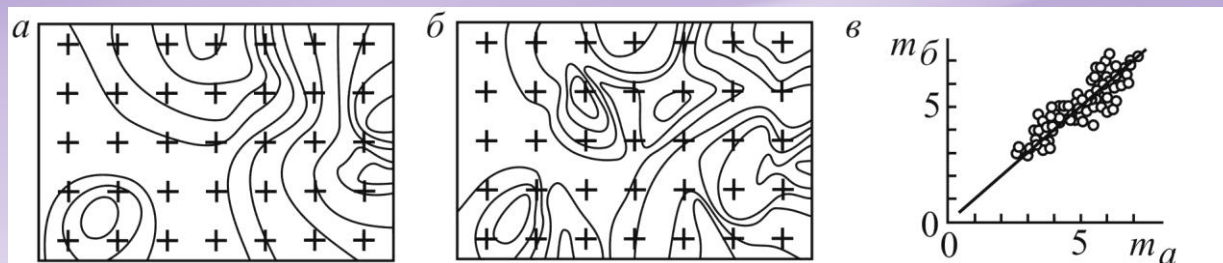


Рисунок 2 - К оценке коэффициента корреляции сравниваемых поверхностей

Полученные значения углового коэффициента по результатам сравнения моделей, построенным по исходной и по разреженным сетям, отклоняются от единицы не более 0,04, из чего можно сделать вывод о незначительном различии средних мощностей. Коэффициент детерминации (квадрат коэффициента корреляции) связи между поверхностью, полученной по всем данным участка детализации, и по данным 30 скважин составил 0,81, а по данным 17 скважин – 0,62. Как известно, коэффициент детерминации принято интерпретировать, как долю «вклада» рассматриваемого аргумента в значение функции. Учитывая бытующие в теории погрешностей измерений представления о том, что в случае влияния на значение функции нескольких аргументов определяющим считается тот, погрешность определения которого в два и более раза больше суммарного влияния погрешностей остальных аргументов, в качестве предельного значения коэффициента детерминации можно принять величину 0,7. Допустимое отклонение углового коэффициента k от единицы, исходя из представлений о необходимой точности подсчета общих запасов осваиваемого месторождения, можно принять равной 0,1. Таким образом, в рассматриваемых условиях, по результатам анализа данных участка детализации, можно признать, что основная часть участка «Глушинский» может быть разведана по сети, плотность которой соответствует рисунку 2, б.

В целом, предложенный подход можно рассматривать как новую технологию выполнения анализа полученных на участке детализации данных, обеспечивающую уровень аргументированности, отвечающий нормативным требованиям [2] Минприроды России.

Список источников:

1. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (угли и горючие сланцы): утв. распоряжением МПР России от 05.06.2007 № 37-р. – М., 2007. – 31 с.
2. Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых: утв. приказом МПР России от 23.05.2011 № 378. – М., 2007. – 21 с.



УДК 622.83

ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ

Е. А. Черепанова, студентка ХТФ, ХНб-111,

Т. Т. Иманалиева, студентка ХТФ, ХНб-111,

Научный руководитель: И. С. Ёлкин, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время на рынке появляется все больше современных, более эффективных технических смачивателей, которые используются для увлажнения углей, в системе гидрообеспыливания угольных предприятий. Однако изучению свойств растворов смачивателей не уделяется должного внимания [1], [2].

На сегодня существует несколько методик определения эффективности применения смачивателей для увлажнения угольных пластов, борьбы с пылью и их рабочих концентраций: метод определения смачивающей способности растворов ПАВ по величине сорбции их углем, метод краевого угла смачивания, метод сталагмометра для определения поверхностного натяжения растворов ПАВ [3], [4]. Однако все они трудоемки и требуют больших затрат времени, в связи с чем нами был разработан новый метод на основе метода “сидящей капли” с применением современных цифровых технологий.

Целью и задачами наших исследований являются:

- 1) Разработать метод определения краевого угла смачивания;
- 2) Исследовать изменения краевого угла смачивания на границе уголь-жидкость-воздух с течением времени

в зависимости от влажности, концентрации ПАВ, пористости.

Краевой угол смачивания (КУС) обычно определяют по углу между касательной, проведенной к поверхности смачивающей жидкости и смачиваемой поверхности твердого тела через точку соприкосновения трех фаз. Как показывает практика, в таком способе определения краевого угла смачивания погрешность измерения достигает 15 – 20 %, результаты измерений получаются с низкой надежностью, а для малых углов этот

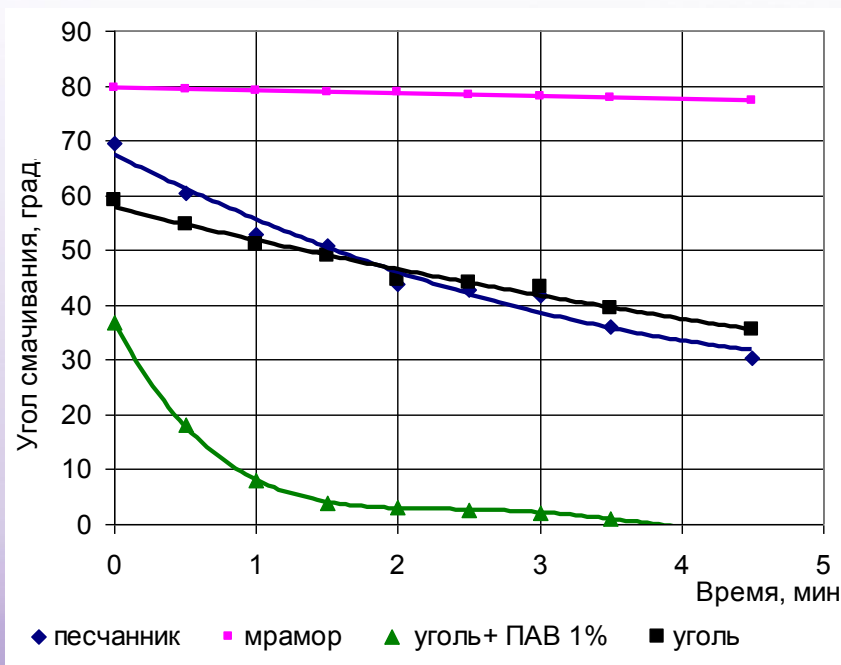


Рис. 1. Зависимость КУС от времени



метод вообще не применим. Мы разработали свой метод измерения краевого угла смачивания на основе применения современных цифровых технологий.

Для проведения исследований использовалось следующее оборудование: штатив (фотографический или химический); цифровой фотоаппарат с возможностью макросъемки; дистиллированная вода, раствор ПАВ различной концентрации.

Разработанная нами методика измерения краевого угла заключается в следующем:

1. Отбирались опытные образцы углей и с помощью шлифовального круга изготавливались аншлифы – поверхности твердого тела для исследований;
2. Образец устанавливался на весы, взвешивался;
3. Готовилась установка (подбирали уровень съемки фотоаппарата, закрепляли в штатив);
4. На поверхность ложился метрический эталон в виде шайбы с известным нам диаметром;
5. Наносили на поверхность образца каплю исследуемой жидкости шприцем так, чтобы диаметр капли не превышал 5 – 6 мм, так как капля в этих условиях будет представлять собой сферический сегмент;
6. Измерялась масса капли;
7. Каплю фотографировали цифровым фотоаппаратом в режиме «макро» в течение 6 минут после ее нанесения через равные промежутки времени. Затем уголь повторно взвешивался на электронных весах.
8. Производилась обработка результатов измерений. Полученные изображения обрабатывались на компьютере с помощью графических программ, а краевой угол смачивания рассчитывали по формулам:

1. Если $\Theta < 90^\circ$, то для вычисления Θ используем формулу:

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{r}{h}, \quad (1)$$

где r , h – радиус основания и высота шарового сегмента капли.

2. Если $\Theta > 90^\circ$, то используем:

$$\sin \Theta = \frac{r}{R}, \quad (2)$$

где R – радиус шарового сегмента капли.

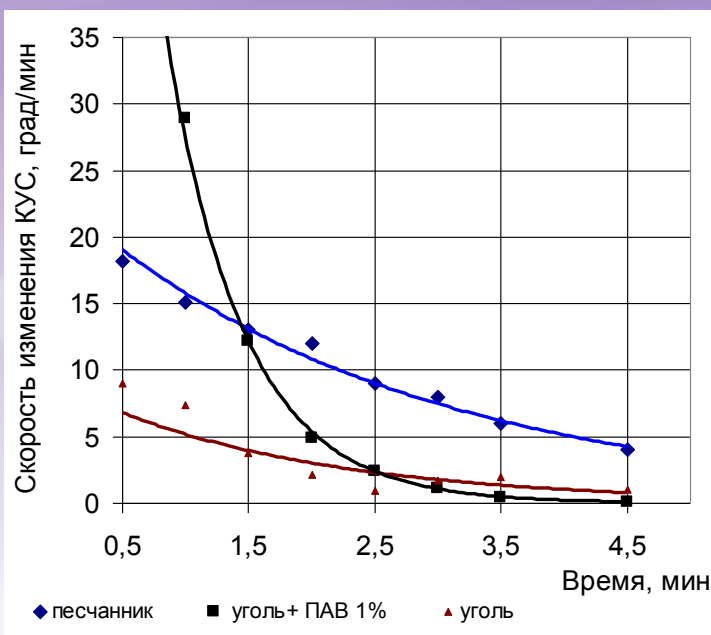


Рис. 2. Зависимость скорости изменения КУС от времени



3. Для углов $0^\circ < \Theta < 5^\circ$ для нахождения высоты h шарового сегмента капли используем формулу:

$$m_k = \rho V = \rho \frac{1}{6} \pi h (h^2 + 3r^2)$$

где m_k, V – масса капли и ее объем.

А затем, КУС Θ находим по формуле (1).

По данной методике исследования проводились для углей различной стадии метаморфизма, пористости и влажности, горных пород, растворов ПАВ («Неолас») различной концентрации.

В результате проведенных исследований по разработанной методике были получены важные зависимости изменения КУС от времени (рисунок 1) и скорости изменения КУС от времени (рисунок 2). Результаты исследований показывают, что значительное изменение КУС с течением времени характерно для углей с большой пористостью и при взаимодействии с раствором ПАВ с оптимальной концентрацией, что свидетельствует об активизации межфазных взаимодействий на границе раздела фаз и микрофильтрации жидкости в приповерхностном слое капиллярно-пористого тела.

Выводы

- 1) Скорость уменьшения краевого угла смачивания увеличивается с увеличением гидрофильности материала;
- 2) Для гидрофобных материалов с малой пористостью гистерезис краевого угла смачивания не наблюдается;
- 3) На гистерезис краевого угла смачивания влияют:
 - а) чистота поверхности;
 - б) пористость;
- 4) Гистерезис краевого угла смачивания наблюдается вследствие межфазовых взаимодействий на границе раздела сред, протекающих некоторое время.

Список источников:

1. Трубицына, Д. А. Экспресс-метод оценки эффективности применения смачивателей для борьбы с пылью / Д. А. Трубицына. – Кемерово: Вестник ВостНИИ, 2010, № 2, С. 202–206.
2. Елкин, И. С., Повышение эффективности низконапорного увлажнения угольных пластов / И. С. Елкин, В. В. Дырдин, В. Н. Михайлов. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. – 100 с.
3. Васючков, Ю. Ф. Физико-химические способы дегазации угольных пластов / Ю. Ф. Васючков. – М.: Недра, 1986. – 254 с.
4. Сумм, Б. Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б. Д. Сумм, Ю. В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 232 с.

УДК 530.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ В СИСТЕМАХ ИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКОВ

М. В. Шлейкин студент ИХНТ, ХНб–121

Научный руководитель: И. С. Ёлкин, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

В сложных системах, состоящих из нескольких последовательно соединенных проводников, находящиеся в предельных или экстремальных условиях и состояниях, при которых вероятность их разрушения является очень высокой, актуальным является установление критических условий состояния и место разрушения системы проводников.



Основными задачами нашей работы были:

- Исследовать процессы температурного разрушения последовательно соединенных проводников, находящихся при разных тепловых условиях;
- Определить зависимость параметров проводников и электрического тока от температуры и др. факторов.

Возможными факторами, влияющими на исследуемый процесс, являются: тепловые процессы внутри проводника, на границе проводник-среда; окислительно-восстановительные процессы на поверхности проводника; контактная разность потенциалов на соединениях и др.

В нашем случае протекающие процессы будут описывать следующие законы: закон Ома, закон Джоуля–Ленца и закон Фурье, а также ряд других законов, описывающие изменение тепловых и электрических свойств системы [1, 2]. На основе приведенных законов было получено уравнение, описывающее состояние проводников. Эта зависимость температуры от времени имеет вид:

$$\left(\frac{mc}{\Delta t} + \frac{2\pi\chi L}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right) (1 + \alpha T) \Delta T - \frac{U^2}{R} = 0$$

где m, L, c, R – масса, длина, удельная теплоемкость материала, сопротивление проводника, соответственно; Δt – промежуток времени; r_1, r_2 – расстояние от проводника до точки измерения температуры; α – температурный коэффициент материала проводника; U – падение напряжения на концах проводника; χ – коэффициент теплопроводности изолирующего материала проводника или окружающей среды; $T, \Delta T$ – начальная температура проводника и изменение ее в процессе нагревания, соответственно.

Протекающие процессы в системе можно описать так: проводник, находясь под действием электрического тока, в соответствии с законом Джоуля–Ленца, начинает выделять тепловую энергию. Часть тепловой энергии уходит в окружающую среду, а оставшаяся идет на нагревание проводника. Нагреваясь, проводник изменяет свое сопротивление, соответственно, меняются все параметры системы: напряжение, сила тока и др.

В данной системе основополагающим фактором будет температура, так как именно она определяет состояние системы проводников и процесс разрушения.

Нами была составлена программа на основе Microsoft Excel, которая позволяет смоделировать такую ситуацию и предсказать параметры системы в любой момент времени.

Для проверки полученных данных был проведен эксперимент. Установка для измерений состояла из двух одинаковых проводников последовательно соединенных, находящихся в различных тепловых условиях, вольтметров для измерения падения напряжения на каждом участке, амперметра и мультиметр для измерения температуры. С помощью приборов проводилось измерение зависимости силы тока, напряжения и температуры от времени. Результаты исследований представлены на рисунке 1 и рисунке 2.

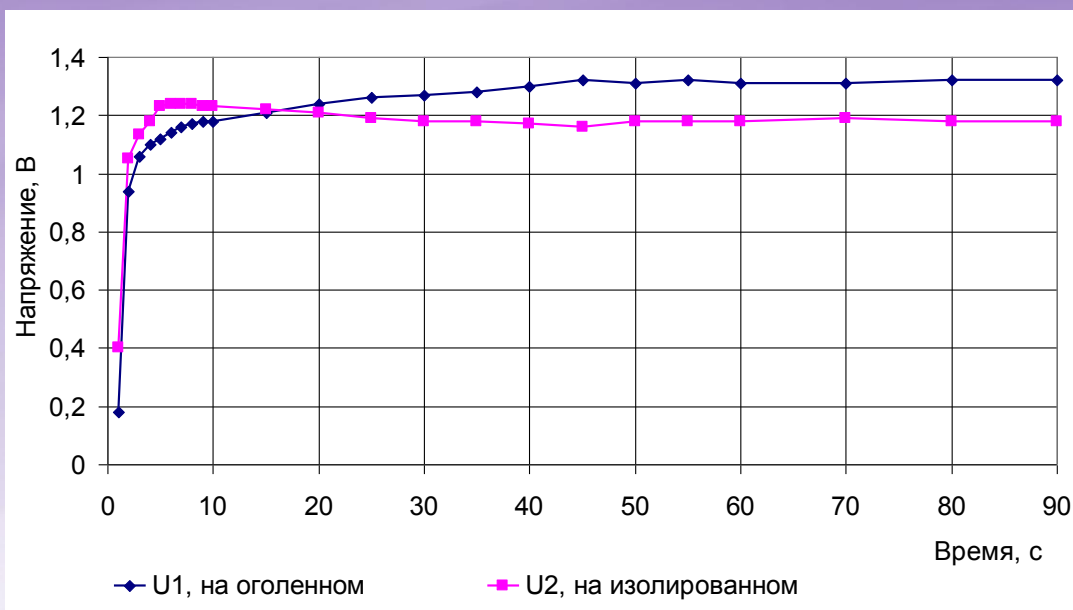


Рисунок 1. Зависимость напряжения на отдельных участках от времени

Исходное предположение, что сопротивление (напряжение) на одном участке растет быстрее, чем на другом, подтвердилось (рисунок 1).

Можно видеть некоторое несоответствие практических графиков и теоретических (рисунок 2), т.к. невозможно учесть сразу все факторы, воздействующие на данную систему, например, конвенционные потоки, инфракрасное излучение, окислительно-восстановительная реакция горения проводника, перераспределение тепла вдоль проводника и т.д.

Стоит отметить, что при превышении определенного порогового значения силы тока проводник разрушался (сгорал), причем именно на оголенном участке, а не в изоляторе, как предполагалось ранее. Это можно объяснить тем, что изолятор в данном случае является теплоотводом, распределяет тепло от проводника его на большую площадь, и, в соответствие с законом Фурье, теплообмен с окружающей средой будет происходить быстрее.

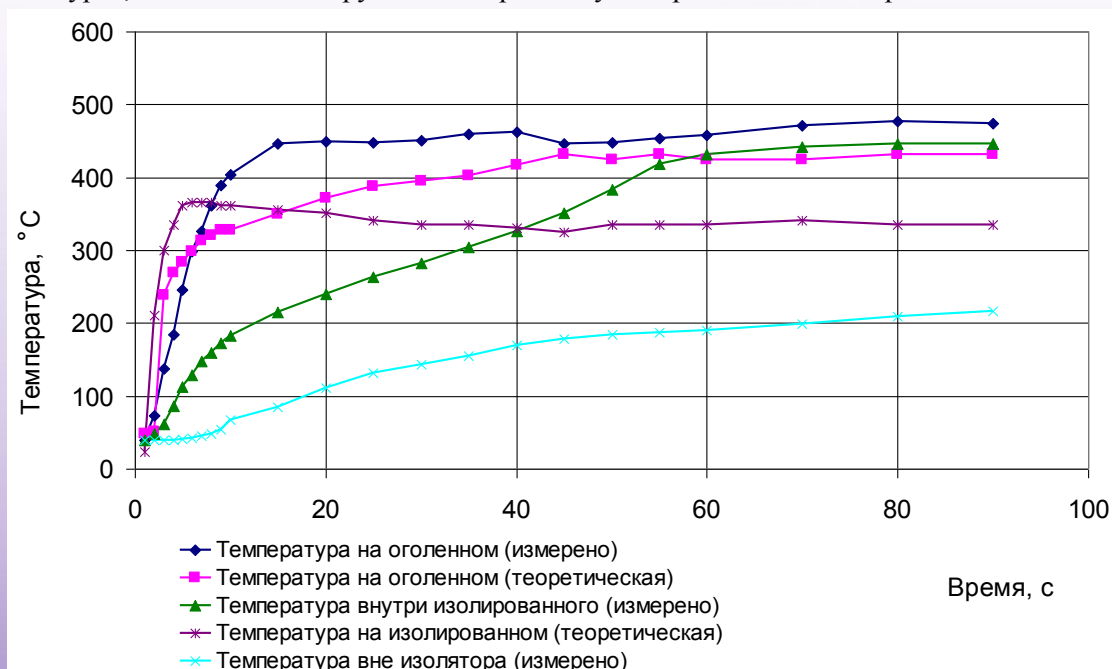


Рисунок 2. Зависимость температуры от времени в разных точках системы



По результатам исследований было получено:

1. Тепловые процессы значительно зависят от состояния поверхности проводника, дефектов в кристаллической структуре;
2. Воздух обладает самой низкой теплопроводностью, поэтому разрыв происходит чаще на оголенном проводнике;
3. Разрушение, перегорание проводника происходит в первые секунды в зависимости от приложенного напряжения;
4. Если перегорание не произошло, то система переходит в равновесное устойчивое состояние, температура и напряжение стабилизируются;
5. Любой теплоизолятор с теплопроводностью большей, чем у воздуха, будет играть роль теплоотвода, рассеивающего тепловую энергию.

На основе данного эксперимента можно предсказать, в каком месте произойдет обрыв проводника при перегорании. Например, для полов с подогревом наиболее вероятное место перегорания будет возле блока управления, так как там меньше всего теплоотводящих элементов.

Список источников:

1. Детлаф, А. А. Курс физики : учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 5-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2005. – 720 с.
2. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инж.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова. – 17-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2008. — 560 с.
3. Дырдин, В. В. [Физика. Молекулярная физика и термодинамика. Комплекс К-402.2. : методические указания по самостоятельной работе для подготовки к выполнению лабораторных работ по разделу физики «Молекулярная физика и термодинамика» для студентов всех специальностей / В. В. Дырдин, И. С. Елкин, А. А. Мальшин. – Кемерово: ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», 2008. – 36 с.](#)

УДК 622.831.322

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОН ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА В УГОЛЬНОЙ МАТРИЦЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

А.А. Кабирова, Т.В Жукова, студенты группы ГБб-121

Научный руководитель: С.А. Шепелева, к.т.н., ст. преп., Т.Л. Ким, ассистент
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Предупреждение газодинамических явлений – одна из сложных задач обеспечения безопасности при подземной разработке угольных пластов. До сегодняшнего времени она остается актуальной для угольных месторождений Кузбасса [1]. Существующие методы регионального и текущего прогноза и предупреждения внезапных выбросов угля и газа не позволяют однозначно решать поставленную задачу. Несмотря на то, что угольный пласт с определенной глубины отнесен к угрожаемым или опасным по внезапным выбросам угля и газа, выбросы происходят нерегулярно и не на всей территории шахтного поля, а в определенных точках. И это связано с дополнительными факторами, которые до сих пор не учитывались ни при разработке теории внезапных выбросов, ни при разработке методов их предупреждения.

Для существующих глубин разработки на шахтах Кузбасса характерны термодинамические параметры, предполагающие наличие в угольных пластах твердых растворов природных газов по типу газовых гидратов, которые при определенных условиях могут интенсивно диссоциировать и участвовать в образовании выбросоопасных ситуаций. Следовательно, задача определения границ зоны твердых растворов природных газов в угольных пластах, направленная на повышение безопасности горных работ, является актуальной.



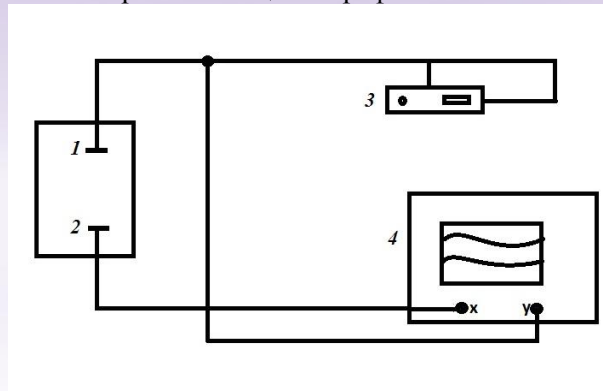
Целью исследований являлось изучение зависимости скорости упругих волн в системе «угольная матрица – поровая влага – природный газ» от термодинамических параметров системы для определения границ зоны твердых растворов природных газов в угольной матрице.

Для достижения поставленной цели была разработана методика измерения скорости упругих волн в угольной матрице при различных влажностях и были проведены измерения скорости упругих волн, проходящих через систему «угольная матрица – поровая влага – природный газ», в зависимости от температуры.

Проба угля массой 0,5 кг была высушена при температуре 105°C, затем к ней добавили определенное количество дистиллированной воды, с тем расчетом, чтобы влажность составила 1,5%. Проба тщательно перемешивалась и помещалась в измерительную камеру (рисунок 1), которая соединялась с звуковым генератором и электронным осциллографом.



а



б

Рисунок 1 – Экспериментальная установка: а – внешний вид; б – схема установки
1, 2 – пьезодатчики; 3 – генератор ЭМВ; 4 – электронный осциллограф

В измерительной камере расположены два пьезодатчика, один подключен к звуковому генератору с частотой выходного сигнала порядка 10 Гц, а второй к электронному осциллографу, на экране которого можно наблюдать одновременно сигнал от генератора и сигнал, снимаемый вторым датчиком. Датчики расположены друг от друга на расстоянии S .

В ходе эксперимента определяли промежуток времени t , за который сигнал проходит расстояние от первого пьезодатчика до второго. Чтобы рассчитать скорость упругой волны, необходимо использовать формулу:

$$V = \frac{S}{t},$$

где $S = 0,147$ м – расстояние между датчиками в камере; t – время, за которое сигнал проходит расстояние от первого пьезодатчика до второго.

Эксперимент проводился в системе «угольная матрица – поровая влага» с природным газом (пропаном) и без него.



В зависимости от термодинамических параметров (температура T , давление p) система

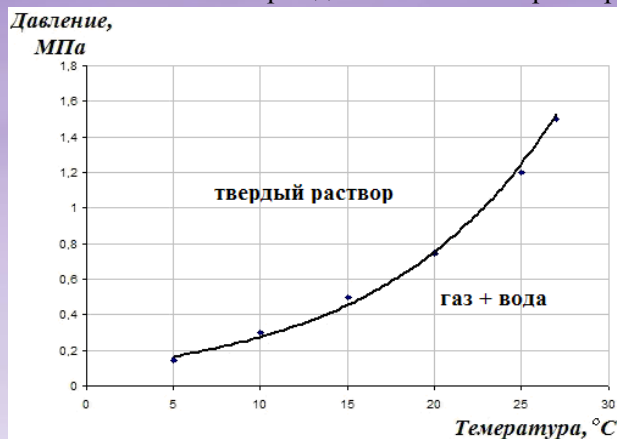


Рисунок 2 – Теоретическая Р-Т диаграмма в системе «вода — пропан» [2]

«угольная матрица – поровая влага – природный газ» может находиться в различных фазовых состояниях. Область существования твердых растворов природного газа отделяется от области раздельного существования воды и природного газа в газообразном состоянии кривой фазового перехода (рисунок 2).

При проведении эксперимента давление составляло величину 0,2 МПа.

Из рисунок 2 видно, что процесс образования твердых растворов пропана при данном давлении начнется при температуре ниже +5°C. Результаты измерений скорости упругих волн при данном давлении и различных температурах представлены на рисунок 3 -

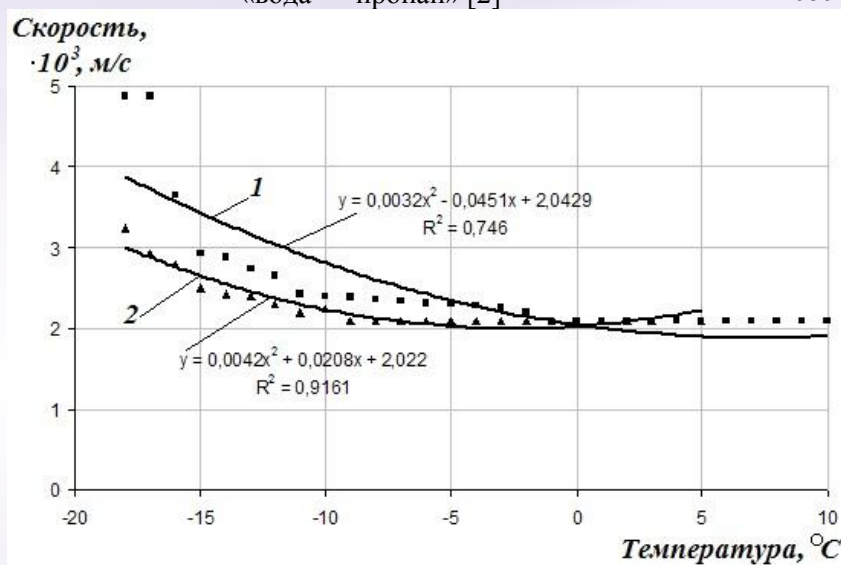


Рисунок 3 – Зависимость скорости упругих волн от температуры при влажности 5 %:

- 1 – в системе «угольная матрица – поровая влага»; ■ - экспериментальные данные;
2 – в системе «угольная матрица – поровая влага – природный газ»; ▲ – экспериментальные данные

Выводы:

1. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что скорость упругих волн зависит от термодинамических параметров системы. Сравним значение скорости в системе с газом и без него

получили, что при температуре -10°C, скорость в системе «угольная матрица – поровая влага», больше в 1,2 раза, чем в системе «угольная матрица – поровая влага – природный газ». При температуре 5°C отношение скоростей составляет 0,3.

3. Зафиксированная разница скорости упругих волн в системе «угольная матрица – поровая влага», с газом и без него при температуре -10°C значительно превышает погрешность измерения, следовательно, можно предполагать, что скорости упругих волн в массиве может служить информативным параметром для обнаружения участков, содержащих твердый раствор природного газа.

Список источников:

1. Мурашев В.И. Механизм развязывания внезапных выбросов угля и газа в горных выработках// Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа. — М.: Недра, 1978. — С. 140–161.
2. Макогон Ю.Ф. Внезапные выбросы и участие в них метана в гидратном состоянии / Ю.Ф. Макогон, И.Ф. Морозов // Безопасность труда в промышленности. — № 12. — 1973. — С. 26.



ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ С ПОМОЩЬЮ ПЛАСТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Д.С. Романчукова, студентка группы ГМ-101, 3 курс

Научные руководители: В.В. Дырдин, д.т.н., проф., В.Г. Смирнов, ст. препод.
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Известна технология разрушения скальных пород с помощью ударного воздействия на пластические вещества [1]. В нашей работе исследуется возможность трещинообразования в горных породах применительно к краевым частям массива, опасного или угрожаемого по горным ударам или внезапным выбросам угля и газа.

Нами проведены лабораторные исследования на модельных образцах горных пород. В качестве пластического вещества использовался пластилин. В экспериментальной установке, изображенной на рисунке 1., груз 1 массы m падает с высоты H на металлический шток 2, выступающий на высоту h из просверленного в образце 4 отверстия, частично заполненного пластилином 3. В пенобетонном блоке размерами $a = 10$ см, $b = 25$ см $c = 30$ см, на расстоянии 8 см от двух перпендикулярных малых граней было просверлено отверстие диаметром 4 мм на глубину 60 мм. Первоначально 47 мм этого отверстия были заполнены пластилином, а сверху вставлен металлический шток. На шток с высоты $H_1 = 245$ мм сбрасывался груз $m_1 = 170$ г, энергия удара составляла $W_1 = 0,41$ Дж. По мере углубления шток вынимался и в отверстие добавлялся пластилин. Общее количество пластилина, с учетом объема занятого штоком в конце эксперимента, примерно в три с половиной раза превышало первоначальный объем просверленного отверстия. После 90 ударов внутри образца начал раздаваться характерный треск, интенсивность которого колебалась, но не была привязана к конкретным моментам ударов. Наибольшая интенсивность треска наблюдалась от 250 до 430 удара.

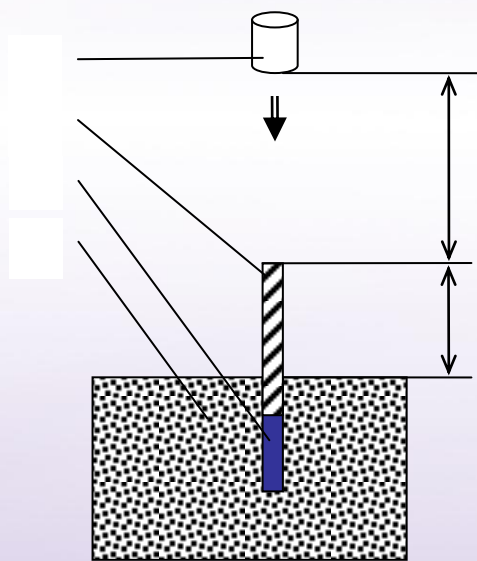


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки

После 900 ударов ход штока замедлился, нами был увеличен диаметр устья отверстия до 5 мм, взят груз $m_2 = 800$ г, высота $H_2 = 320$ мм, $W_2 = 2,5$ Дж – энергия удара. В скважину еще дважды добавлен пластилин, после первой серии из 25 ударов и второй серии из 35 ударов. В третьей серии после 8 ударов образец раскололся. После разборки образца было установлено, что в глубине скважины диаметр области, занятой пластилином, примерно в два раза больше первоначально просверленного отверстия. Вокруг области, занятой пластилином, расположен слой перемятого пенобетона толщиной 3-5 мм. При этом глубина отверстия увеличилась незначительно. После удаления пластилина (рисунок 2) обнаружились уходящие вглубь стенок трещины, плоскости которых были параллельны оси скважины. На каждой из половин расколотого образца (рисунок 2) количество больших трещин было 3-5 штук, т.е. можно считать, что вокруг периметра отверстия возникло порядка десяти относительно крупных трещин.

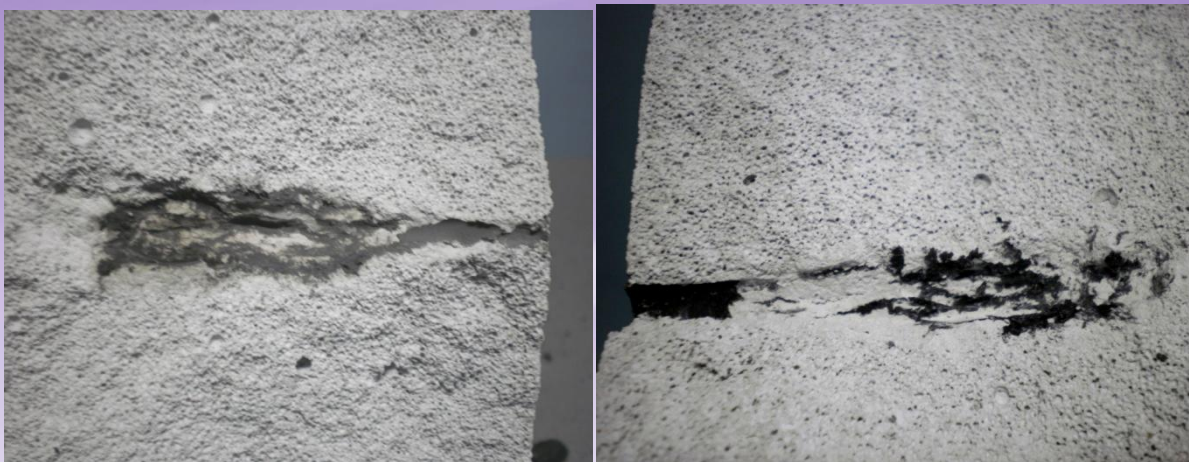


Рисунок 2 - Система ориентированных трещин. Слева и справа части расколовшегося образца.

Формула Ламе [2], которая описывает распределение тангенциальных σ_θ и радиальных σ_r напряжений вокруг цилиндрической скважины радиуса a , для случая, когда внутри скважины создается избыточное давление P_0 , а давление на бесконечности отсутствует, выглядит так: $\sigma_r = -P_0(a/r)^2$, $\sigma_\theta = P_0(a/r)^2$, отрицательные напряжения сжимающие, а положительные – растягивающие. Отсюда следует, что разрушение начнется в плоскостях перпендикулярных ориентации растягивающего напряжения σ_θ , т.е. плоскость образующихся трещин пройдет через ось и радиус цилиндрического отверстия, что и наблюдается в нашем эксперименте.

После возникновения трещины основное влияние на ее прорастание оказывает скорость, с которой поступает внутрь трещины разрывающее вещество и давление, которое достигается вблизи вершины трещины, где и происходит разрыв. Будем рассматривать трещину как щель, ограниченную двумя сходящимися плоскостями, раскрытие трещины равномерно убывает от h_0 вблизи устья до h_1 вблизи вершины. Расстояние от устья до вершины трещины назовем протяженностью трещины l , а размер трещины вдоль оси скважины обозначим z . По нашему предположению h_1 – минимальное значение раскрытия трещины, при котором в нее еще может поступать нагнетаемое вещество. Этот параметр зависит не только от вязкости и поверхностного натяжения нагнетаемого вещества, но и от способности исследуемой горной породы сопротивляться разрыву.

Процесс нагнетания в образованную трещину разрывающего вещества, вязкостью η , можно описать формулой Пуазейля, которая для принятой нами конфигурации полости такова:

$Q = \frac{h^3 z}{6\eta} \frac{dp}{dx}$, здесь Q – объемный расход нагнетаемого вещества, а текущий размер щели $h = x(h_0 - h_1)/l$ определяется координатой x вглубь трещины. Приняв, что в процессе

движения объемный расход одинаков для каждого сечения, а $h_0 \gg h_1$, и интегрируя предыдущее выражение можно определить полный перепад давления между устьем скважины и местом, где происходит дальнейший разрыв горных пород с увеличением линейного размера

$$\Delta p = \frac{3\eta Q l^3 (h_0 - h_1)}{z(h_0 + h_1)^2 h_1^2 h_0^2} \approx \frac{3\eta Q l^3}{z h_1^2 h_0^3}.$$

трещины:

Исходя из соображений размерности и подобия, можно принять, что объемный расход пластического вещества соизмерим с объемом трещины $V = h_0 l z / 2$, деленным на τ –



характерное время процесса нагнетания, так что $Q = h_0 l z / 2\tau$. С учетом предыдущих выкладок можно получить следующее соотношение:

$$\frac{l^4}{h_1^2 h_0^2} = \frac{2\Delta p \tau}{3\eta}.$$

Следовательно, отношение длины трещины к ее среднему (среднему геометрическому) раскрытию увеличивается с увеличением давления и времени нагнетания, и уменьшается с увеличением вязкости нагнетаемого вещества. Последняя формула получена без учета влияния пластического вещества на раскрытие трещины.

Высокая вязкость применяемого вещества, а также динамический характер ударных нагрузок, по всей вероятности, могут создавать градиент давления на протяжении образующихся линейных трещин. Это ограничивает рост самых длинных трещин и приводит к возникновению большого количества коротких трещин, растущих от ствола скважины, увеличивая общий объем зоны влияния гидроразрыва, что может быть существенно при дегазации призабойного объема угольного пласта. Подбирая оптимальные свойства пластического вещества, а также энергию удара и диаметр отверстия, можно усиливать эффект множественности трещин. Использование для разрыва пластических веществ позволяет, кроме этого, более точно управлять местом разрыва.

Список источников:

1. Опарин В. Н., Цыганков Д. А. Разрушение хрупких материалов с применением пластичных веществ – новое направление в добыче и первичной обработке природного камня // «ГЕО-Сибирь-2011» VII международная выставка и научный конгресс. 2011 г. Сборник трудов. Т. 2. Ч. 2: «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых». – С. 191-195.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды: в 2т. Т.2. 6-ое изд., стер. – СПб.: Издательств «Лань», 2004г. 560 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ НАНОЧАСТИЦЫ ЗОЛОТА ОТ РАЗМЕРА

А.А. Каширина, студент группы ОД-101, 3 курс

Научный руководитель: А.В. Маркидонов, к.ф.-м.н, доцент, зав. каф. МиЕНД

Филиал КузГТУ в г. Новокузнецке

г. Новокузнецк

В последнее время стремительно развивается физика низкоразмерных структур. Это связано с тем, что с уменьшением размеров структурных единиц до наноуровня, они приобретают новые свойства, обусловленные возрастающей ролью поверхностных атомов и взаимодействий. Среди исследуемых наночастиц особое место занимают металлические наночастицы. Большой интерес представляет применение наночастиц, например золота, в медицине. Они используются для диагностики и лечения злокачественных опухолей, ревматоидного артрита, полиартрита и т.д.

При исследовании наночастиц одной из основных характеристик является поверхностная энергия, так как она важна для определения энергии адгезии [1]. Существует ряд работ, в которых осуществляется расчет поверхностной энергии наночастиц в зависимости от их размера [2, 3], согласно которым значение поверхностной энергии увеличивается с ростом размера наночастицы и должна приближаться к значению, рассчитанному для макротела. Тем не менее, остается не выясненным, при каком размере наночастицы значение ее поверхностной энергии можно считать совпадающим со значением поверхностной энергии макротела.



В связи с вышесказанным, целью работы является определение размера наночастицы золота, при котором ее поверхностная энергия по величине будет совпадать со значением поверхностной энергии для макротела.

Объект исследования в настоящей работе отличается малым размером, что затрудняет прямые наблюдения. Поэтому наиболее рациональным видится использование метода компьютерного моделирования. В качестве метода компьютерного моделирования был выбран метод молекулярной динамики, в связи с тем, что он позволяет проводить эксперименты с заданными скоростями атомов и сравнивать динамику исследуемых процессов с реальным временем. Исследование проводилось с помощью пакета МД-моделирования XMD [4]. В качестве потенциальной функции межатомного взаимодействия использовался потенциал Джонсона, рассчитанный в рамках метода погруженного атома. Шаг интегрирования равнялся 5 фс.

Температура расчетной ячейки задавалась путем присвоения атомам случайных скоростей в соответствии с распределением Максвелла-Больцмана для указанной температуры. Моделирование проводилось при постоянной температуре (канонический ансамбль). Для сохранения температуры расчетной ячейки использовался термостат Андерсена.

Для создания наночастицы в кристаллической структуре, моделирующей кристаллит золота, задавалась сфера с некоторым радиусом. Затем центр сферы совмещался с одним из узлов решетки, и удалялись все атомы вне этой сферы. После удаления атомов осуществлялась структурная релаксация расчетной ячейки до прихода системы в состояние с минимальной энергией. Очевидно, что плоскость {111} имеет наименьшую поверхностную энергию по сравнению с другими кристаллографическими плоскостями, именно поэтому поверхности наночастиц золота состоят из фрагментов восьми плоскостей типа {111} и шести типа {100} (см. рисунок 1).

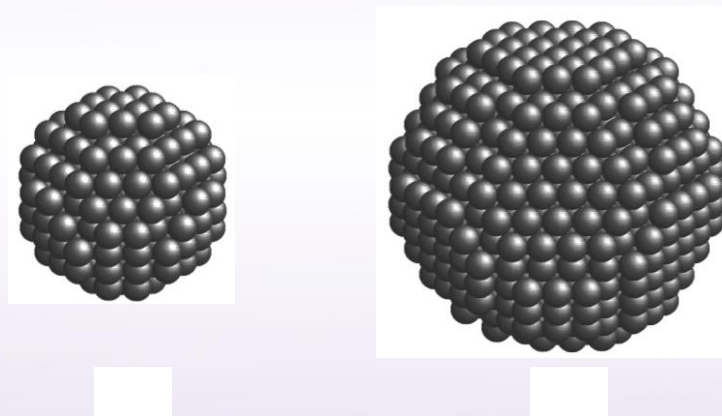


Рисунок 1 - Наночастицы золота радиусом 10 (а) и 15 (б) Å

Удельную поверхностную энергию будем рассчитывать по формуле:

$$\sigma(R) = \frac{U_p(N) - U}{4\pi R^2},$$

где $U_p(N)$ – потенциальная энергия наночастицы, состоящей из N атомов, U – потенциальная энергия массивного образца, R – радиус наночастицы.

В [5] приведено значение поверхностной энергии для золота при температуре 1243 К, равное 1.45 ± 0.08 Дж/м². Проведем расчет при такой же температуре. Полученные значения представлены на рисунке 2 - Пунктирные линии соответствуют пределам изменения значений энергии, указанной в [5].

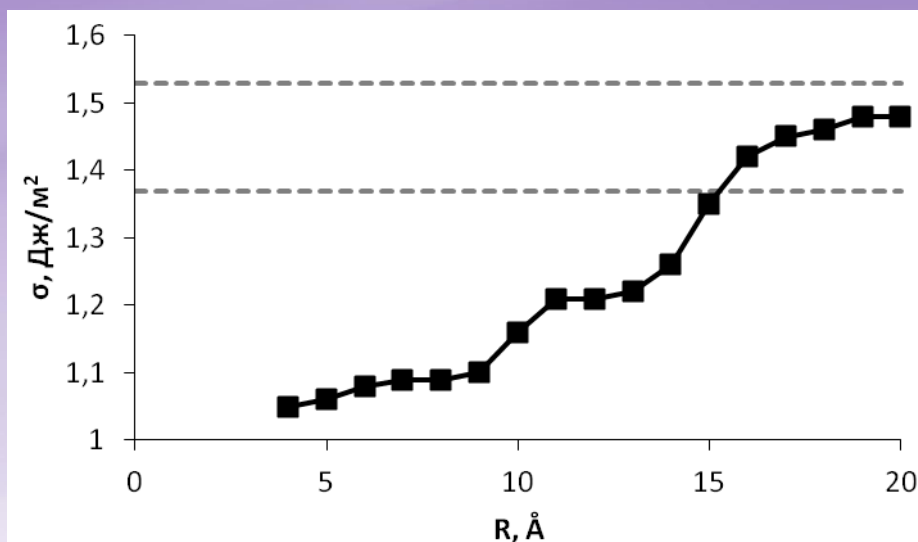


Рисунок 2 - Зависимость удельной поверхностной энергии от радиуса наночастицы

Как следует из рисунка 2, начиная с $R = 16$ Å удельная поверхностная энергия наночастицы по величине совпадает с аналогичной энергией массивного образца. Для подтверждения данного вывода сравним полученные результаты с другими экспериментальными данными (см. таблица 1).

Таблица 1

Расчетная величина поверхностной энергии

Т, К	Расчетная величина поверхностной энергии					
	σ , Дж/м ²					Литературные данные [5, 6]
	Полученные значения					
	R = 14	R = 15	R = 16	R = 17	R = 18	
1243	1.26	1.35	1.42	1.42	1.46	1.45 ± 0.08
1250	1.30	1.34	1.40	1.44	1.44	1.45 ± 0.02
1270	1.28	1.36	1.43	1.45	1.51	1.35 ± 0.05
1297	1.33	1.34	1.43	1.47	1.51	1.14
1348	1.32	1.37	1.43	1.49	1.50	1.13
1350	1.33	1.38	1.42	1.47	1.49	1.29 ± 0.08
1356	1.32	1.39	1.44	1.53	1.50	1.36

Данные таблицы подтверждают ранее сделанный вывод. Расхождение в литературных данных обусловлено использованием различной методики при определении поверхностной энергии.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сделать вывод, что начиная с радиуса наночастицы золота, равного 15 – 16 Å, поверхностную энергию наночастицы можно считать совпадающей по величине с поверхностной энергией макротела.

Список источников:

1. Рогожина Т.С. Контактная энергия в зоне адгезии металлов // Исследовано в России [Electronic resource]. Mode of access : <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/174.pdf>
2. Магомедов М.Н. О зависимости поверхностной энергии от размера и формы нанокристалла // Физика твердого тела. 2004. Т. 46. Вып. 5. С. 924 – 937.
3. Соколов Д.Н., Комаров П.В., Сдобняков Н.Ю., Самсонов В.М. Исследование тремодинамических характеристик нанокластеров металлов с использованием многочастичных потенциалов // Фазовые переходы, упорядоченные состояния и новые материалы [Electronic resource]. Mode of access : http://www.ptosnm.ru/files/Moduls/catalog/items/2009_12_9.pdf
4. XMD – Molecular Dynamics for Metals and Ceramics // [Electronic resource]. Mode of access : <http://xmd.sourceforge.net/about.html>.
5. Бабичев А.П., Бабушкина Н.А., Братковский А.М., и др. Физические величины: справочник. – М.; Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.



6. Гладких Н.Т., Дукаров С.В., Крышталь А.П., и др. Поверхностные явления и фазовые превращения в конденсированных пленках. – Харьков: ХНУ имени Н.В. Карамзина, 2004. – 276 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ВОЗМОЖНОЙ КОАЛЕСЦЕНЦИИ

Кормишина Н.В., ст. группы ОД-101, 3 курс
Научный руководитель: Маркидонов А.В., к.ф.-м.н, доцент, зав. каф. МиЕНД
Филиал КузГТУ в г. Новокузнецке
г. Новокузнецк

Развитие современного материаловедения связано с развитием нанотехнологий. В настоящее время все большее применение находят нанокристаллические материалы, получаемые, например, при помощи компактирования ультрадисперсных порошков. Такие порошки отличаются от микропорошков меньшей температурой начала интенсивного окисления, более низким содержанием основного вещества, возросшей ролью поверхности, свойствами и структурой оксидной пленки [1]. Исследование формы и размеров ультрадисперсных порошков металлов, например, при помощи просвечивающей электронной микроскопии, затруднительно из-за склонности наночастиц к коалесценции. Именно коалесценция является одной из причин большой усадки спекаемого материала на основе ультрадисперсных порошков [2].

Актуальным является исследование процесса фазового перехода кристалл – расплав для наночастиц, так как результаты исследований позволят определить оптимальный температурный интервал работы нанокристаллических элементов. Известно, что температура плавления наночастиц во многом зависит от их размеров. Для определения температуры фазового перехода можно исследовать калорическую кривую $U(T)$. Процесс коалесценции должен отразиться на калорической кривой, в связи с тем, что слияние частиц приводит к уменьшению поверхности, и, как следствие, уменьшению внутренней энергии.

Целью работы является определение зависимости внутренней энергии нанокластера, образующегося при коалесценции двух наночастиц, от температуры.

Объект исследования в настоящей работе отличается малым размером, что затрудняет прямые наблюдения. Поэтому наиболее рациональным видится использование метода компьютерного моделирования. В качестве метода компьютерного моделирования был выбран метод молекулярной динамики, в связи с тем, что он позволяет проводить эксперименты с заданными скоростями атомов и сравнивать динамику исследуемых процессов с реальным временем. Исследование проводилось с помощью пакета МД-моделирования XMD [3]. В качестве потенциальной функции межатомного взаимодействия использовался потенциал Джонсона, рассчитанный в рамках метода погруженного атома. Шаг интегрирования равнялся 5 фс.

Температура расчетной ячейки задавалась путем присвоения атомам случайных скоростей в соответствии с распределением Максвелла-Больцмана для указанной температуры. Моделирование проводилось при постоянной температуре (канонический ансамбль). Для сохранения температуры расчетной ячейки использовался термостат Андерсена.

Объектом компьютерного эксперимента являлись две соприкасающиеся наночастицы никеля. Для их создания в кристаллической структуре задавались сферы с некоторым радиусом. Затем центр сфер совмещался с одним из узлов решетки, и удалялись все атомы вне этих сфер. После удаления атомов осуществлялась структурная релаксация расчетной ячейки до прихода системы в состояние с минимальной энергией.

После построения расчетной ячейки осуществляется релаксация системы при различных постоянных значениях температуры и выполняется расчет полной энергии атомной системы, представляющую собой сумму кинетической и потенциальной энергий всех атомов, которая является внутренней энергией нанокластера. При заданной температуре система выдерживалась в течение 30 000 шагов компьютерного эксперимента. Значение энергии



бралось как среднее из значений, определенных через каждую 1000 шагов. Все расчеты проводились для пар наночастиц, состоящих из 386 атомов. Внешний вид наночастиц в начале эксперимента и после выдержки при определенной температуре представлен на рисунок 1 -

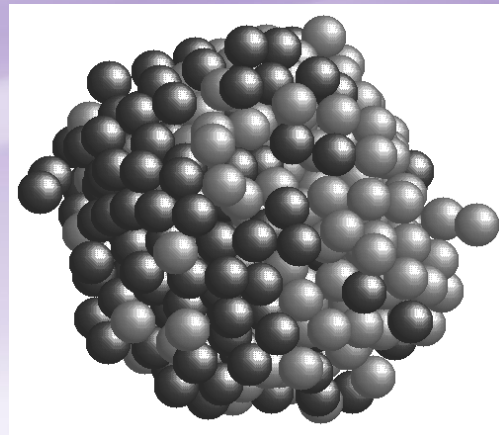
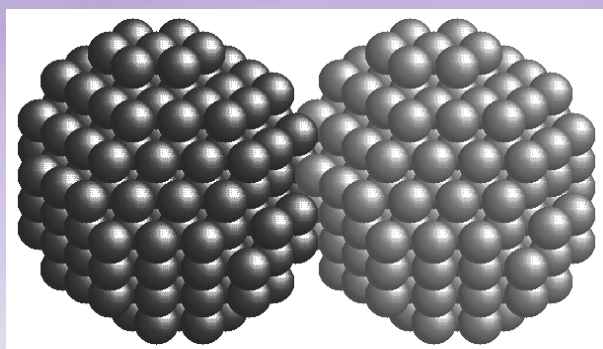


Рисунок 1 - Наночастицы Ni_{386} в начале эксперимента (а) и после релаксации при температуре 1500 К (б)

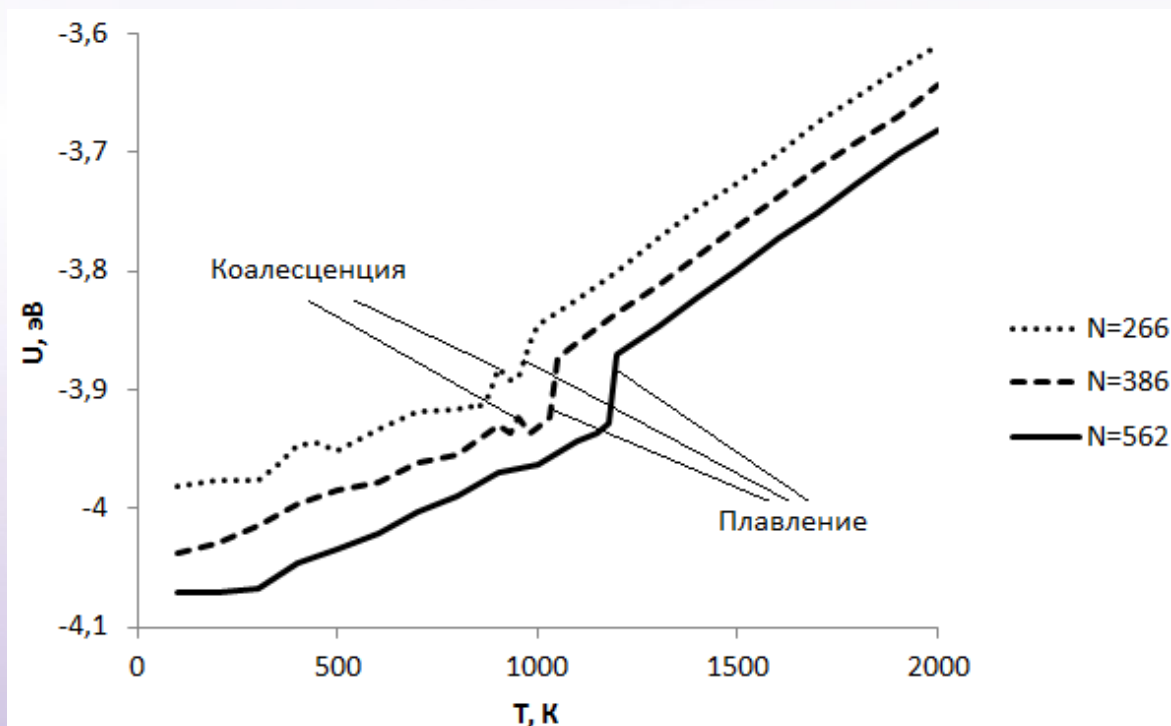


Рисунок 2 - Калорическая кривая, построенная для наночастиц из N атомов

Построенная калорическая кривая представлена на рисунке 2. Локальные минимумы на кривой соответствуют процессу коалесценции, а скачки – плавлению. Из рисунка видно, что с увеличением размеров наночастиц увеличивается температура плавления. Кроме того, для наночастицы Ni_{562} калорическая кривая не имеет локального минимума как для частиц Ni_{266} и Ni_{386} , что, по-видимому, свидетельствует о том, что процесс плавления и коалесценции протекает одновременно. Данные результаты не противоречат имеющимся литературным данным. Так, например, в работе [4] методом Монте-Карло показано, что коалесценция наночастиц алюминия может происходить уже после плавления.



Таким образом, проведенное исследование показало, что процесс коалесценции наночастиц предшествует непосредственно плавлению, и представляет собой локальный минимум на калорической кривой.

Список источников:

1. Попок В.Н., Бычин Н.В. Исследование параметров окисления порошков металлов и неметаллов в среде воздуха // Исследовано в России [Electronic resource]. Mode of access : <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2009/038.pdf>
2. Андриевский Р.А. Изменение физических свойств при спекании // Процессы массопереноса при спекании. – Киев: Наукова Думка, 1987. – С.100-106.
3. XMD – Molecular Dynamics for Metals and Ceramics // [Electronic resource]. Mode of access : <http://xmd.sourceforge.net/about.html>.
4. Сдобняков Н.Ю., Колосов А.Ю., Комаров П.В., Соколов Д.Н., Хашин В.А. Моделирование процесса коалесценции наночастиц алюминия методом Монте-Карло // Мониторинг. Наука и Технологии. 2012. Вып.3. С.97-106.

О ВОЗМОЖНОСТИ РАСТВОРЕНИЯ ВАКАНСИОННОЙ ПОРЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УДАРНЫХ ВОЛН ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛА

Маркидонов А.В., к.ф.-м.н., доцент
Филиал КузГТУ в г. Новокузнецке
г. Новокузнецк

Облучение различных материалов ионными и плазменными потоками активно применяется с целью модификации и улучшения свойств поверхностного слоя, вызывая при этом в нем различные изменения: фазовые, структурные, физические, механические, химические и т.д. Модификация поверхности может достигаться как за счет непосредственного ионного или плазменного воздействия, так и за счет инициируемых ими явлений, таких как ионно-индуцированные напряжения, дислокационная подвижность, рекристаллизация, изменение состава приповерхностных слоев и т.д. [1].

Образующиеся при таком высокоэнергетическом воздействии дефекты кристаллической решетки могут приводить к ряду нежелательных явлений, одним из которых является распухание материала. При распухании в объеме тела образуются поры, как результат распада системы избыточных вакансий, образованных при облучении материала [2]. Движущей силой дальнейшей диффузионной эволюции вакансионных пор является стремление к уменьшению свободной поверхности. При этом различают две тенденции: коалесценция и залечивание отдельных пор [3]. Вторая тенденция особенно ярко проявляется при расположении поры вблизи поверхности кристалла.

Воздействие концентрированных потоков энергии также может приводить к формированию ударных волн, получивших название послекасадных [4]. Их возникновение обусловлено различием между временем термализации атомных колебаний в некоторой конечной области и временем отвода из нее тепла. В результате резкого расширения сильно разогретой области формируется почти сферическая ударная волна.

Целью настоящей работы является исследование влияния ударных волн на процессы структурных изменений вакансионных пор вблизи поверхности.

Рассматриваемые в работе явления отличает малый размер исследуемых областей, что затрудняет прямые наблюдения. Поэтому наиболее рациональным видится использование методов компьютерного моделирования. В качестве метода компьютерного моделирования был выбран метод молекулярной динамики, в связи с тем, что он позволяет проводить эксперименты с заданными скоростями атомов и сравнивать динамику исследуемых процессов с реальным временем. Исследование проводилось с помощью пакета МД-моделирования XMD (Molecular Dynamics for Metals and Ceramics) [5], очевидным преимуществом которого является широкий набор поддерживаемых потенциалов, сравнительная простота использования и открытость исходных кодов. В качестве потенциальной функции межатомного взаимодействия



использовался потенциал Джонсона, рассчитанный в рамках метода погруженного атома (EAM) [6]. Шаг интегрирования равнялся 5 фс.

Температура расчетной ячейки задавалась путем присвоения атомам случайных скоростей в соответствии с распределением Максвелла-Больцмана для указанной температуры. Моделирование проводилось при постоянной температуре (канонический ансамбль). Для сохранения температуры расчетной ячейки использовался термостат Андерсена [7], при этом атомы системы испытывают столкновения с некими виртуальными частицами, в результате чего скорость реальных частиц понижается.

Моделируемый кристаллит золота имел форму параллелепипеда. Ориентация кристаллита задавалась следующим образом: ось X была направлена вдоль кристаллографического направления $\langle 1\bar{1}0 \rangle$, ось Y – вдоль $\langle 11\bar{2} \rangle$, а Z – $\langle 111 \rangle$. В зависимости от проводимого эксперимента вдоль одного из направлений задавались свободные граничные условия, а вдоль остальных – периодические.

Для создания поры в кристаллической структуре задавалась сфера с некоторым радиусом. Затем центр сферы совмещался с одним из узлов решетки, и удалялись все атомы, попадающие в эту сферу. После удаления атомов осуществлялась структурная релаксация расчетной ячейки до прихода системы в состояние с минимальной энергией.

После выполнения заданного количества шагов компьютерного эксперимента следовала структурная релаксация системы при 0 К.

Рассмотрим растворение поры вблизи поверхности. Известно, что данный процесс может протекать по двум механизмам: повакансионное растворение поры и диффузионное течение. Первый механизм реализуется в случае, если размер поры намного меньше расстояния до стока вакансий, а второй – если размер поры превышает данное расстояние [3]. В проводимых нами экспериментах структурные изменения поры начинались при температурах $0.5 \cdot T_{пл}$. Как правило, процесс растворения представлял собой совокупность обоих вышеописанных механизмов. При смещении центра вакансионной поры на одно межатомное расстояние от поверхности и уменьшении количества вакансий до 38, влияние поверхности практически прекращается, так как в данном случае пора трансформируется в тетраэдр дефектов упаковки.

Рассмотрим теперь влияние волн, возникающих в кристалле в результате радиационного облучения. В проводимых нами экспериментах рассматривались волны, создаваемые путем присвоения атомам скорости вдоль направления X , соответствующей скорости звука, а также в два раза большей скорости. Первые волны будем считать звуковыми, а вторые ударные. Исследование показало, что звуковые волны не вызывают растворение поры. Единственное, что удалось инициировать данными волнами, это перестройку поры в тетраэдр дефектов упаковки при температуре, не достаточной для термоактивации данного процесса. Пора в данном случае располагалась на таком расстоянии, при котором влияние поверхности не сказывалось.

Совсем иная картина наблюдалась при генерации в кристалле ударной волны. В результате ее прохождения через пору, наблюдалось отщепление части вакансий от «родительской» поры, и ее последующее растворение. Под воздействием волн пора частично растворялась даже при относительно низких температурах, например 300 К. Наилучший результат удалось достичь при генерации волн через 2000 шагов компьютерного эксперимента.

Очевидно, что генерация волны должна вызывать повышение температуры расчетной ячейки, но в нашем случае благодаря используемому термостату она колеблется возле заданного значения. Следовательно, процесс растворения поры инициирован именно волной, а не повышающейся температурой. Именно поэтому отсутствует механизм повакансионного «испарения», так как температура расчетной ячейки не достаточна для инициации данного механизма.

Описанные в настоящей работе эксперименты свидетельствуют о том, что процесс растворения вакансионной поры может быть реализован путем генерации в кристаллической структуре ударных волн. При этом растворение может осуществляться даже при температурах, недостаточных для начала термоактивации диффузионного механизма растворения.



Известно, что основные пути снижения радиационного распухания конструкционных материалов заключаются в изменении структурного состояния материалов легированием, механической и термической обработками. Возможно, что данная работа может способствовать разработке новой методики борьбы с распуханием.

Список источников:

1. Беграмбеков Л. Б. Эрозия и трансформация поверхности при ионной бомбардировке // Итоги науки и техники. Серия «Пучки заряженных частиц». 1993. Т. 7. С. 4 - 57.
2. Орлов В. Л., Малышкина А. Г., Орлов А. В. Зарождение пор в металлах при радиационном воздействии // Известия Томского политехнического университета. 2002. Т. 305. Вып. 3. С. 314-318.
3. Черемской П.Г., Слезов В.В., Бетехтин В.И. Поры в твердом теле. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 376 с.
4. Овчинников В.В. Радиационно-динамические эффекты. Возможности формирования уникальных структурных состояний и свойств конденсированных сред // Успехи физических наук. 2008. Т.178. №9. С.991-1001.
5. XMD – Molecular Dynamics for Metals and Ceramics // [Electronic resource]. Mode of access : <http://xmd.sourceforge.net/about.html>.
6. Johnson R.A. Analytic nearest-neighbor model for fcc metals // Physical Review B. 1988. V.37. №8. P.3924-3931.
7. Andersen H.C. Molecular dynamics simulations at constant pressure and/or temperature // Journal of Chemical Physics. 1980. V.72. №4. P.2384-2394.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ НА ФОРМУ ПОЛУЧАЕМЫХ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

А.М. Чуть, студент группы ОД-101

Научный руководитель: А.В. Маркидонов, к.ф.-м.н, доцент, зав. каф. МиЕНД
Филиал КузГТУ в г. Новокузнецке
г. Новокузнецк

Наночастицы металлов обладают специфическими свойствами, которые обусловлены наличием большого количества поверхностных атомов. Например, доля атомов, оказавшихся на поверхности частиц никеля со средним размером 5 нм, достигает 15%, в то время как для монокристалла Ni размером 1 см — порядка $10^{-6}\%$ [1]. Из-за нескомпенсированных связей атомов, расположенных на поверхности наночастицы, увеличивается способность адсорбции материала, меняется температура плавления и т.д.

Специфические свойства металлов в ультрадисперсном состоянии открывают широкие возможности для их применения в технике, медицине и сельском хозяйстве. Так, например, наночастицы меди используются как катализатор в процессе получения каучука, они улучшают эксплуатационные свойства технических масел, имеют антибактериальные свойства, в результате чего широко применяются при дезинфекции помещений и инструментов, при упаковке и хранении пищевых продуктов [2].

Одним из наиболее перспективных методов получения наночастиц многих цветных металлов является метод конденсации из высокотемпературной газовой фазы [3]. Отсутствие дефектов выгодно отличает наночастицы, получаемые данным методом, от порошков, изготавливаемых, например, методом механического разлома. Несмотря на это, проблема получения наночастиц с заданным размером, структурой и физическими свойствами до конца не разрешена.

Целью настоящей работы является определение влияния скорости охлаждения газовой фазы на форму наночастиц меди.

Объект исследования в настоящей работе отличается малый размер, что затрудняет прямые наблюдения. Поэтому наиболее рациональным видится использование метода компьютерного моделирования. В качестве метода компьютерного моделирования был выбран



метод молекулярной динамики, в связи с тем, что он позволяет проводить эксперименты с заданными скоростями атомов и сравнивать динамику исследуемых процессов с реальным временем. Исследование проводилось с помощью пакета МД-моделирования XMD [4]. В качестве потенциальной функции межатомного взаимодействия использовался потенциал Джонсона, рассчитанный в рамках метода погруженного атома. Шаг интегрирования равнялся 5 фс.

Температура расчетной ячейки задавалась путем присвоения атомам случайных скоростей в соответствии с распределением Максвелла-Больцмана для указанной температуры. Моделирование проводилось при постоянной температуре (канонический ансамбль). Для сохранения температуры расчетной ячейки использовался термостат Андерсена.

Для создания наночастицы в кристаллической структуре, моделирующей кристаллит меди, задавалась сфера с некоторым радиусом. Затем центр сферы совмещался с одним из узлов решетки, и удалялись все атомы вне этой сферы. После удаления атомов осуществлялась структурная релаксация расчетной ячейки до прихода системы в состояние с минимальной энергией. В настоящей работе использовалась наночастица, состоящая из 456 атомов.

Для определения температуры фазовых переходов можно построить калорическую кривую $U(T)$. Точки разрыва данной кривой соответствуют фазовым переходам. Так на рисунок 1 представлена данная кривая.

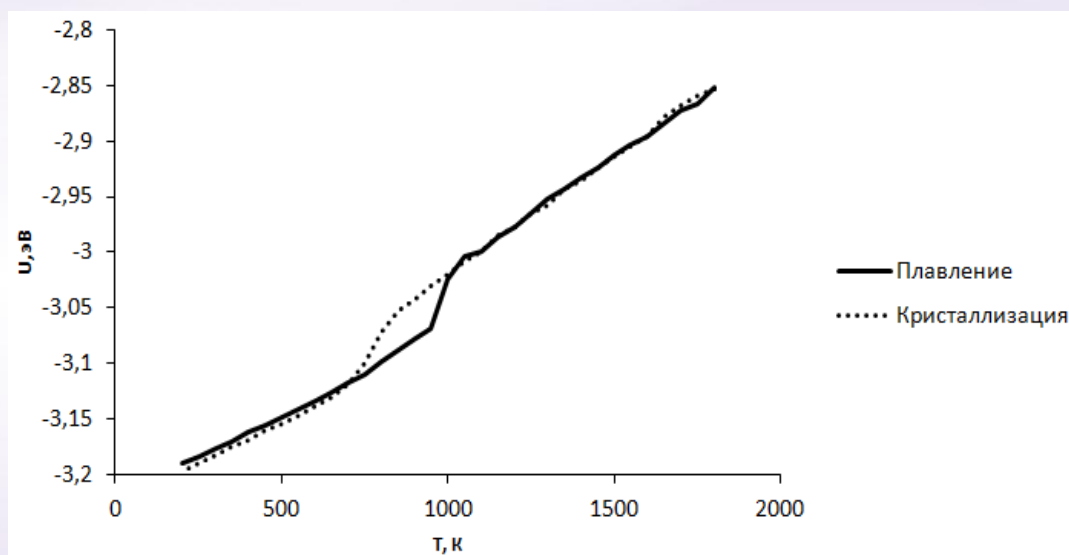


Рисунок 1 - Зависимость потенциальной энергии наночастицы Cu_{456} от температуры при процессах плавления и кристаллизации

Как следует из рисунка, температура плавления наночастицы составляет около 970 К, в то время как температура плавления массивного образца меди – 1356 К. Разница между температурой плавления и кристаллизации в нашем случае составляет 200 К.

Для исследования процессы конденсации наночастица выдерживалась при температуре 2900 К (температура кипения меди) в течении 100 000 шагов компьютерного эксперимента, а затем температура постепенно снижалась до 77 К. Данная температура была выбрана в связи с тем, что на промышленных установках по получению нанопорошков в качестве охлаждающей жидкости используют жидкий азот [3].

На рисунок 2 представлены результаты компьютерного эксперимента. Для большей наглядности при построении рисунка использовался визуализатор распределения потенциальной энергии. Так, атомы, энергия которых выше, окрашиваются в более светлый цвет, а у которых ниже – в темный.

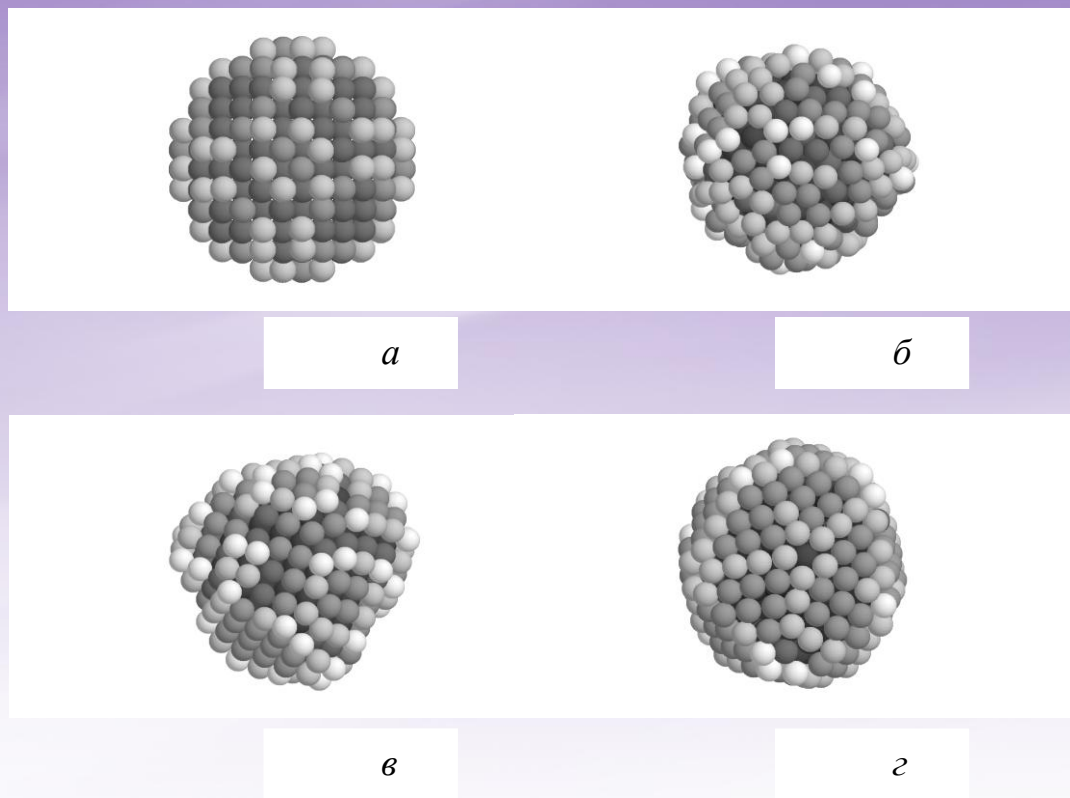


Рисунок 2 - Наночастица меди в начале эксперимента (а) и наночастицы, получаемые в результате конденсации газовой фазы при скорости охлаждения 0.02 (б), 0.01 (в) и 0.005 (г) фс^{-1}

Как видно из рисунка, при скорости охлаждения 0.02 фс^{-1} наночастица имеет неупорядоченную структуру, при скорости 0.01 фс^{-1} – формируются фрагменты кристаллографических плоскостей, а при скорости 0.005 фс^{-1} – образуется почти идеальная наночастица сферической формы.

Список источников:

1. Лопатько К.Г., Афтандиянц Е.Г., Зауличный Я.В., Карпец М.В. Получение и применение наночастиц, содержащих медь и серебро //Труды института проблем материаловедения им. И.Н.Францевича. 2010. №1. С.232 - 243.
2. Каплуненко В.Г., Косинов Н.В., Бовсуновский А.Н., Черный С.А. Нанотехнологии в сельском хозяйстве // Зерно. 2008. №4 [Electronic resource]. Mode of access : <http://www.zerno-ua.com/?p=2025>.
3. Гафнер Ю.Я., Чепкасов И.В. Компьютерное моделирование процессов образования наночастиц меди при конденсации из газовой фазы // Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC – 2012». Москва, 2012. Ч.1. С.37 - 40.
4. XMD – Molecular Dynamics for Metals and Ceramics // [Electronic resource]. Mode of access : <http://xmd.sourceforge.net/about.html>.



УДК622.831:620.171.5

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД РАЗНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

А.С. Гуменный, аспирант, Р.Р. Зарипов, студент
 Научный руководитель: Т.И. Янина, к.т.н., доцент
 Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
 г. Кемерово

Для повышения безопасности ведения горных работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых необходимо непрерывно контролировать целый ряд технологических параметров, в том числе непрерывно оценивать изменение напряженного состояния краевых зон массива горных пород. Изменение напряженного состояния приводит к изменению определенных физических параметров горных пород, которые можно фиксировать. На кафедре физике разработана система непрерывного контроля изменения напряжений в массиве на основе волоконно-оптических элементов [1].

Для применения на практике интерференционного метода необходимо качественное доказательство зависимости радиуса центрального интерференционного кольца от приложенной к образцу горной породы нагрузки, проверенное другими методами.

Целью данной работы является сопоставление оценки напряженного состояния образца горной породы различными методами.

В данной работе изменение напряженного состояния горных пород оценивалось с помощью четырех методов: акустического; измерения потенциалов, удельного сопротивления, интерференционного. Исследования проводились на специально разработанной лабораторной установке, схема, которой приведена на рисунке 1. (фото на рисунке 2).

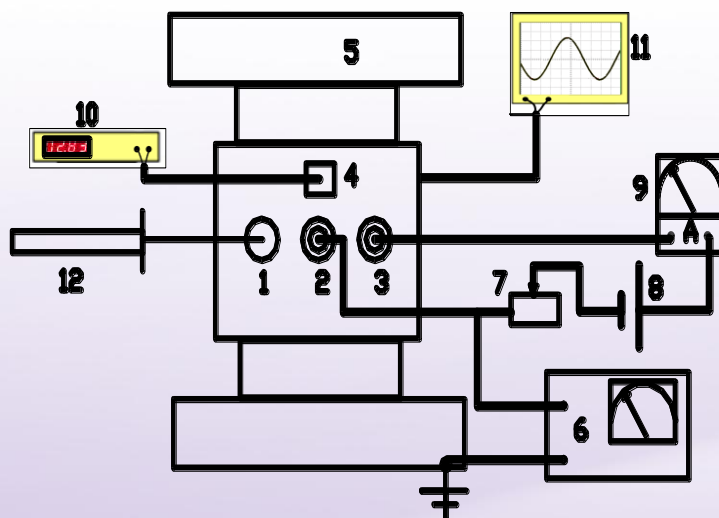


Рисунок 1 - Схема лабораторной установки.

1- сплошной фотоупругий датчик; 2,3 – датчики для измерения потенциала и удельного сопротивления; 4- пьезоэлемент; 5- пресс; 6- прибор для измерения потенциала; 7 – ограничивающее сопротивление; 8 – источник питания; 9 – микроамперметр; 10 – звуковой генератор; 11 – осциллограф; 12- лазер с экраном.

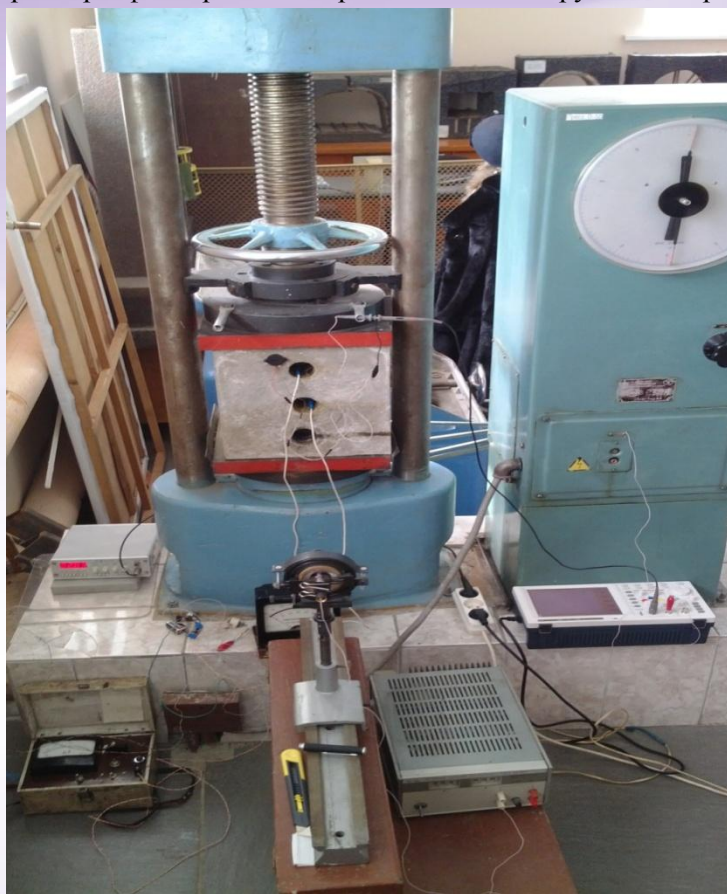
Удельное сопротивление определялось двухэлектродным методом, для определения удельного сопротивления в образце размещались два датчика (рисунок 3), между которыми подавалось постоянное напряжение, с помощью вольтметра и амперметра фиксировались значения тока и напряжения при разных нагрузках и по формулам рассчитывалось удельное сопротивление



Разность потенциалов определялась специально сконструированным прибором, одна клемма которого соединялась с датчиком, а вторая с шиной заземления.

Амплитуда акустических колебаний определялась с помощью осциллографа на частоте 2,83 КГц, с помощью пьезоэлектрических излучателя и приемника.

Интерференционная картина фиксировалась с фотоупругого датчика цифровой видеокамерой, сигнал с которой обрабатывался на компьютере. Во всех экспериментах параметры фиксировались при изменении нагрузки на образец. Скорость нагрузки имитировала



соответствующие виды работ при подземной разработке каменных углей.

Результаты, полученные методом потенциалов, удельного сопротивления, акустическим методом сравнивались с результатами, полученными интерференционным методом.

В качестве примера приведены зависимости потенциала от нагрузки (рисунок 4) и зависимости амплитуды акустического сигнала от нагрузки (рисунок 5)

Рисунок 2 - Фотография экспериментальной установки

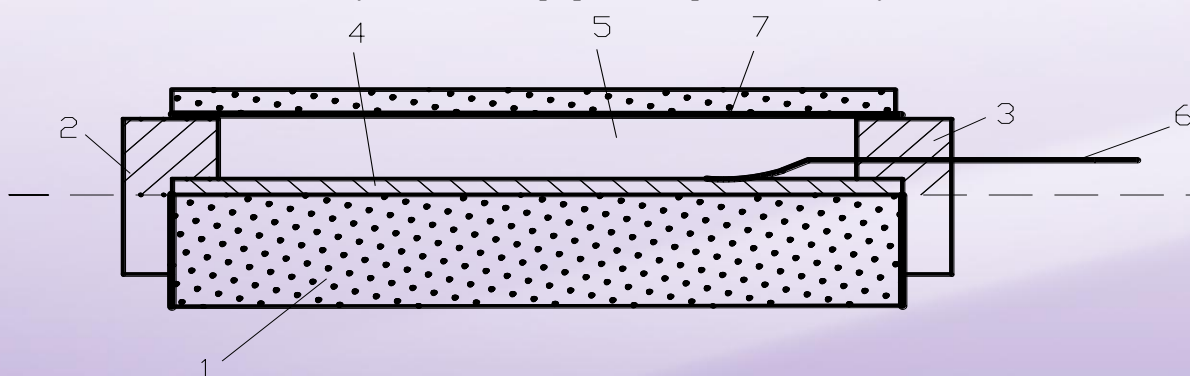


Рисунок 3 - Схема датчика для измерения потенциала ЕСЭП.

1-тонкий поролон; 2, 3-пробки; 4-медная трубка; 5-раствор медного купороса на желатине; 6-контактный провод; 7-цилиндр из брезента.

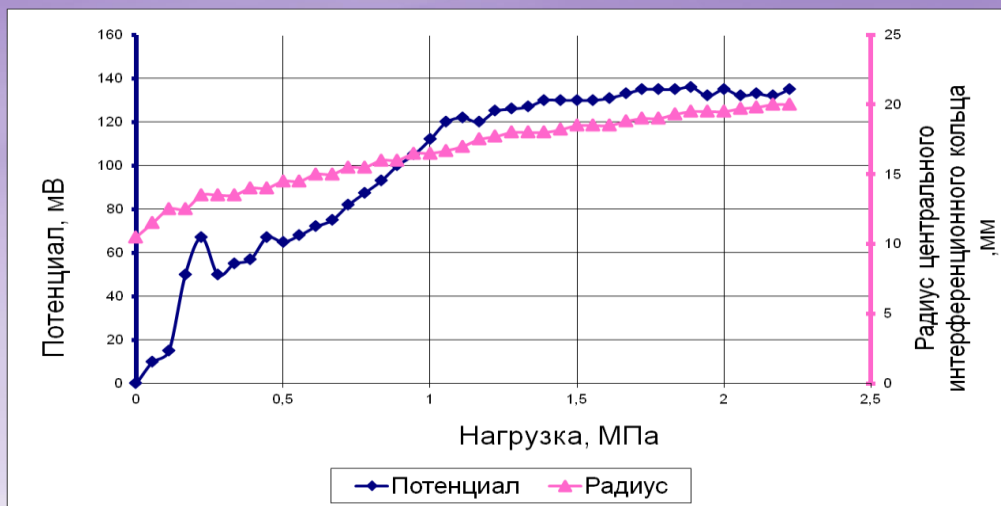


Рисунок 4 Графики зависимостей потенциала (слева) и радиуса интерференционной картины (справа) от нагрузки.

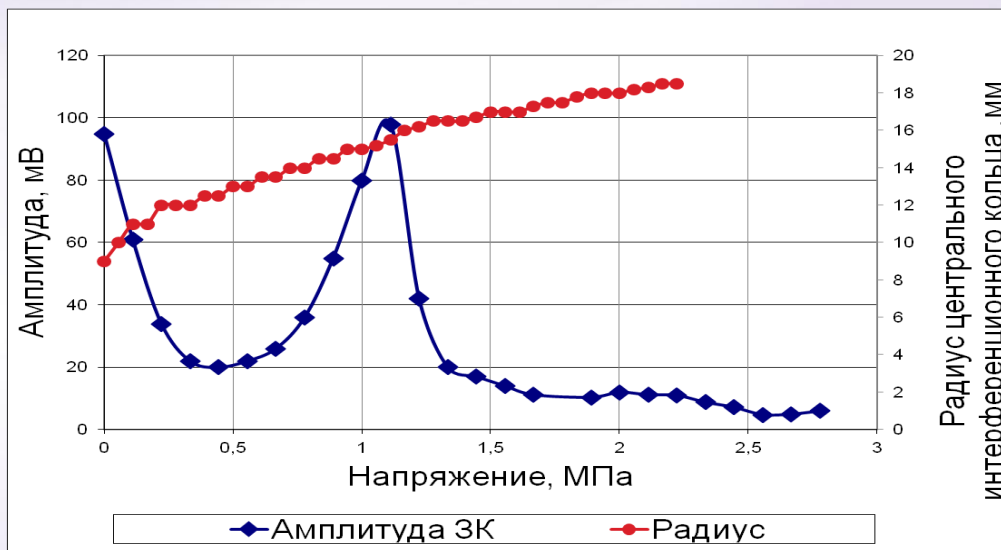


Рисунок 5 Графики зависимости амплитуды акустических колебаний и радиуса интерференционной картины от нагрузки.

Проведенные эксперименты доказали, что изменение радиус центрального интерференционного кольца соответствует изменению внешней нагрузки, что убедительно подтверждается результатами экспериментов, проведенных хорошо изученными методами геофизического контроля.

Список источников:

1. А.с. RU 2 421615 C1, МПК E21C 23/00. Устройство непрерывного контроля массива горных пород/ ГОУ Кузбасский Государственный технический университет; А.С. Гуменный [и др.]. – Опубл в Б.И. 2011. - №17
2. Область применения интерференционного метода контроля напряженного состояния твердых тел с упругими характеристиками / Гуменный А.С [и др.] // Вестник Кузбасского государственного технического университета: Научно-технический журнал. – Кемерово: Изд. КузГТУ 2010, - С. 21-23.



**Секция «Проблемы развития физической культуры и спорта среди
студенческой молодежи»**

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА
ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

И. О. Медведев, студент группы М-121 КемГУКИ
Научный руководитель: Г. К. Урусов, ст. преподаватель
Кемеровский государственный университет культуры и искусств
г. Кемерово

Прежде всего, здоровье человека – «способность организма выполнять свои функции по поддержанию и обеспечению жизнедеятельности» [2].

В России проблема здорового населения кажется неразрешимой. Поданным ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России в 2010 году на 100 000 человек было зарегистрировано около 160 000 болезней [3]. В такой ситуации ещё более удручает то, что основную массу нездоровых составляет «...категория организованного населения, где возрастные границы чрезвычайно узкие: от 17 до 25 лет» - студенчество [1].

Политика Российской Федерации, как и большинства развитых стран мира, направлена на сохранение и укрепление индивидуального и социального здоровья через масштабные мероприятия. Одно из них - повышение массовости занятий физической культурой и спортом всего населения. По мнению спортивных учёных, наиболее актуальной задачей является проведение такого мероприятия в образовательных учреждениях профессионального образования среди студентов.

Роль физического воспитания в ВУЗах многогранна: с одной стороны, физическая культура выступает средством оптимизации режима жизни студентов и повышения их работоспособности, с другой, это нравственное, волевое и эстетическое развитие индивида. Сегодня для всестороннего физического и духовного развития студентов необходим системный, комплексный подход, который предполагает построение урока физической культуры как полноценной системы, приоритет оздоровительного направления, индивидуальный подход к каждому обучающемуся, психологическую готовность преподавателя к занятию и т.д.

Модернизированная система физкультурного образования, породившая новые требования к преподавателям, студентам и инфраструктуре сферы физической культуры и спорта, определила три явно выраженные проблемы процесса организации физического воспитания в ВУЗах:

1. Отсутствие необходимого материально-технического обеспечения;
2. Незаинтересованность учащихся в системе физического воспитания в том виде, в котором она сейчас предлагается;
3. Психолого-педагогические проблемы преподавателей;

Финансирование, оснащение ВУЗов РФ необходимой материально-технической базой часто отодвигается на второй план. Это не является лучшим способом решения первой проблемы. В большинстве российских ВУЗов всё заканчивается не на самом лучшем ремонте спортивных залов, на общих раздевалках и минимуме инвентаря, что совсем не соответствует европейским стандартам оснащения высших учебных заведений.

Частичное решение второй проблемы, незаинтересованности учащихся в системе физического воспитания, кроется в устранении первой. Обеспечив ВУЗы необходимой материально-технической базой, они смогут конкурировать с коммерческими организациями, предлагающими более высокий уровень тренировок, лучшее оборудование, что существенно увеличит мотивацию студентов заниматься физической культурой именно в своём ВУЗе. Более



того, не каждый учащийся может оплачивать абонементы спортивных коммерческих организаций, не смотря на их широкий спектр услуг.

Необходимо сформировать добровольность к занятиям физической культуры и спортом. Важно, чтобы студент понимал, что идёт на урок не «за зачётом», а из-за необходимости быть здоровым, сильным, красивым [1, с.148-149].

Ни для кого не секрет, что часто преподаватель не может правильно выбрать программу для проведения занятий из-за различных интересов у студентов, поэтому занятия кажутся скучными и не удовлетворяют «всех и сразу».

Но педагогические проблемы заключаются не только в том, чтобы выбрать наиболее подходящую программу для занятий, но и в личных качествах преподавателя. Психологическое состояние преподавателя - это существенная предпосылка эффективности его деятельности. Состояние готовности помогает преподавателю успешно выполнять свои обязанности, правильно использовать знания, опыт, сохранять самоконтроль и перестраиваться при непредвиденных обстоятельствах. Готовность – решающее условие быстрой адаптации к условиям труда, профессионального совершенствования и повышения уровня мастерства. Готовность как психическое состояние личности – это внутренняя настроенность преподавателя на определенное поведение при решении спортивных и педагогических задач, при разрешении конфликтных ситуаций психологического характера на занятиях физической культуры, возникающих между студентами.

В рамках второй проблемы на базе «Кемеровского государственного университета культуры и искусств» среди студентов I курса в период с 4 по 6 апреля 2013г. было проведено исследование. В предложенном опросе «Ваше отношению к занятиям по физической культуре» приняли участие 3 группы института социально-культурных технологий в количестве 66 человек.

Обработанные данные опроса:

ВОПРОС	ВАРИАНТЫ ОТВЕТА
1. Как часто Вы посещаете занятия по физической культуре?	1) Стараюсь не пропускать (24) 2) Всегда (12) 3) Редко (12) 4) Никогда (18)
2. Довольны ли Вы вашим преподавателем?	1) Да (66) 2) Нет (0)
3. Нравится ли Вам идея о дополнительном годе обучения физической культуре на выбор?	1) Да (48) 2) Нет (18)
4. Нравится ли Вам лыжная программа?	1) Нет (36) 2) Да (30)
5. Нравится ли Вам посещать физическую культуру, когда по программе волейбол/баскетбол?	1) Да (42) 2) Нет (24) 3) Иногда (0)
6. Какой из видов спорта Вы бы хотели увидеть в учебном плане?	1) Никакой (0) 2) Больше волейбола (18) 3) Фигурное катание (6) 4) Борьба (0) 5) Футбол (12) 6) Легкая атлетика (6) 7) Танцы (12) 8) Аэробика/гимнастика/большой теннис (36)
7. Хотели бы Вы заниматься пулевой стрельбой на парах по физической культуре?	1) Да (42) 2) Нет (24)
8. Нравятся ли Вам занятия в тренажерном зале?	1) Да (42) 2) Нет (6) 3) Частично (18)



Выводы по результатам опроса:

1. Исходя из ответов на вопросы 1, 2 и 3, можно сказать, что у студентов наблюдается интерес к занятиям физической культурой.
2. Студенты отдают большее предпочтение волейболу (вопрос 5) и занятиям в тренажёрном зале (вопрос 8).
3. Выявлен несколько больший процент студентов, недовольных лыжной программой (вопрос 4); (причины не выявлялись).
4. Все 66 студентов первого курса довольны своим преподавательским составом (вопрос 2).
5. Основным мотивом посещения занятия по физической культуре частично продолжает являться получение зачёта.

Существование третьей проблемы было подтверждено результатами опроса, проведённого в городе Иркутск среди 125 студентов различных ВУЗов.



При ответе на следующие вопросы: «Эти проблемы были связаны с Вашим психологическим состоянием?» и «Были ли они связаны с тем, как преподаватель организовал занятие?» также было получено большинство утвердительных ответов с отношением 9:1.

Таким образом, результаты опросов доказывают наличие проблем организации физического воспитания в ВУЗах РФ. Главная перспектива их решения – здоровье молодого поколения многонациональной России и укрепление её позиции на международной арене как великой спортивной державы.

И если эффективное решение психолого-педагогической проблемы преподавателей, незаинтересованности студентов найдут сами объекты этих проблем, то первичную, предрасполагающую к другим, материально-техническую проблему ВУЗов Российской Федерации может решить только правящая элита нашей страны. Комплексно решая все три проблемы, особое внимание нужно уделить устранению первичной. Ведь недаром говорил К.С. Станиславский: «Театр начинается с вешалки»!

Список источников:

1. «Современные направления развития физической культуры, спорта и туризма», всероссийская науч. - практическая конф. (2011; Саранск) Всероссийская научно-практическая конференция «Современные направления развития физической культуры, спорта и туризма», 29–30 ноября 2011 г. : [материалы] / редкол.: Е. Е. Елаева (отв. ред.) [и др.] ; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2011. –.....с.
2. http://www.rusnauka.com/27_NNM_2011/Sport/1_93461.doc.htm
3. <http://www.mednet.ru/ru/statistika/zabolevaemost-naseleniya.html>



РЕАЛИЗАЦИЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ IT-ТЕХНОЛОГИЙ В КУЗГТУ (на примере системы «Medsyst»)

О. И. Докина, студент группы СК-101

Научный руководитель: О. А. Заплатина, к.п.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Деятельность кафедры физического воспитания всегда была направлена на оздоровление, физическое совершенствование и повышение функциональных возможностей как студентов, так и преподавателей, сотрудников университета. Нынешняя стратегическая политика вуза продиктовала создание более эффективной, научно обоснованной системы физического воспитания и оздоровления в вузе, ориентированной на совершенно определенный тип социально-производственных отношений, сложившийся в России в настоящее время. Со стороны работодателей в последнее время идет нарастающий спрос на специалистов, обладающих высоким уровнем здоровья, работоспособности, физических и психофизиологических возможностей.

Анализ уровня физической подготовленности и показателей здоровья студентов показывает, что:

- увеличилось количество студентов, которым рекомендованы занятия физическим воспитанием в подготовительной и специальной группах: по городу Кемерово в целом на 37%; по КузГТУ – на 30,5%.

- за последние годы значительно увеличилось число молодых людей, освобожденных от практических занятий физической культурой: за данный период времени количество таких студентов только в КузГТУ возросло на 7,5%.

Субобщество здоровья, формируемое силами нашего университета, построено на услугах по охране здоровья и услугах в области организации досуга, физической культуры и спорта. В этом контексте консолидируются усилия кафедры физического воспитания и санатория-профилактория «Молодежный».

В течение последних десяти лет количество студентов, оздоравливаемых в санатории-профилактории, увеличилось с 75 до 150 человек в смену, за год в «Молодежном» проходят курс оздоровления и лечения 2100 студентов бюджетной формы обучения и 100 преподавателей. Наш вуз готовит будущих инженеров, которые придут работать на угольные и химические предприятия, в автодорожную отрасль, где условия труда далеки от комфортных. Поэтому так необходимо, чтобы за те пять лет, что ребята проходят обучение в университете, они имели возможность на базе нашего санатория профилактировать те или иные заболевания и иметь возможность, при наличии уже имеющихся заболеваний, предупреждать обострения.

Так в 2012 году в профилакторий было направлено и оздоровлено 2100 студентов. Из них 508 человек с болезнями костно-мышечной системы, 307 с болезнями органов пищеварения, 338 с симптомами, признаками и отклонениями от нормы, выявленными при клинических и лабораторных исследованиях, 210 с болезнями органов дыхания, 177 с болезнями глаза и его придаточного аппарата, 120 человек с болезнями нервной системы и 440 студентов с прочей патологией.

Таким образом, **целью исследования** явилась потребность разработать и внедрить в работу профилактория «Молодежный» программную систему, автоматизирующую деятельность персонала для удобства получения и обработки данных по сохранению здоровья студентов.

Объектом исследования явились программные разработки в системах наблюдения за здоровьем.

Учитывая постоянно прогрессирующий информационный темп жизни, творческой лабораторией вуза совместно со студенческим клубом программистов под руководством главного врача Т. А. Копыловой, для профилактория «Молодежный» была разработана система «Medsyst», явившаяся **предметом нашего исследования**, как одна из возможностей интеграции эколого-валеологических подходов, которые могут быть использованы в работе высшего учебного заведения в условиях модернизации высшего технического образования.



Рабочей гипотезой исследования стало предположение о том, что использование данной системы позволит автоматизировать работу персонала профилактория в ведении документации, составлении сводных отчетов о состоянии здоровья студентов и сотрудников вуза, помогающих формированию медицинских групп и групп здоровья для занятий физической культурой и спортом.

В процессе исследования в рамках внедрения информационных технологий, способствующих оптимизации наблюдения за состоянием здоровья контингента была разработана вышеуказанная программа, позволяющая вести наблюдения в профилакториях, валеоториях и других профилактических заведениях, в которой бумажный документооборот заменен электронным, что позволяет высвободить большую часть времени, автоматизировать работу персонала вплоть до составления электронных отчетов по состоянию здоровья контингента и отслеживать огромный пласт статистических наблюдений на протяжении всего учебного и трудового периодов. Система многопользовательская, ею могут пользоваться одновременно несколько сотрудников профилактория. Каждый сотрудник выполняет свою роль в системе, эта роль ограничивает его права и возможности (регистратору даны возможности только регистрирования, терапевту свои функции и т.д.) (Рисунок 1).

ФИО	Логин	Группы
Белых Валентина Николаевна	БВН	Врач
Владимирова Светлана Алексеевна	ВСА	Регистратор
Диденко Елена Николаевна	ДЕН	Бухгалтер
Заплатин Евгений Федорович	zef	Администратор. Врач
Копылова Татьяна Афанасьевна	КТА	Главный врач
Кузина Татьяна Сергеевна	КТС	Врач
Попутников Евгений Александрович	реа	
Шефер Наталья Алексеевна	ШНА	Управляющий складом

Рисунок 1 - Пользователи системы «Medsyst» и распределение их функций

Система ведет реестр амбулаторных карт пациентов. В регистратуре – сгруппированные по категориям пациенты за все годы наблюдений: сотрудники, студенты, ветераны, наблюдающиеся на платной основе (Рисунок 2).

Имеется классификатор МКБ и возможность автоматического добавления болезни в сопутствующий и основной диагнозы. Есть возможность распечатки книжки пациента или истории болезни. Система позволяет генерировать отчеты по студентам и сотрудникам, по сезонам, факультетам и т.д. (отчеты выдаются главврачом в деканаты) (Рисунок 3).



Амбулаторная карта пациента

Готово Новая

Амбулаторная карта № 1192 от 9 декабря 2010 г.

Фамилия: Абакумова Имя: Надежда Отчество: Викторовна

Общая Примечания Истории болезней Платные услуги Направления врача Плательщик

Общая

Дата рождения: 1 марта 1990 г. Пол: Мужской Женский

Категория: Студент КузГТУ Место учебы: ГУ КузГТУ

Факультет: Наземного и подземного ст. Группа: СГ-061

Адрес: Город: Кемерово Ул. дом: ул.12-я Линия 57

Контактные данные: Тел. дом. Тел. раб. Тел. моб.

Студент

☐ Состоит на "Д" учете ☐ Инвалидность ☐ Сирота ☐ Донор ☐ КОВ ☐ Беременность

Рисунок 2 - Ведение амбулаторных карт в системе «Medsyst»

Отчет по нозологическим формам

Сезоны: с 1/2012 по 4/2012

Пациенты: Студенты Сотрудники

Главный отчет

Отчет по нозологическим формам сезоны №№ с 1.00 по 4.00 с 23.01 по 15.04 2012 года (Студенты)

Список классов МКБ - 10	кол-во	%
D 50-89 : Болезни крови и кроветворных органов	5	0.92
E : Болезни эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ	10	1.85
G : Болезни нервной системы	28	5.17
H 00-59 : Болезни глаза и его придаточного аппарата	47	8.67
I : Болезни системы кровообращения	22	4.06
J : Болезни органов дыхания	26	4.80
K : Болезни органов пищеварения	56	10.33
L : Болезни кожи и подкожной клетчатки	9	1.66
M : Болезни костно-мышечной системы	130	23.99
N : Болезни мочеполовой системы	19	3.51
Q : Врожденные аномалии (пороки развития)	2	0.37
R : Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированных в других рубриках	112	20.66
S.T : Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	3	0.55
Z : Факторы, влияющие на состояние здоровья населения и обращения в учреждения здравоохранения	71	13.10
Z 34 : Беременность	2	0.37
Итого:	542	

	кол-во	%
1. Состоящие на диспансерном учете	80	14.8
2. Сироты	0	0.00
3. КОВ	2	0.37
4. Инвалиды по заболеванию	4	0.74
5. Доноры	2	0.37
6. Беременные	1	0.18

Номер текущей страницы: 1 Количество страниц: 1 Коэффициент масштабирования: 100%

Рисунок 3 - Составление отчетов в системе «Medsyst»

Благодаря внедрению данной системы в работу профилактория удалось проследить динамику численности студентов медицинских групп здоровья, наблюдающихся в профилактории, скорректировать оздоровительную работу с этими студентами в рамках дисциплины «Физическая культура» и получить положительный результат в изменении уровня из здоровья и физической подготовленности (Рисунок4).

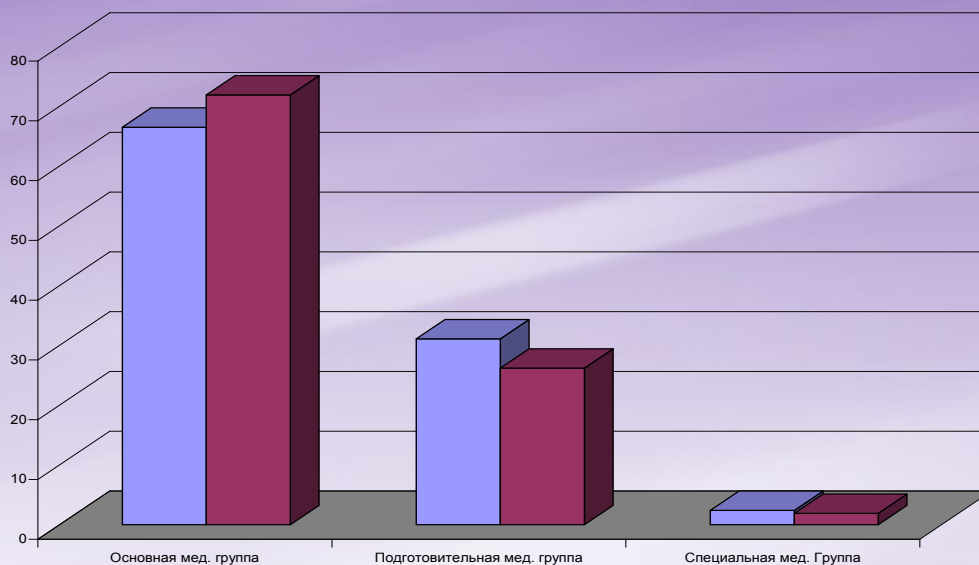


Рисунок 4 - Динамика показателей численности студентов, отнесенных к различным медицинским группам, наблюдающихся в санатории-профилактории «Молодежный» в 2011-2012 гг

Таким образом, данная система позволяет статистически вести, обрабатывать, сохранять наблюдения на протяжении всей учебной и трудовой деятельности.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Е.С. Домрачева, студентка группы ДП-91
Научный руководитель Иванова С.Ю. к.п.н., доцент
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности
г. Кемерово

В настоящее время анализ литературных источников, данные научных исследований и практика свидетельствуют о том, что физкультурно-оздоровительная деятельность еще не стала для студентов насущной потребностью, не превратилась в интерес личности. Реальное участие студентов в этой деятельности недостаточно. Для преодоления этого негативного явления необходимо ознакомиться с механизмами действия их побудительных сил, которые через интересы и мотивы ведут к удовлетворению потребности личности студента.

Целью нашего исследования является формирование положительного отношения студентов вуза к занятиям физической культурой. Нами предполагалось, что включение студентов вуза в активную физкультурно-оздоровительную деятельность способствует их положительному отношению к физической культуре.

Задачи исследования: изучить мнение студентов об их отношении к занятиям физической культурой, выявить возможности вуза, способствующие положительному отношению к данному процессу; сравнить результаты анкетирования студентов I, III, V курсов. Для достижения поставленной цели и задач были использованы следующие методы: анализ литературных источников, анкетирование, опрос, беседа, методы математической статистики, анализ результатов исследования.

Предпринятое нами исследование осуществлялось в три этапа. На первом этапе изучалась психолого-педагогическая литература, публикации по проблеме исследования; проводились беседы, анкетирование, наблюдения по отношению студентов вуза к физической



культуре, определялась программа исследования. На втором этапе осуществлялось исследование с использованием методов анкетирования, бесед, наблюдения, апробирования программы исследования. На третьем этапе обрабатывались, анализировались и обобщались полученные данные работы. Всего в исследовании принимало участие 330 студентов. Задачи опроса предусматривали сравнение и анализ изменения мнений студентов от младших к более старшим курсам. Всем испытуемым было предложено ответить на вопросы специально разработанной анкеты. Для начала студентам, принимающим участие в исследовании, был задан вопрос: «Как Вы думаете, нужна ли студентам в вузе дисциплина «Физическая культура»? По результатам ответов на данный вопрос мы получили данные, что всего 32% студентов I курса ответили «да», студентов III курса на 18% больше, считающих, что студентам в вузе нужна «Физическая культура» (50%) и 64% студентов V курса дали утвердительный ответ. На вопрос об отношении студентов к физической культуре были получены следующие результаты: «положительно» ответили 49% студентов I курса, 54% - студентов III курса, 62% - студенты V курса. На вопрос: «Как Вы считаете, что необходимо изменить в проведении занятий по физической культуре в вузе?» мы получили следующие результаты: «проводить больше спортивно-оздоровительных мероприятий», «увеличить число занятий до 3-4 раз в неделю», «больше заниматься на свежем воздухе», «давать больше информации о сохранении и укреплении здоровья, здорового образа жизни», а также нашлись студенты которые «ничего не хотят изменять». Так, исходя из полученных данных анкетного опроса, мы разработали программу проведения физкультурно-оздоровительных мероприятий в вузе, которая, на наш взгляд, повысит уровень мотивации студентов к занятиям физической культурой, а, следовательно, и их отношение в целом к физической культуре: проведение дней здоровья; проведение в вузе ежегодной научно-практической конференции «Физическая культура и здоровье студентов»; проведение весёлых стартов, весёлых стартов на лыжах, игры «дартс», проведение различных мероприятий на призы деканов факультетов; мероприятия по профилактике ВИЧ-инфекций, курения, наркомании. Динамика отношения студентов к физической культуре за время обучения в вузе представлена в таблице 1.

Таблица 1

Варианты	ответы студентов I курса, в %	ответы студентов III курса, в %	ответы студентов V курса, в %
осталось без изменений	69	11	4
улучшилось	18	76	89
ухудшилось	9	5	-
затрудняюсь ответить	4	8	7

Итак, исходя из итоговых полученных результатов исследования, мы делаем вывод, что наша гипотеза подтвердилась - включение студентов вуза в активную физкультурно-оздоровительную деятельность способствует их положительному отношению к физической культуре. Если на первых курсах студенты занимаются физической культурой и спортом, потому что нужно сдать зачет, ходить на занятия, то уже на более старших курсах растет личная заинтересованность в занятиях как необходимый фактор поддержания собственного здоровья. За время обучения в вузе к пятому курсу студенты приобретают как знания для будущей профессиональной деятельности, так и знания теоретического раздела программы по физической культуре, которые дают возможность студентам в полной мере овладеть приёмами и навыками ведения здорового образа жизни и способами сохранения и укрепления здоровья.



Секция «Горные машины и оборудование»

УДК 622.285

**АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ М138
В ПРОГРАММЕ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2013**

М. В. Казанцев, студент группы МК-081

Научный руководитель: Г. Д. Буялич, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Целью данного исследования является анализ прочности элементов секции механизированной крепи М138 с помощью средств автоматизированного проектирования Autodesk Inventor Professional 2013.

За основу моделирования была взята конструкторская документация на секцию крепи, схема которой изображена на рисунке 1.

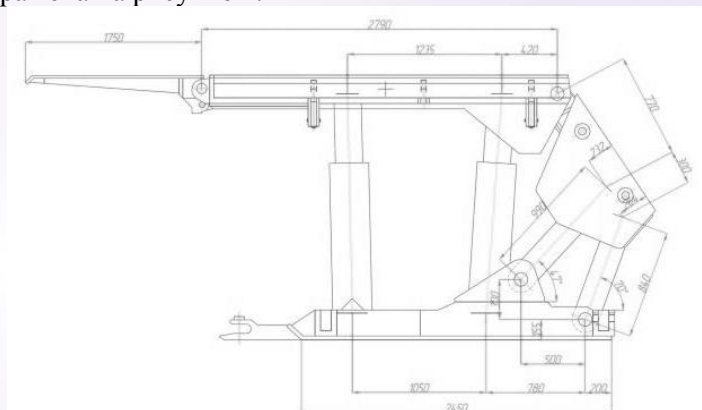


Рисунок 1 – Схема секции механизированной крепи

Секция механизированной крепи была разделена на несколько основных частей: основание, рычаг передний, рычаг задний, ограждение, перекрытие, консоль. Для каждой части были сделаны 3D-модели, которые в дальнейшем были объединены в одну сборку. Также были заданы свойства материала, соответствующие деталям (рисунок 2).



Рисунок 2 – Готовая сборка секции механизированной крепи М138

Готовая сборка была помещена в рабочее пространство, состоящее из двух блоков: один блок имитировал «почву», на которую опирается модель секции крепи, а другой блок – «кровлю», которая давит на секцию (рисунок 3).

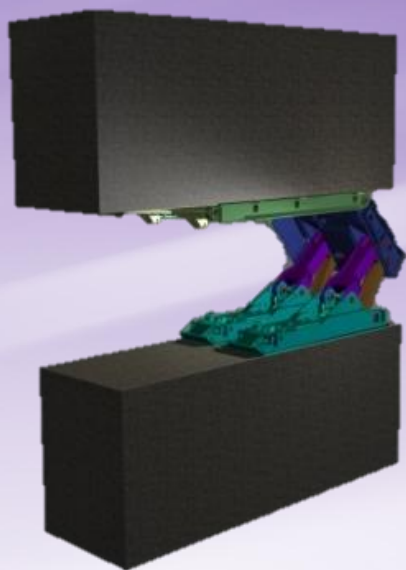


Рисунок 3 – Имитация рабочего пространства

Для силового взаимодействия с породами почвы и кровли были добавлены гидростойки с заданными характеристиками (давление рабочей жидкости в поршневой полости при начальном распоре - 32 МПа, при номинальном рабочем сопротивлении – 42 МПа) (рисунок 4).

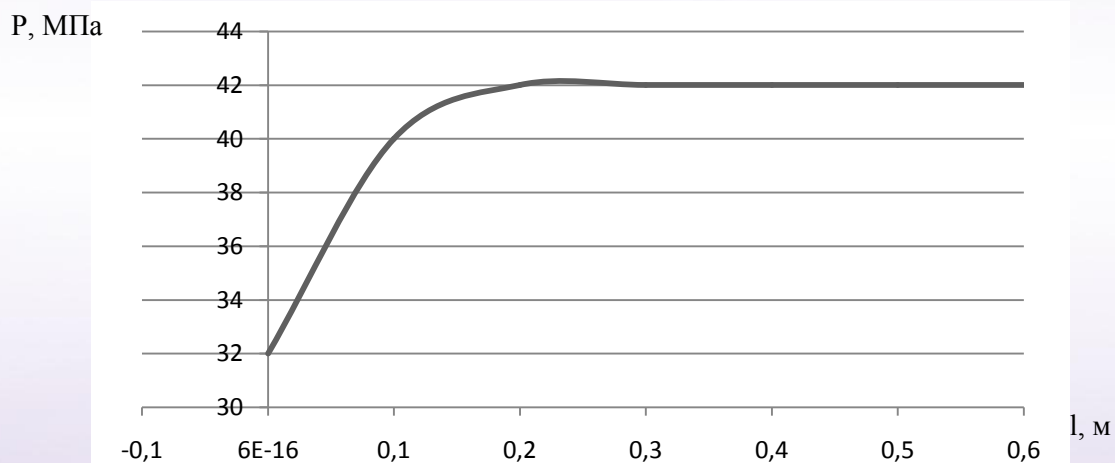


Рисунок 4 – Характеристика гидростоек

Дальше осуществляется симуляция работы крепи в шахте (рисунок 5).

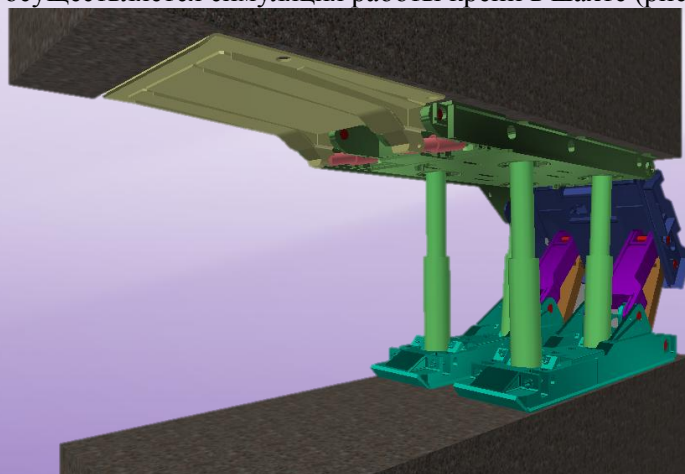


Рисунок 5 – Динамическое моделирование



В результате перемещения кровли на заданную величину получаем картину распределения напряжений в деталях сборки, по цветовым диаграммам которых определяют зоны максимальных и минимальных напряжений (рисунок 6).

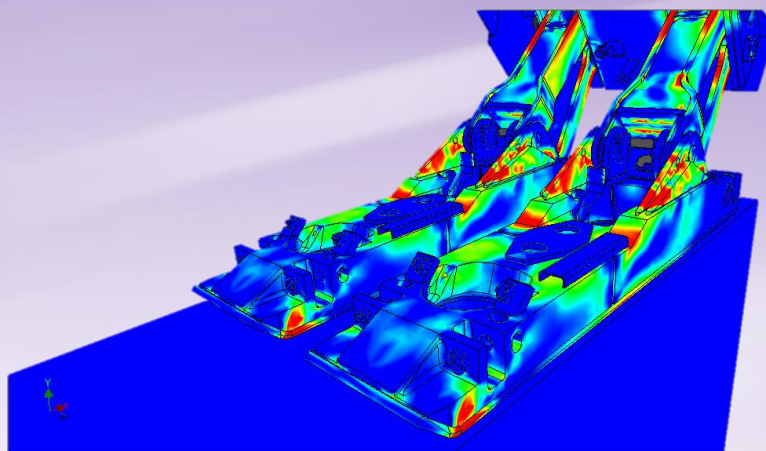


Рисунок 6 – Распределение напряжений в основании секции крепи

Благодаря данному исследованию можно дать определенные рекомендации по изготовлению и сборке секции механизированной крепи М138 с проведением оптимизации конструкции в недогруженных или перегруженных местах с целью уменьшения металлоемкости и стоимости.

Список источников:

1. Коровкин, Ю. А. Механизированные крепи очистных забоев / Под ред. Ю. Л. Худина. – М.: Недра, 1990. – 413 с.
2. Докунин, А. В. Механизированные крепи и их развитие / А. В. Докунин, Ю. А. Коровкин, Н. И. Яковлев. – М.: Недра, 1984. – 288 с.

УДК 622.26

К ВОПРОСУ О СОВМЕЩЕНИИ ОПЕРАЦИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОХОДСКИМ КОМБАЙНОМ

И.Ю. Корчагин, студент группы ГЭц – 081

Научный руководитель: Ю.А. Антонов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачёва
г. Кемерово

В 2012 году в Кузбассе преодолен рубеж добычи угля в 200 миллионов тонн. Такие объёмы добычи требуют большого количества горных выработок и высоких темпов их проведения. Так, например, в крупнейшей в России угледобывающей компании «СУЭК - Кузбасс» ежегодно проводится 80-90 километров горных выработок с использованием проходческих комбайнов отечественного и зарубежного производства. В 2012 году в компании использовались 59 комбайнов, из которых более половины составляли комбайны КП21 производства Копейского машиностроительного завода. Эти комбайны имеют современные технические параметры и успешно конкурируют с зарубежными аналогами по области применения и производительности, достигая темпов проходки 700 и более метров в месяц. Сложность конструкции комбайна, наличие большого количества гидрооборудования, сложная и разветвлённая гидросистема обуславливают большое количество операций при управлении комбайном и высокую квалификацию машинистов.



Вопросы разумного совмещения или разделения во времени основных и вспомогательных операций при управлении комбайном и его гидросистемой имеют существенное значение с точки зрения удобства управления, количества и скорости выполнения отдельных операций, безопасности работ, влияния человеческого фактора (ошибки при управлении) и, в конечном счёте, производительности. При этом возможность совмещения операций не должна исключать и их раздельного выполнения.

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ разработан ряд предложений в этом направлении. Так, для комбайна КП21 усовершенствована гидросистема, позволяющая производить распор в почву (а также складывание) аутригеров не только совместно и одновременно, но и по отдельности, что улучшает их приспособляемость к неровностям почвы выработки [1]. Ещё одно техническое решение позволяет перед включением гусеничного хода комбайна исключить отдельную операцию управления (команду) по складыванию аутригеров и совместить эти процессы во времени, выполнять их одной гидравлической командой вместе с запуском механизма перемещения для хода комбайна вперёд

или назад. При этом сохранена возможность производить эти операции и по отдельности, например при ремонте или техническом обслуживании. Такая гидравлическая схема по патенту РФ № 119391 [2] показана на рисунок 1 - При включении гидрораспределителя 5 в одно из рабочих положений рабочая жидкость поступает в

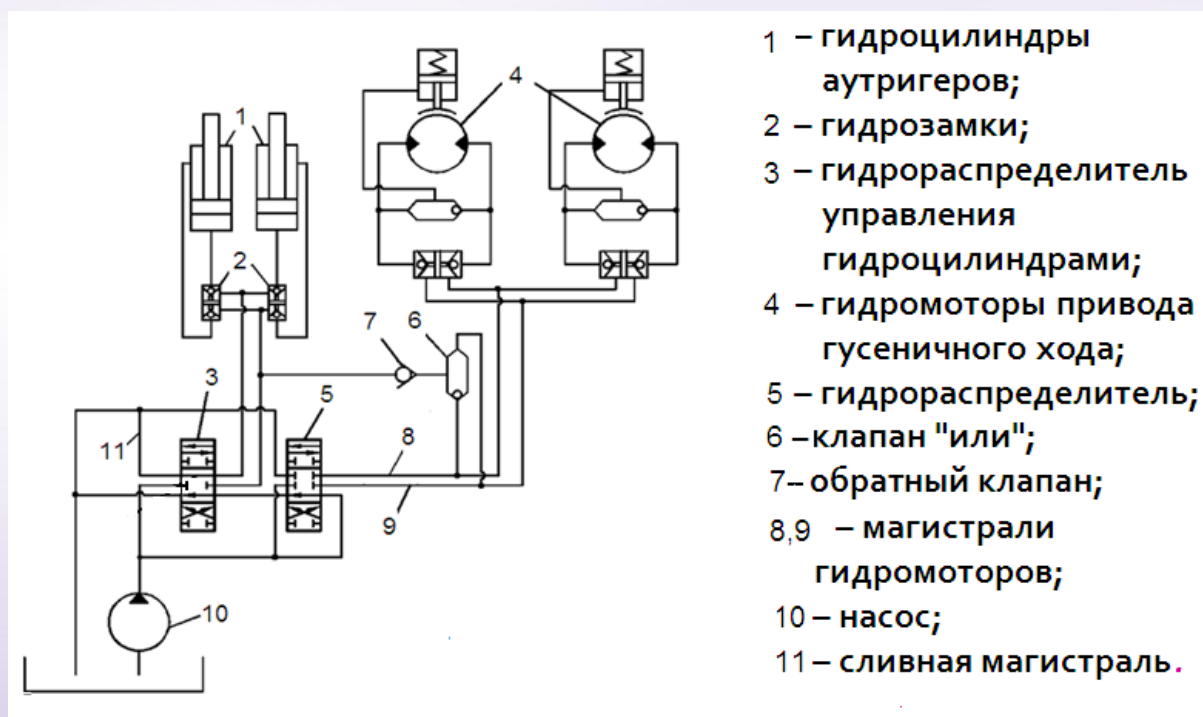


Рисунок 1 - Схема управления аутригерами и гидромоторами по патенту РФ № 119391

штоковые полости гидроцилиндров аутригеров для перевода их в нерабочее положение и, вместе с тем, в гидромоторы гусеничного хода для их запуска. Гидрораспределитель 3 управляет аутригерами независимо от гидромоторов.

Однако и в этом варианте комбайн обладает существенным недостатком. Он заключается в том, что при одновременной подаче жидкости в гидромоторы гусеничного хода и в гидроцилиндры аутригеров не гарантирован перевод аутригеров в нерабочее (сложенное) положение до запуска гидромоторов и может возникнуть ситуация когда комбайн уже начал движение, а аутригеры ещё не потеряли контакт с почвой выработки. Такая ситуация может возникать в случае глубокого погружения опорных поверхностей аутригеров в почву, завале их кусками породы, а также при давлении жидкости в гидромоторах механизма перемещения, необходимом для их запуска, меньшем, чем требуемое давление в штоковых полостях



гидроцилиндров для их сокращения и отрыва аутригеров от почвы и т.д. А если аутригеры не могут быть гарантированно извлечены из почвы и переведены в сложенное положение до начала движения комбайна, то это приведёт к поломке механизмов аутригеров.

Для исключения такой ситуации предлагается модернизировать гидросистему комбайна КП21 в направлении гарантированного обеспечения перевода аутригеров в нерабочее положение до начала движения комбайна вперёд либо назад. На рисунок 2 представлена схема управления гидроцилиндрами аутригеров и гидромоторами гусеничного хода. Эта схема отличается от предыдущей только наличием двух обратных клапанов 1 и 1', двух подпорных клапанов 2 и 2' и магистралей 3,4,5 и 3',4',5', посредством которых клапаны подключены к схеме.

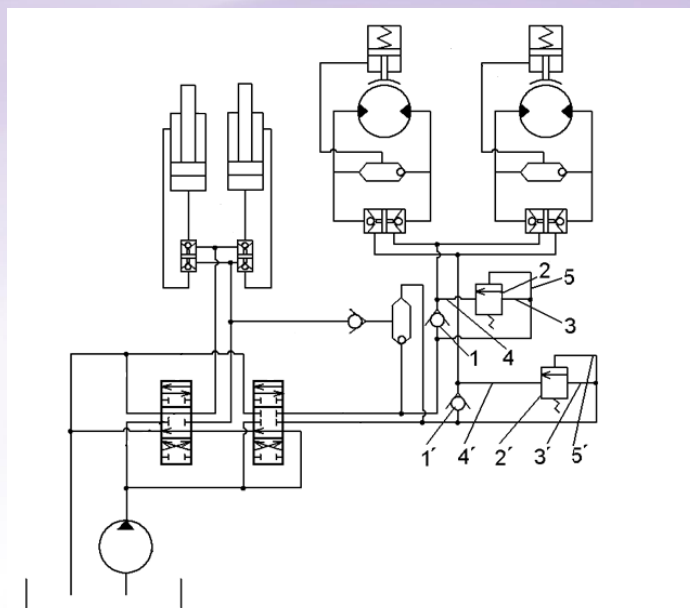


Рисунок 2 - Предлагаемая схема управления аутригерами и гидромоторами

Подпорные клапаны 2 и 2' настраиваются на давление открытия, большее, чем оно требуется для сокращения гидроцилиндров управления аутригерами. Поэтому, в соответствии с предлагаемой схемой управления, рабочая жидкость сначала поступает в гидроцилиндры, при этом обратные клапаны 1 и 1' препятствуют её подаче в гидромоторы. И только после сокращения гидроцилиндров и последующего за этим роста давления открывается один из подпорных клапанов (в зависимости от направления движения комбайна) и жидкость поступает в гидромоторы для их запуска.

Предложенные изменения гидросистемы проходческого комбайна позволяют обеспечить гарантированный перевод аутригеров в нерабочее положение до начала движения комбайна, снизить влияние человеческого фактора, что повышает надёжность комбайна за счёт исключения поломки механизмов аутригеров. При этом сохраняется возможность как совмещения операций по управлению гидромоторами и гидроцилиндрами аутригеров, так и независимого управления гидроцилиндрами, что расширяет возможности управления комбайном в целом и повышает безопасность труда.

Список источников:

1. Пат.117503 РФ: МПК E21D 9/00. Проходческий комбайн/ Антонов Ю. А., Горощенко Н. О., Буялич Г. Д., ; патентообладатель Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т» (КузГТУ). – № 2012106078/03 ; заявл. 20.02.2012 ; опубл. 27.06.2012, Бюл. № 18. – 2 с.
2. Пат.119391РФ: МПК E21D 9/00. Проходческий комбайн / Антонов Ю. А., Горощенко Н. О., Буялич Г. Д., ; патентообладатель Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т» (КузГТУ). – № 2012113660/03 ; заявл. 06.04.2012 ; опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23. – 2 с.



УДК 622.232.83.054.52

РАЗРАБОТКА УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ ОРГАНЕ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

В.О. Савраева, студентка группы ГЭ-082

Научный руководитель Л.Е. Маметьев, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Мировой опыт создания и эксплуатации стреловидных исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия позволил выявить и сформулировать как преимущества, так и недостатки широкого парка технических решений и разработок, используемых в горном деле и подземном строительстве.

К основным преимуществам корончатых стреловидных исполнительных органов относятся:

- возможность реализации селективной выработки неоднородно-структурных забойных массивов, например, углепородных;
- обеспечение широкого спектра форм и сечений проводимых горных выработок, удобных для последующего крепления и прокладки жизнеобеспечивающих коммуникаций;
- расширение области применения проходческой техники на механизацию процессов добычи при камерно-столбовой технологии отработки угольных пластов;
- совмещение процессов разрушения и погрузки горных пород с различными физико-механическими свойствами;
- обеспечение обзорности разрушаемого забоя и призабойного рабочего пространства с улучшением режимов проведения технических осмотров и ремонтов с возможностью беспрепятственного отъезда из призабойного пространства;
- возможность взаимодействия с различными самоходными механизмами и машинами, как напольного, так и подвесного монорельсового расположения при формировании проходческо-очистных механизированных комплексов;
- возможность реализации режимов бурения технологических скважин и образования боковых камер в бортах выработок, а также лунок под крепь и дренажных канавок.

К основным недостаткам проходческих комбайнов избирательного действия, эксплуатируемых в Кузбассе и других регионах РФ являются:

- консольное расположение стреловидных исполнительных органов к базовому корпусу комбайна, приводящее к проблемам потери устойчивости на интенсивных режимах эксплуатации;
- резкое снижение производительности при переходе от угольных компонентов разрушения ($f \leq 2$) к породным ($f \leq 5-7$) в поперечных сечениях забоев неоднородных структур в проводимых горных выработках;
- высокая динамичность, вибрация, шум, запыленность рабочего пространства и низкий срок службы породоразрушающего инструмента, корпусов коронок, погрузочно-транспортующих элементов различных погрузочных устройств;
- низкая погрузочная способность в прибортовых пространствах, особенно при эксплуатации однокорончатых исполнительных органов неререверсивного действия;
- низкая эффективность дробления негабаритов в призабойном пространстве на почве выработки в зоне приемного стола питателя погрузочного устройства;
- повышенная опасность и аварийность при проходке горных выработок в неустойчивых самообрушающихся забойных массивах и пльвунах.
- низкая эффективность режимов забуривания и зарубки в забойный массив коронками исполнительного органа на ширину поперечного захвата очередного цикла проходки.

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ разработаны варианты конструкций исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия для проведения горных выработок по углю и смешанному забою с крепкими и абразивными породными прослойками и отдельными включениями. Конструкции исполнительных органов позволяют



расширить область применения проходческих комбайнов на разрушение структурно-неоднородных сред забойных массивов горных пород, включая негабариты, причиной появления которых являются процессы отжима и внезапных выбросов угля, породы, газа в призабойных пространствах подземных горных выработок. Один из вариантов исполнительного органа 1 проходческого комбайна (рисунок 1) содержит стрелу 1, на которой установлены две разрушающе-погрузочные коронки 2, кинематически связанные между собой через раздаточный редуктор 3.

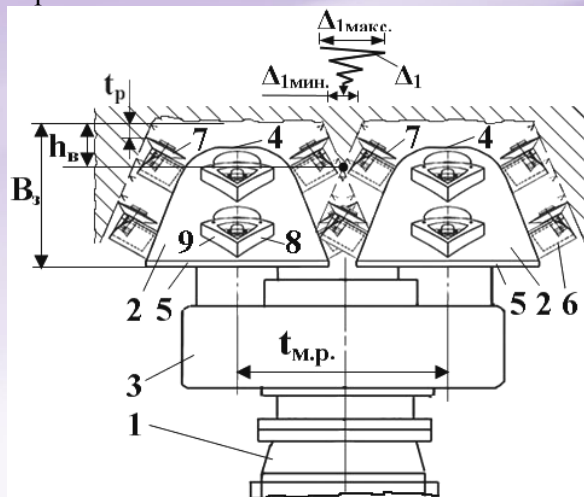


Рисунок 1 - Двухкорончатый исполнительный орган реверсивного действия

В процессе разрушения забоя, например, вертикально-ступенчатым направлением движения стрелы в межкорончатом пространстве образуется целичок в виде выступа высотой $h_{в}$, который зависит от межцентрового расстояния $t_{м.р.}$ разрушающе-погрузочных коронок 2 и лабиринтных зазоров в осевом Δ_1 и радиальном Δ_2 направлениях.

Применение нового исполнительного органа [1] позволит обеспечить повышение эффективности погрузки продуктов разрушения из прибортовых зон проходческой выработки без использования ручного труда и сокращения затрат времени на маневровые заезды комбайна.

Процесс дробления негабаритов в межкорончатом пространстве может быть совмещен с разрушением и погрузкой горной массы. При этом в крайних плоскостях вращения разрушающе-погрузочных коронок 2 со стороны их больших оснований 5 траектории движения трехгранных призм 6 с дисками 7 образуют зону геометрического и кинематического сопряжения по хорде. В каждой трехгранной призме 6 на коронке 2 грани 8 и 9 соединены между собой общим ребром и образуют погрузочно-транспортирующие лопасти реверсивного действия с двухгранным углом, лучи которого обращены в сторону забоя симметрично относительно оси вращения коронки.

Конструктивно-кинематическое сопряжение трехгранных призм 6 с дисковыми инструментами 7 по линиям резания в пределах ширины захвата B_z обеспечивает эффективность дробления негабаритов от максимальной величины в зоне меньших оснований 4 разрушающе-погрузочных коронок 2 до минимальных величин в зоне больших оснований 5 (рисунок 1).

При проектировании, изготовлении и ремонте радиальных коронок с трехгранными призмами, особое внимание следует уделять конструкции узлов крепления дискового инструмента к грани, обращенной к поверхности разрушения забоя.

Выводы:

Для трехгранных разрушающе-погрузочных призм, закрепленных на реверсивных коронках исполнительного органа проходческого комбайна целесообразно использование варианта консольного крепления дискового инструмента к забойным граням призм. При этом для различных узлов жесткого закрепления опорных осей предпочтительнее использовать



свободные внутренние пространства призм, наиболее защищенные от прямого попадания продуктов разрушения и транспортирования. Кроме того, эти пространства в призмах могут защитить элементы гидроразводки системы орошения и пылегашения, подающие пылеподавляющую жидкость в зоны разрушения забойного массива и дробления негабаритов дисковыми инструментами в межкорончатом пространстве исполнительного органа.

Предлагаемая конструкция двухкорончатого исполнительного органа в двух вариантах может быть рекомендована в виде сменного конструктивного модуля к широкому конструктивному спектру отечественных и зарубежных проходческих комбайнов избирательного действия.

Список источников:

1. Пат. 2455486 Российская Федерация, МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Исполнительный орган проходческого комбайна / Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Кузнецов В.В., Мухортиков С.Г. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева" (КузГТУ). – № 2010141881/03 ; заявл. 12.10.2010 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19. – 14 с.

УДК 621.926.001.66

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ

Н.С. Голиков, ассистент

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

г. Санкт-Петербург

Актуальность процессов дезинтеграции руд в России и мире непрерывно возрастает. Первым этапом переработки любых твердых материалов является их дробление. Ежегодно в мире дроблению подвергается около 3 млрд. т. минерального сырья и других материалов. Этот процесс применяется почти во всех областях хозяйственной деятельности человека. Дроблению и измельчению подвергаются осадочные и вулканические породы, шлаки и клинкер, резина и полимеры, мыло и уголь, стекло и древесина, кость и асфальт, различные руды и многое другое.

Однако следует отметить, что процесс дробления характеризуется значительными капитальными затратами (доля которых достигает 50-70%), значительными эксплуатационными затратами (доля которых достигает 40-45%), большой энергоемкостью процесса (более 20% всей вырабатываемой на планете электроэнергии) и при этом чрезвычайно низкой энергетической эффективностью технологии разрушения (менее 1% подводимой энергии затрачивается на совершение полезной работы) [1].

Щековые дробилки со сложным движением щеки (ЩДС) являются универсальными машинами для дезинтеграции материалов. Они могут использоваться на всех стадиях дробления. Их типоразмерный ряд достаточно широк: начиная от стационарных машин, способных принимать в исходном питании куски материала размером до 1000 мм, и заканчивая компактными лабораторными моделями, обеспечивающими получение продукта крупностью менее 0,5 мм. ЩДС позволяют переработать материал с пределом прочности на сжатие до 300 МПа, что охватывает большинство горных пород. А благодаря эллиптическим движениям подвижной щеки эти дробилки менее подвержены залипанию при переработке вязких пород, с повышенным (более 6%) содержанием глины и влаги. Простая кинематическая схема обеспечивает простоту конструкции и высокую надежность, а также небольшую металлоемкость и возможность создавать машины небольших габаритов с возможностью их ручной транспортировки, что может быть важно при подготовке геологических проб или проведении лабораторных исследований.



Как показывает обзор современных моделей ЩДС отечественного производства, все они обладают рядом недостатков, основными из которых являются: интенсивный износ футеровочных плит, повышенные нагрузки на эксцентриковый вал, а также направление движения нижней части подвижной щеки, препятствующее разгрузке материала из рабочей камеры.

Отмеченные недостатки связаны с особенностями кинематики данного вида машин, в частности, законом движения подвижной щеки, который определяется геометрическими параметрами кинематической схемы, основными из которых являются (рисунок 1): $\lambda_1=l_1/B$ – эксцентриситет эксцентрикового вала; $\lambda_2=l_2/B$ – длина подвижной щеки; $\lambda_3=l_3/B$ – длина распорной плиты; $\lambda_h=h/B$ – толщина подвижной щеки; $\lambda_N=N/B$ – высота рабочей камеры; γ – угол наклона распорной плиты, град; Ψ – угол наклона рабочей поверхности подвижной щеки, град; δ – угол захвата, град; n – частота вращения эксцентрикового вала, об/мин [2].

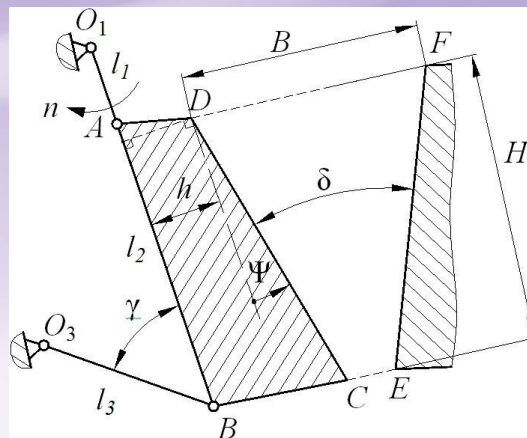


Рис. 1. Кинематическая схема ЩДС

У современных ЩДС $\gamma=40\div60^\circ$. Но, как показали исследования, именно в этом диапазоне значений у дробилок отмечается минимальная производительность, максимальная силовая загруженность кинематических пар рабочего механизма и наибольшая интенсивность процессов истирания в рабочей камере [3]. Увеличение угла γ за пределы отмеченного диапазона позволяет значительно улучшить техническую характеристику дробилки: производительность может быть увеличена на 40% при одновременном снижении нагрузки на эксцентриковый вал и уменьшении до 3-х раз интенсивности износа футеровки камеры дробления [4].

Подбирая рациональные значения угла γ и остальных параметров кинематической схемы ЩДС, можно добиться существенного технико-эксплуатационного эффекта: повысить надежность, производительность и срок службы дробилки.

Список источников:

1. Вайсберг Л.А. Вибрационные дробилки. Основы расчета, проектирования и технологического применения / Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П., Туркин В.Я. - СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. - 306 с.
2. Голиков Н.С. Математическая модель щековой дробилки со сложным движением щеки / Н.С. Голиков // Материалы конференции: ТулГУ, т.1, Тула, 2011, с.164-169.
3. Голиков Н.С. Результаты аналитических исследований дробилок со сложным движением щеки / Н.С. Голиков, И.П. Тимофеев // Записки горного института. - т. 178, СПб, 2008, с. 40-42.
4. Голиков Н.С. Обоснование рациональных параметров щековой дробилки со сложным движением щеки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб: СПГИ (ТУ), 2010. – 20 с.



ДИАПАЗОН ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА

П.В. Иванова, студент группы ГМ-09-2

Научный руководитель: С.Ю. Кувшинкин, к.т.н., доцент
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
г. Санкт-Петербург

Анализ опыта эксплуатации карьерных экскаваторов показывает, что условия работы машин далеко не всегда соответствуют их паспортным параметрам.

Учитывая высокую стоимость современных карьерных экскаваторов, сложно оснастить горное предприятие необходимой номенклатурой их типоразмеров. Затраты значительно уменьшаются при использовании сменного рабочего оборудования при неизменной базовой модели машины. Комплект сменного оборудования выбирается, исходя из заданных горнотехнических условий и может быть нестандартным. Целесообразность использования нестандартного рабочего оборудования должна подтверждаться технико-экономическим расчетом.

Основными параметрами рабочего оборудования являются длина стрелы и вместимость ковша. Они в значительной степени определяют величину усилий в подъемных и напорных канатах, мощность основных приводов, возможность уравнивания поворотной платформы экскаватора и ограничиваются параметрами забоя и схемой погрузки.

Диапазон возможных величин размеров стрелы, рукояти и вместимости ковша, при которых возможна работа экскаватора в заданных горнотехнических условиях, определяется прочностью канатов, установленной мощностью двигателей и уравновешенностью поворотной платформы.

Оптимальные параметры рабочего оборудования следует выбирать по критерию минимума суммарных удельных энергозатрат на экскавацию и транспортирование [1].

Произвести предварительный выбор сменного оборудования можно с использованием специальных блокирующих контуров [2], ограничивающих область возможного использования сменного оборудования для заданного типоразмера экскаватора.

Для построения контуров используется алгоритм и созданная на его основе компьютерная программа, разработанные на кафедре машиностроения Санкт-Петербургского горного университета. Данная программа позволяет анализировать работу экскаватора в комплексе с электрифицированным железнодорожным транспортом. Исходными данными являются свойства разрабатываемой горной породы, высота забоя, высота и радиус разгрузки, расстояние транспортирования, средневзвешенные удельные сопротивления движению груженого и порожнего поездов, высота подъема груза, технические характеристики экскаваторов и транспортных средств. На первом этапе на основании полученных аналитических выражений [1] определяются углы наклона подъемного каната и рукояти, расстояния от точек приложения действующих на рабочее оборудование сил до оси напорного вала и расстояния от центров масс механизмов и конструкций до оси вращения поворотной платформы. Затем производится расчет усилий в каждом периоде цикла экскавации, времени основных операций, мощности двигателей механизмов подъема, напора, поворота и сетевого двигателя. Полученные таким образом значения усилий и средневзвешенных мощностей сравниваются с допустимыми. На следующем этапе определяются производительность экскаватора, удельные энергозатраты на экскавацию и транспортирование. Завершается расчет проверкой по условию уравновешенности поворотной платформы.

По полученным в результате расчетов данным строятся области использования сменного рабочего оборудования. Такая область характеризует тот диапазон длины стрелы и вместимости ковша, с которыми данный экскаватор в данных условиях сможет работать без перегрузок с максимальной производительностью (см. рисунок).

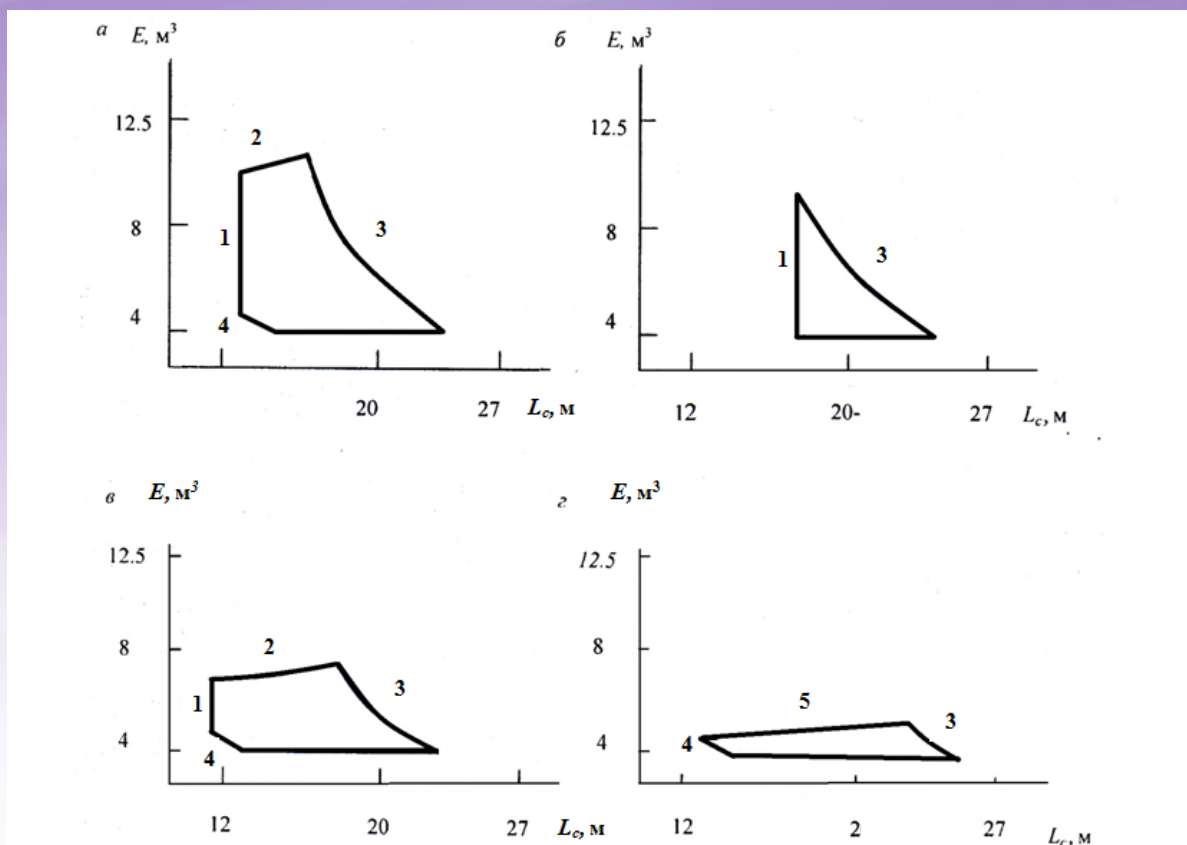


Рисунок. Область использования сменного рабочего оборудования экскаватора ЭКГ-8И при его работе в различных забоях

На рисунке: а и б - работа по известняку, $H = 8$ м, погрузка на уровне стоянки и верхняя соответственно; в - работа по железной руде, $H = 8$ м, погрузка на уровне стоянки; г - работа по известняку, $H = 2$ м, погрузка на уровне стоянки; 1 - $L_c = L_{c \min}$; 2 - $N_{н.св} = [N_n]$; 3 - $m_{пр \min} = [m_{пр}]$; 4 - $m_{пр \min} = 0$; 5 - $S_{пк} = [S_n]$; H - высота забоя; L_c - длина стрелы; $L_{c \min}$ - минимальная длина стрелы; E - вместимость ковша; $N_{н.св}$ - средневзвешенная мощность двигателей механизма подъема; $[N_n]$ - установленная мощность двигателей механизма подъема; $m_{пр \min}$ - минимальная масса противовеса; $[m_{пр}]$ - максимально допустимая масса противовеса; $S_{пк}$ - усилие в подъемном канате при копании; $[S_n]$ - допустимое усилие в подъемном канате.

Во всех рассмотренных случаях диапазон допустимых параметров рабочего оборудования ограничивается возможностями привода подъема: прочностью канатов (кривая 5) и установленной мощностью двигателей (кривая 2), а также массой противовеса, расчетная величина которой при коротком и легком рабочем оборудовании оказывается меньше нуля, что недопустимо, а при длинном и тяжелом выходит за пределы, установленные заводом-изготовителем.

Диапазон допустимых параметров сменного рабочего оборудования экскаватора уменьшается с увеличением крепости породы, высоты разгрузки и с уменьшением высоты забоя.

Список источников:

1. Кувшинкин С.Ю. Определение рациональных конструктивных параметров рабочего оборудования карьерного экскаватора в системе экскаваторно-транспортного комплекса: дисс.... канд. техн. наук / СПб, 1999. – 200 с.
2. Кувшинкин С.Ю. Применение сменного рабочего оборудования на карьерных экскаваторах: сборник трудов молодых ученых СПГТИ(ТУ) / Вып. 3 // СПб, 1998. – с. 115-117.



Секция «Стационарные и транспортные машины»

УДК 622.68.002

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ СНИЖАЮЩИХ ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАСЛА РЕДУКТОРА

И.В. Егоров, студент группы ОЭ-081

Научный руководитель: А.Ю. Захаров, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Постоянной проблемой на предприятиях, занимающихся добычей и переработкой полезных ископаемых, является преждевременный выход из строя редукторов. Быстрый износ редукторов происходит из-за сильного загрязнения масла.

Масло является основным смазочным материалом в редукторе, которое снижает трение в зацеплении зубчатых передач и по большей части трение в подшипниках. Если загрязнение масла превышает заданные нормы, то между материалами трущихся деталей возникает абразивный износ, а конкретно, изнашивание в абразивной прослойке, которое является одной из основных причин их износа. В ней, присутствуют твердые частицы, способные ударяться, скользить, шаржировать или вращаться, вызывая на них углубления. Происхождение и гранулометрический состав этих частиц различны. Небольшая часть из них попадает в масло в процессе его изготовления. Металлические включения и другие продукты износа уплотнений появляется при работе редуктора, но основным вредоносным источником загрязнения является атмосфера, особенно в горной промышленности. В кубическом метре воздуха содержится от 0,04 до 5г пыли, на 60...80% состоящей из взвешенных частиц минералов (кварц, корунд, оксиды и диоксиды кремния, соединения Al, Ca, Mg, Na и другие элементы) [1]. Твердость некоторых частиц минералов в разы превышает твердость рабочих поверхностей деталей редуктора. А если машина или механизм работает с сыпучим материалом, то к примесям можно прибавить огромное количество пыли, выделяемое при передвижении ископаемого. Всё выше сказанное позволяет сделать вывод, что чаще всего атмосферное загрязнение является основной проблемой при работе редуктора.

Как правило, конструкция каждого редуктора предусматривает наличие проходного канала, который связывает внутреннюю воздушную среду редуктора с атмосферой. Это отверстие предназначено для стабилизации давления внутренней среды относительно атмосферного. Стабилизация давления необходимо для того, чтобы резиновые и другие уплотнения не деформировались и сохраняли свою работоспособность. Изменение давления в картере редуктора происходит при повышении температуры масла и воздушной среды. Повышение температуры, в свою очередь, происходит из-за непрерывного трения в зонах контакта зубчатых передач и подшипников. Эксплуатация большинства редукторов имеет цикличность: включенное состояние, в ходе которого происходит нагревание; выключенное состояние, в ходе которого происходит остывание. Из-за этого идет постоянный обмен воздухом между атмосферой и внутренней средой редуктора.

Был проведен патентный поиск и анализ конструкций найденных стабилизирующих устройств, по результатам которого стало возможным разделить их на 4 направления:

1. Вентиляционные устройства, имеющие в своей конструкции изгибающийся спиралевидный канал, при прохождении через который, воздух частично очищается от пыли и влаги.

А.с. СССР № 717452, М. Кл.² F16 H57/04, опубл. 25.02.1980.

А.с. СССР № 1305478, М. Кл.² F16 H57/04, опубл. 23.04.1987.

А.с. СССР № 1567840, М. Кл.² F16 H57/04, опубл. 30.05.1990.

Конструкция одного из изобретений представлена на (Рисунок 1).



2. Отдушины, в которых расположен фильтрующий элемент, предназначенный для очищения воздуха, проходящего из атмосферы в картер редуктора, от пыли и влаги, и от паров масла, проходящего из картера редуктора в атмосферу.

А.с. СССР № 1675625, М. Кл.² F16 H57/04, опубл. 07.09.1991.

А.с. СССР № 1805261, М. Кл.² F16 H57/04, опубл. 30.03.1993.

Патент РФ № 2112174, МПК⁶ F16 H57/04, опубл. 25.12.2002.

Конструкция одного из изобретений представлена на (Рисунок 2).

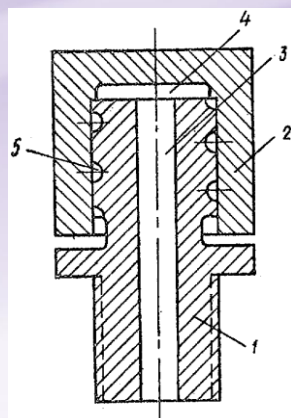


Рисунок 1 - Вентиляционное устройство: 1-корпус, 2-колпачок, 3-отверстие, 4-воздушный зазор, 5-спиральная канавка.

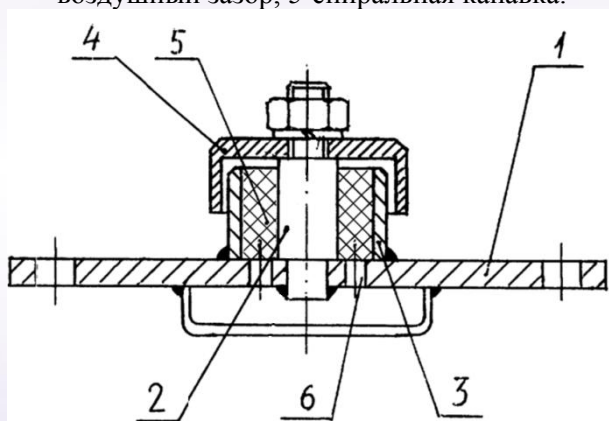


Рисунок 2 - Отдушина с фильтрующим элементом: 1-корпус, 2-стойка, 3-цилиндрическая гильза, 4-крышка, 5-фильтр,

3. Сапуны, их конструкция позволяет им, как простейшему клапану стравливать воздух при повышении давления в картере двигателя.

А.с. СССР № 408045, М. Кл. F02 F9/02, опубл. 10.12.1973.

Патент РФ № 2088832, МПК⁶ F16 K15/02, опубл. 27.08.1997.

Патент РФ № 2262020, МПК⁷ F16 H57/04, опубл. 10.10.2005.

Конструкция одного из изобретений представлена на (Рисунок3).

4. Уравновешивающие устройства, конструкция которых позволяет не только стабилизировать давление, но и предотвратить воздухообмен между картером и атмосферой.

Патент РФ № 2159885, МПК⁷ F16 K17/19, опубл. 27.11.2000.

Патент РФ № 2256835, МПК⁷ F16 H57/04, опубл. 20.07.2005.

Конструкция одного из изобретений представлена на (Рисунок4).

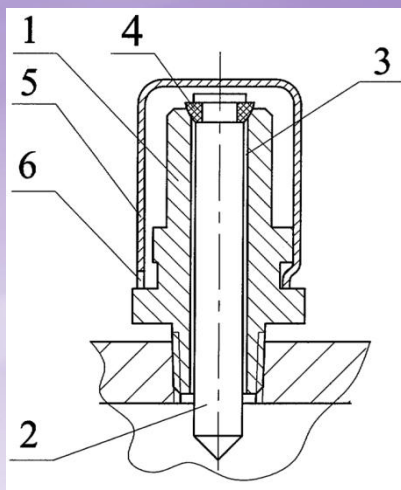


Рисунок 3 - Сапун: 1-корпус, 2-стержень, 3-кольцевой зазор, 4-демпфирующий элемент, 5-колпак, 6-прорезь для выхода воздуха.

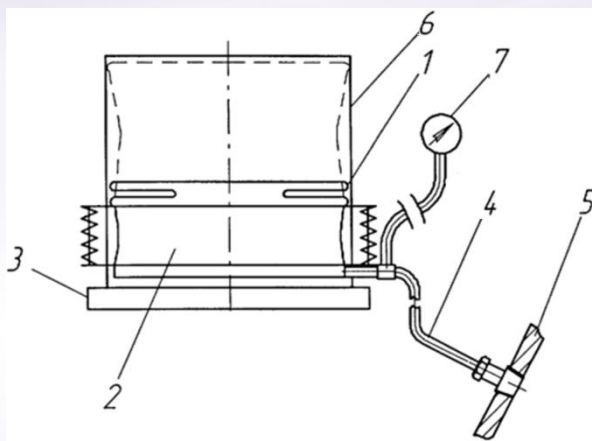


Рисунок 4 - Уравновешивающее устройство: 1-эластичный баллон, 2-полость компенсирующая разрежения, 3-рама, 4-трубопровод, 5-корпус редуктора, 6-защитный колпак, 7-манометр.

Работа с сыпучими материалами, приводит к повышенной запыленности атмосферного воздуха, в котором находится редуктор. Из-за этой проблемы уравновешивающие устройства 1 и 3 групп становятся не эффективными, так как пропускают воздух насыщенный большим количеством пыли в картер редуктора, а у устройств 2-ой группы быстро засоряется фильтрующий элемент, так как он не предназначен для использования в таких тяжелых условиях.

Следовательно, можно утверждать, что наиболее эффективными устройствами являются, устройства 4 группы, так как они выполняют сразу три функции:

- стабилизация давления в картере редуктора;
- отсутствие загрязнения масла мелкодисперсными частицами и угольной пылью, и отсутствие попадания паров масла в атмосферу;
- отсутствие окисления масла свежими потоками воздуха.

Список источников:

1. Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники: учеб. пособие. / А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - 2-е изд., стереотипн. – М.: Машиностроение, 2011. – 208 с.



УДК 622.6.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТЕПЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА РОЛИКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

А.Н. Гагарин, студент группы ОЭ-081

Научный руководитель: А.Ю. Захаров, д.т.н., профессор;

Д.А. Ширямов, аспирант

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Ролики являются одним из основных и самых многочисленных элементов ленточных конвейеров. В среднем на каждый километр конвейера приходится около 3000 роликов при несущих трехроликовых опорах и нижних двухроликовых. От их конструкции и качества изготовления зависят эксплуатационные затраты связанные с уходом за роликами, надежность работы ленточного конвейера и энергопотребление транспортной системы.

Вместе с тем, анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что процесс взаимодействия деградирующего ролика с лентой конвейера не достаточно изучен и аналитически описан.

Для проведения экспериментальных исследований необходимо иметь образцовый ролик с известным сопротивлением вращения, которое возможно будет изменять во времени, а также имитировать нагрев образцового ролика, соответствующий повышенному тепловыделению в деградирующем подшипниковом узле.

Для этого было разработано устройство, позволяющее регулировать сопротивление вращению ролика, при помощи внешней силы, прикладываемой к стакану ролика и препятствующей его вращению. Таким образом, возможно имитировать увеличение сопротивления вращению ролика вызванное деградацией его подшипникового узла. Конструкция регулируемого болтового тормоза представлена на рисунок 1 -

Тормоз 1 располагается на валу ролика и фиксируется на нем при помощи прижимного болта 2. Предварительно в валу ролика под прижимной болт 2 просверливается отверстие глубиной 2-3 мм. Внешняя тормозная сила, прикладываемая к стакану ролика, создается тормозным болтом 4. Регулировка усилия создается поворотом болта 4, с шагом резьбы 1,25 мм. Предотвращение выкручивания болта под действием вибрации, осуществляется при помощи фиксирующей гайки 5.

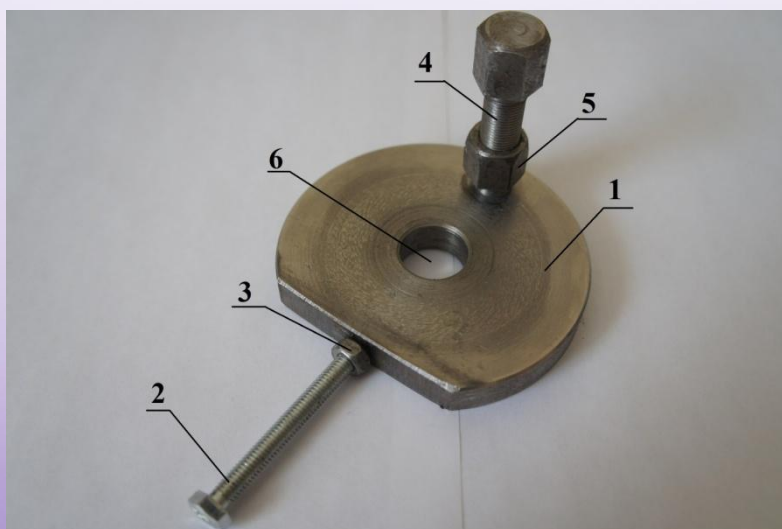


Рисунок 1 – Конструкция регулируемого болтового тормоза:

1 – тормоз; 2 – прижимной болт; 3 – гайка фиксатор прижима; 4 – тормозной болт; 5 – гайка фиксатор тормоза; 6 – посадочное отверстие на вал



Испытания тормоза были проведены на лабораторном стенде по определению коэффициента сопротивления вращению ролика (рисунок 2). Стенд состоит из электродвигателя, неподвижной бабки, в которой расположена вращающаяся ось 4 и передвигной бабки с не вращающейся осью 5. Ролик 6 с тормозом 3 устанавливается между двумя осями неподвижной и передвигной бабок. На обечайке ролика закреплено плечо 2, которое лежит на электронных весах 1 с диапазоном измерения от 1 до 5000 грамм. После включения стенда, электродвигатель через вращающуюся ось 4 неподвижной бабки начинает вращать ось ролика, в результате сопротивлений в подшипниковых узлах и их уплотнениях возникает момент, который вызывает вращение обечайки ролика. Плечо 2, закрепленное на обечайке, создает усилие пропорциональное этому моменту, которое регистрируется электронными весами 1.

Так как на стенде тормоз вращается вместе с осью ролика, то усилие, создаваемое тормозным болтом, способствует возникновению дополнительного момента, направленного по ходу вращения ролика, который передается через плечо 2 на электронные весы 1. На реальном конвейере ось ролика неподвижна и тот же самый момент от тормозного болта будет направлен в противоположную сторону, препятствуя вращению ролика, создавая тем самым тормозное усилие.

В ходе эксперимента поворотом болта создавалось прижимное усилие, которое фиксировалось гайкой, после чего запускался стенд и производился контроль показаний на весах. Во время эксперимента показания на весах были не постоянными, это объясняется тем, что трущиеся поверхности были не взаимно параллельными, и при одном и том же положении болта, прижатие по линии контакта было не одинаковым.

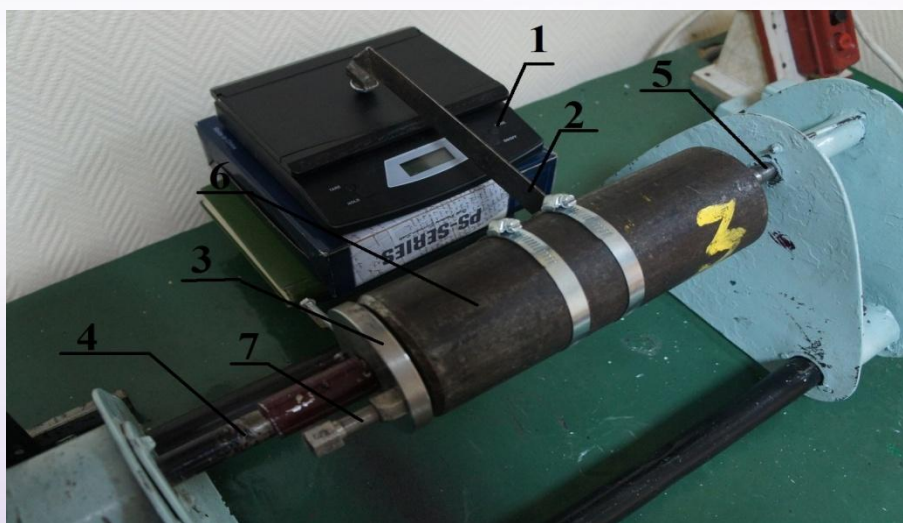


Рисунок 2 – Лабораторный стенд:

1 – электронные весы; 2 – плечо; 3 – тормоз; 4 – вращающаяся ось;
5 – не вращающаяся ось; 6 – ролик; 7 – тормозной болт

Время эксперимента составляло десять минут, в течение которого фиксировались начальные и конечные показания на весах. После чего болт немного затягивался, создавая большее усилие, и эксперимент повторялся снова. В течение эксперимента начальные и конечные показания на весах отличались, что было обусловлено взаимным притиранием поверхности болта и стакана ролика.

Наибольший момент, при котором вал стенда прокручивал тормоз, составлял всего 78,4 Н·мм, который соответствовал показанию на весах в 400 грамм. В промышленных условиях момент, создаваемый движущейся лентой на поверхности ролика, как минимум в десять раз больше. В результате трения тормозного болта о стакан ролика, за время эксперимента температура обечайки ролика возросла с 26 до 38 °С. Измерение температуры ролика производилось пирометром. При этом анализ температурного поля ролика, при помощи



тепловизора, показал, что тепловое поле со стороны источника трения распространилось на 2/3 длины ролика, и температура поля по всей длине была примерно одинаковой.

В результате проделанной работы можно сделать вывод, о необходимости доработки конструкции тормоза для достижения взаимной параллельности трущихся поверхностей. Это возможно достичь с одной стороны торцеванием поверхности стакана ролика, а с другой – разработкой конструкции тормозного болта с фрикционным материалом на конце.

Таким образом, данное устройство позволяет имитировать неисправность подшипникового узла различной степени, вплоть до полной остановки ролика соответствующей заклиниванию и изучить процесс взаимодействия ленты с неисправным роликом. Также становится возможным имитировать нагрев ролика, происходящий вследствие деградации подшипникового узла и изучить влияние неисправного ролика на температурное поле ленты.

УДК 622.68.002

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАШТЫБОВКИ ПУНКТОВ ПЕРЕГРУЗКИ НА КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

А.В. Девятухин, студент группы ГЭц-091,

Ю. З. Рахимова, студентка группы ГЭ-092,

А. Н. Дементьев, студент группы ГЭз-07

Научный руководитель: Т.Ф. Подпорин, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Современные системы автоматизации конвейеров позволяют производить остановку конвейерной линии в последовательности направления грузопотока и избегать пересыпки перегрузочных пунктов. После случайного же отключения электроэнергии конвейерную линию, состоящую в общем случае из коротких и длинных, горизонтальных и наклонных конвейеров по падению и восстанию с различным временем выбега по инерции, остановить не так просто, избежав пересыпок емкостей в местах перегрузки конвейеров. Пересыпки приводят к заштыбовке конвейеров в пунктах перегрузки и конвейерного става, в результате выноса скопившегося в емкости пункта перегрузки груза и его последующего сбрасывания на пути транспортирования после пуска конвейера. Пересыпка способствует сходу ленты в сторону, форсированному износу ленты, повышению расхода электроэнергии, возникновению пробуксовок ленты на приводных барабанах, снижению уровня безопасной работы (возгорается сухой штыб или лента в результате трения ленты о штыб или металлоконструкции конвейера). На шахте «Алардинская» 28 марта 2013 на конвейерном штреке № 6 загорелась конвейерная лента [1].

Основные причины заштыбовки:

1. Разница времени выбега по инерции смежных конвейеров при остановке после случайного (аварийного) отключения электроэнергии.
2. Нецентральное формирование грузопотока поступающего в пункт перегрузки.
3. Нецентральный ход ленты на концевом барабане.

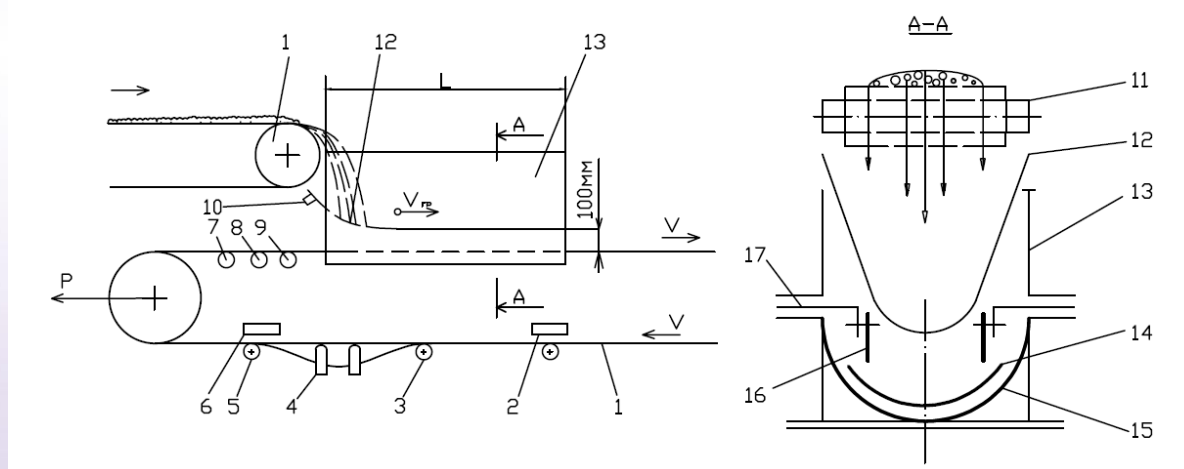
При случайном характере горных грузопотоков (такова их природа) разница времени выбега по инерции двух смежных конвейеров может быть значительной. Например, уклонный конвейер типа 2ЛУ120 длиной 550 м при угле наклона 18° имеет время свободного выбега от 5 до 8 с при номинальной загруженности и от 48 до 50 с при холостом ходе. В противоположность этим данным, телескопический конвейер типа 1ЛТ80 длиной 600 м при угле наклона –3° имеет время свободного выбега от 40 до 45 с при номинальной загруженности, и от 7 до 8 с при холостом ходе. При этом в течение 40 с грузопоток может поступать на остановившейся конвейер 2ЛУ120 и аккумулироваться в емкости пункта



перегрузки. В работе [2] показано, что не представляется возможным исключить пересыпку емкостей перегрузочных пунктов при остановке конвейерных линий с использованием на конвейерах тормозных устройств, создающих постоянное тормозное усилие. На современном этапе заводы-изготовители ленточных конвейеров оснащают их только тормозными устройствами, создающими постоянное тормозное усилие. Для исключения пересыпок в пунктах перегрузки с конвейера на конвейер, каждый конвейер при любой загруженности должен останавливаться при торможении за одинаковое время. Это условие является основным требованием, предъявляемым практикой эксплуатации к тормозным системам ленточных конвейеров [3]. В соответствии с исследованиями [4] для исключения пробуксовки ленты по приводному барабану при торможении тормозное усилие должно регулироваться. В работе [5] акад. Н.С. Поляков высказал мнение о необходимости разработки новых принципов и средств автоматизации управления остановкой конвейеров и конвейерных линий с большим количеством конвейеров. В статье [6] описывается тормозная система с электропневматическим приводом, а в работе [7]—с вакуумным приводом, не относящаяся к традиционным системам. Обе системы обеспечивают остановку конвейера с расчетной величиной замедления независимо от загруженности конвейера, а описанная система в [7, 8] функционирует нормально и после случайного отключения электроэнергии.

На современном этапе в Кузбассе на некоторых шахтах стали применять безроликовые пункты перегрузки с опорой в виде желоба скольжения. При эксплуатации таких пунктов перегрузки уменьшилась их заштыбовка. Ведутся наблюдения за износом, как нижней обкладки ленты, так и желоба скольжения.

С целью исключения заштыбовки пунктов перегрузки предлагается комплексное техническое решение:



1. Использовать для остановки ленточных конвейеров тормозную систему, прошедшую междуведомственные испытания в условиях шахты, которая обеспечивает остановку конвейерной линии примерно за одинаковое время [7, 8].

2. Использовать для центрирования ленты на концевом барабане центрирующую роликоопору «перевернутого желоба» 4 на нижней ветви, а на верхней же ветви роликоопору 7, 8, 9 и 9* соответственно с углами наклона боковых роликов 10, 20, 45 и 45° (угол 45° наиболее эффективен [9]).

3. В пункте перегрузки устанавливаем первичный формирователь грузопотока 12, спрофилированный таким образом, что скорость груза при сходе с него равна скорости ленты при полукруглом сечении.

4. Непосредственно желоб скольжения 15 изготавливать из антифрикционных материалов (покрытие из второпластовых композиций и т.д.).

5. Изготавливать желоб скольжения в виде полукруглого сечения близкого к сечению груза на трехроликовой опоре с наклоном боковых роликов под углом 45°.



6. Формирователь грузопотока 12 снабжен вибратором 10, включаемым в случаях транспортирования влажных грузов.

Список источников:

1. В Кузбассе загорелась шахта – Столетие RU. URL: [http:// www.stoletie.ru/lenta/v_kuzbsse_zagorelas_shahta_918.htm](http://www.stoletie.ru/lenta/v_kuzbsse_zagorelas_shahta_918.htm) (дата обращения 15.04.2013).
2. Гребенюк, В.В. Исследование режимов работы тормозных устройств подземных ленточных конвейеров: Автореф. дис. канд. техн. наук / В. В. Гребенюк. – Макеевка-Донбасс, 1976. – 16 с.
3. Henatsch, P. Berechnung eines Bremsprogrammes fur eine uber mehrere Sohlen fuhrende Bandanlage / P. Henatsch, A. Piepenbrink // Braunkohle. – 1973. – №5. – S.151 – 153.
4. Колояров, В.К. Исследование и выбор рациональных параметров тормозных устройств бремсберговых ленточных конвейеров для угольной промышленности: Автореф. дис. канд. техн. наук / В. К. Колояров. – М., 1970. – 16 с.
5. Поляков, Н.С. Итоги и перспективы развития исследований в области конвейерного транспорта // Конвейерный транспорт: Материалы II Респ. конф. по рудничн. трансп. – Киев: Наук. думка, 1978. – С. 3 – 6.
6. Бруне, Г. Тормозные системы для наклонных ленточных конвейеров // Глюкауф. – 1985. – №12. – С. 16 – 19.
7. Подпорин, Т.Ф. Исследование и создание тормозной системы ленточных конвейеров с вакуумным приводом: Автореф. дис. канд. техн. наук / Т. Ф. Подпорин. – Кемерово, 1989. – 16 с.
8. А.С. 1537617 СССР, МКИ⁴ В 65 G 23/26. Адаптивная самонастраивающаяся тормозная система ленточного конвейера /Т.Ф. Подпорин, А.И. Жаров и др. (СССР). Заявлено 09.11.87; Опубл. 23.01.90. Бюл. № 3. – 4 с.: ил.
9. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Галкин [и др.]. – М.: Горная книга, 2011. – 544 с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/69815/>. – Загл. с экрана.

Секция «Физические процессы горного производства, теоретическая механика»

УДК 622.257.1

ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ СЖИГАНИЯ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ

М.А. Баёв, аспирант

К.Г. Дятлов, студент группы ФП-081,

А.Г. Шевцов, студент группы ФП-111,

Научный руководитель: В.А. Хмяляйнен, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Ведение горных работ на предприятиях по добыче полезных ископаемых, а так же сооружение выработок в городском и гидротехническом строительстве и тоннелестроении зачастую приурочено к сложным горно-геологическим и гидротехническим условиям. Неустойчивость породного массива (грунтов) и значительная обводненность приводят не только к крупным материальным и финансовым затратам при строительстве объектов и их последующей эксплуатации, но и могут стать причиной серьезных аварий.

Проведение горных выработок в таких условиях необходимо осуществлять с применением специальных способов, заключающихся в изменении физического состояния породного массива – тампонаж трещин горных пород, химическое упрочнение, замораживание грунтов, электрохимическое укрепление. В шахтном строительстве зарекомендовал себя и получил широкое распространение способ тампонажа горных пород цементационными



растворами, обеспечивающий устойчивость приконтурного массива и снижение водоприток до нормативных значений. Однако высокая эффективность тампонажа достигается только в трещиноватых породах с раскрытием трещин более 0,1-0,2 мм, что объясняется размерами частиц цемента [1].

С целью получения инъекционных растворов с заданными характеристиками, а также для снижения расхода цемента в растворы вводят различные химические и минеральные добавки. Одной из активных добавок-наполнителей является зола сжигания отходов углеобогащения. Целесообразность ее применения – получение раствора с необходимыми свойствами, экономия цемента, более полная утилизация отходов производства (сжигание отходов углеобогащения и использование продуктов сжигания – золы). Введение золы в состав раствора оказывает влияние на свойства раствора и физико-механические и фильтрационные свойства цементного камня и, как следствие, на эффективность тампонажных работ.

Экспериментальные исследования, выполненные в ОАО «КузНИИшахтострой», показывают, что ориентировочно растворы с цементно-водным массовым отношением Ц:В $\geq 1:0,5$ можно рассматривать как вязкопластичные жидкости, с Ц:В $\leq 1:1$ – как нестабильные суспензии, а растворы промежуточных концентраций – как обладающие проявлением и вязкопластичных свойств и седиментационной неустойчивостью [2]. Вязкость суспензий существенно зависит от скорости сдвига $\dot{\gamma}$. В отличие от «ньютоновской» постоянной вязкости переменную величину $\tau/\dot{\gamma}$ (где τ – напряжение сдвига) называют эффективной вязкостью $\mu_{\text{эф}}$, конкретной для определенных условий измерений, которые должны быть указаны [3].

Значение вязкости раствора при проведении тампонажных работ необходимо знать для определения конечного давления нагнетания ΔP_k , Па [2]:

$$\Delta P_k = \frac{\mu \cdot v_{\text{кр}} \cdot m \cdot R}{k}, (1)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости раствора, Па·с; $v_{\text{кр}}$ – минимальная безосадочная скорость движения цементного раствора, м/с; m – коэффициент трещиноватости массива; R – радиус цементации, м; k – коэффициент проницаемости массива, м^2 .

Разрозненность, слабая достоверность и отсутствие информации о влиянии золы на свойства тампонажного раствора делают актуальным вопрос проведения исследований в этом направлении. Для решения этих задач в КузГТУ на базе лаборатории кафедры теоретической и геотехнической механики на первом этапе исследований было проведено изучение реологических свойств растворов различного состава. Лабораторные измерения реологических характеристик проводили на ротационном вискозиметре Brookfield LVDV-II+ Pro. Цементационные растворы приготавливали с использованием портландцемента ПЦ400 ГОСТ 31108-2003 Топкинского цементного завода. Испытывали растворы с водотвердым отношением Т:В=1:1. В качестве добавок использовали сухую золу-уноса и золу с гидроотвала, а также золу после сжигания водоугольного топлива из промпродукта. Отношение количества золы к количеству цемента (по массе) принимали равным 0% (без золы), 20%, 50%, 80% и 100% (без цемента).

По полученным данным строили зависимости напряжения сдвига τ от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ для растворов различного состава. На рисунок 1 приведен пример полученных реологических кривых для растворов с 50%-ым содержанием золы. Как видно из графика (рисунок 1, линия 1) для цементного раствора без добавок с цементно-водным отношением Ц:В=1:1 зависимость τ от $\dot{\gamma}$ носит практически линейный характер. При этом среднее значение коэффициента эффективной вязкости изменяется в пределах от 7,598 до 8,723 мПа·с во всем диапазоне скорости сдвига. Близость кривой 2 к линии 1 свидетельствует о похожих реологических свойствах раствора с добавлением сухой золы. Эффективная вязкость такого раствора при высоких скоростях сдвига снижается и на 30% меньше чем у раствора без добавок. Раствор с добавкой золы с гидроотвала (рисунок 1, кривая 3) имеет низкое значение эффективной вязкости (от 1,999 до 3,699 мПа·с), что обусловлено высокой влажностью золы (~25-30% по массе). Раствор с добавлением высушенной при температуре 20°C золы с гидроотвала (рисунок 1, кривая 5), напротив, имеет относительно высокие значения вязкости – от 7,923 мПа·с при $\dot{\gamma} = 158,4 \text{ с}^{-1}$ до 35,093 мПа·с при $\dot{\gamma} = 13,2 \text{ с}^{-1}$. Кривые 2, 3 и 5 при высоких скоростях сдвига выполаживаются, что выражается снижением вязкости данных растворов при увеличении скорости сдвига. Кривая 4 имеет другой характер – наблюдается рост вязкости. Но нужно



отметить, что данный раствор имеет отношение $T:B=1:2$, т.к. при $T:B=1:1$ его вязкость достигает 400 мПа·с и более, вплоть до 30000 мПа·с.

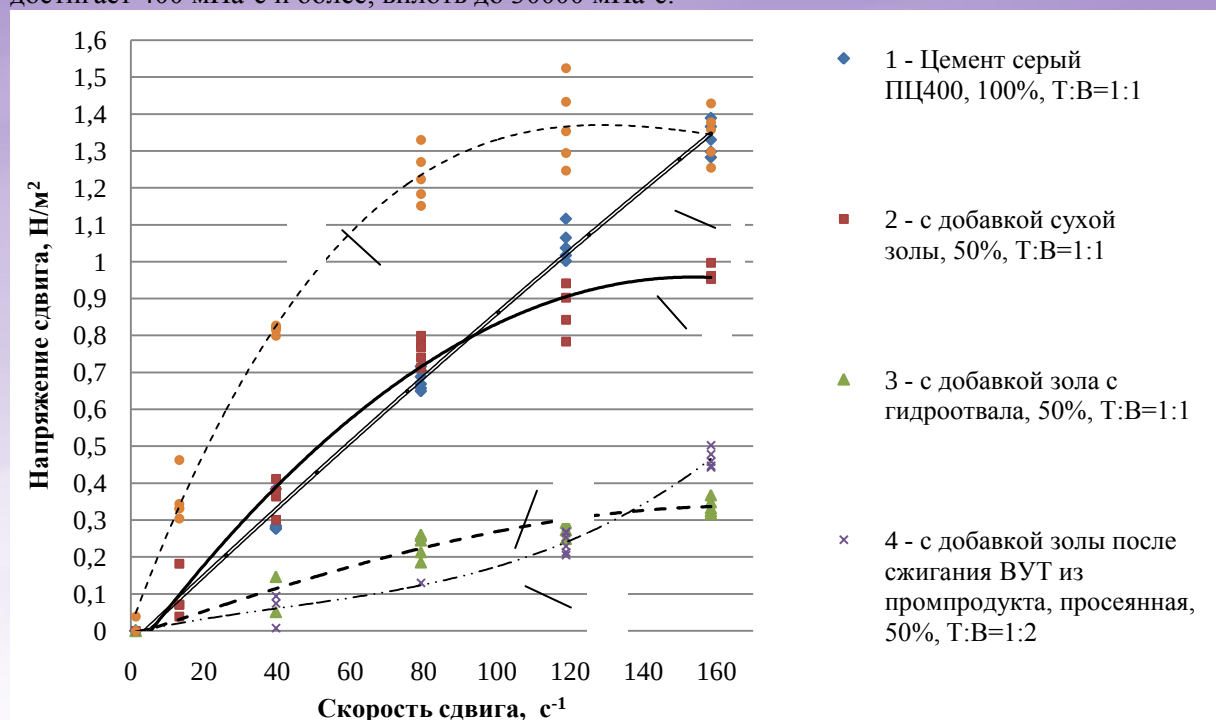


Рисунок 1 - Зависимость напряжения сдвига τ от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ для различных цементационных растворов с добавкой золы.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Предпочтительно использование сухой золы, т.к. она доступна и не нуждается в дополнительной обработке. Добавление 50% сухой золы к раствору незначительно влияет на его реологические свойства, а близость гранулометрического состава сухой золы и цемента позволяет применять такой раствор при упрочнении трещиноватых горных пород. Необходимо продолжить исследование влияния золы на свойства раствора и цементного камня, что позволит объяснить механизм влияния золы на эти свойства и дать рекомендации по применению добавок для конкретных условий.

Список источников:

1. Хямяляйнен, В.А. Физико-химическое укрепление пород при сооружении выработок / В.А. Хямяляйнен, В.И. Митраков, П.С. Сыркин. – М.: Недра, 1996. – 352 с.
2. Хямяляйнен, В.А. Формирование цементационных завес вокруг капитальных горных выработок / В.А. Хямяляйнен, Ю.В. Бурков, П.С. Сыркин. – М.: Недра, 1994. – 400 с.
3. Ходаков, Г.С. Реология суспензий. Теория фазового течения и ее экспериментальное обоснование // Российский химический журнал (журн. Рос. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева). – 2003. – Т. XLVII, № 2. – С. 33 – 44.



ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ НОВОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Геренцев, ФПс – 111

Научный руководитель: Д.Ю. Сирота, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Представленная заметка является продолжением исследований, начатых одним из авторов в [1] по поиску кинетической модели, которая бы более адекватно отражала процесс накопления трещин при возрастающей нагрузке.

Напомним, что исследования школы С.Н. Журкова [2] показали, что долговечность многих материалов (металлов, кристаллов, полимеров и др.) определяется по формуле

$$(1) \quad \tau = \tau_0 * \exp(\beta) * \exp(-\alpha \cdot \sigma),$$

где $\alpha = \gamma * (k T)^{-1}$, $\beta = U_0 * (k T)^{-1}$, $\tau_0 \approx 10^{-13}$ – период тепловых атомных колебаний около положения равновесия, с; γ – активационный объем, м³; U_0 – энергия активации разрушения, Дж; k – постоянная Больцмана, Дж/°К; T – абсолютная температура пород, °К; σ – среднее внешнее напряжение на образец, Па.

Дальнейшие исследования показали, что формула (1) не является универсальной. Например, для эластомеров [3] более пригодной будет закономерность вида

$$(2) \quad \tau = \tau_0 * \exp(\beta) * \left(\frac{\sigma}{E} \right)^{-\alpha \cdot E},$$

где E – «подгоночная» величина, которая в работе [3] имеет смысл модуля упругости, Па.

Для полимеров и отожжённых металлов [1, 4] зависимость долговечности от нагрузки имеет слегка другой вид

$$(3) \quad \tau = \tau_0 * \exp(\beta) * \left(\frac{\sigma}{\sigma_P} \right)^{-n},$$

где σ_P – размерная «подгоночная» постоянная неясной физической природы, Па; величина $n \sim n(U_0, k, T)$.

Для определения зависимости числа импульсов N от величины напряжения σ в случае зависимости (1) получаем выражение [5]

$$(4) \quad N(\sigma) = \frac{N^*}{\tau_0 \cdot \sigma'} * \exp(-\beta) * \frac{\exp(\alpha \cdot \sigma) - 1}{\alpha},$$

а в случае зависимости (2) получим выражение

$$(5) \quad N(\sigma) = \frac{N^* \cdot E}{\tau_0 \cdot \sigma'} * \exp(-\beta) * \frac{(\sigma/E)^{\alpha \cdot E + 1}}{\alpha \cdot E + 1}$$

Исследования показали, что применение формулы (4) к анализу процесса накопления трещин в образцах горных пород (известняк, кварцевый диорит, роговик) приводит к отрицательным значениям величины α , при формально большом (не меньше 0,9) индексе детерминации R^2 . Применение формулы (5) к анализу тем же образцов горных пород приводит также к отрицательным значениям величины α , однако абсолютное значение этой величины будут уже много ближе к нулю, чем в первом случае. Индекс детерминации и в этом случае



будет достаточно большим, а для некоторых образцов даже выше, чем в случае формулы (4). Дальнейшие исследования привели к модифицированной формулам (2, 5) следующего вида

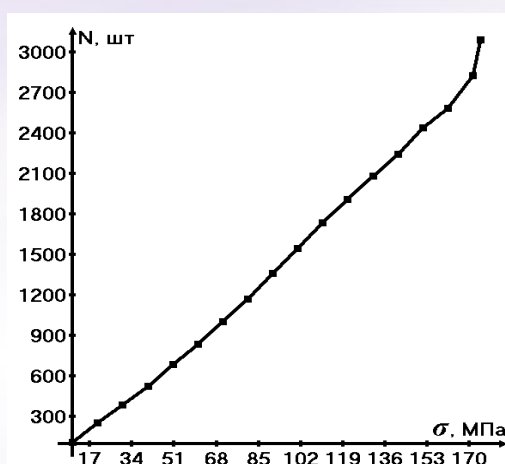
$$\tau = \tau_0 * \exp(\beta) * \left(\frac{\sigma}{E} \right)^{1-\alpha \cdot E} \quad (6)$$

и

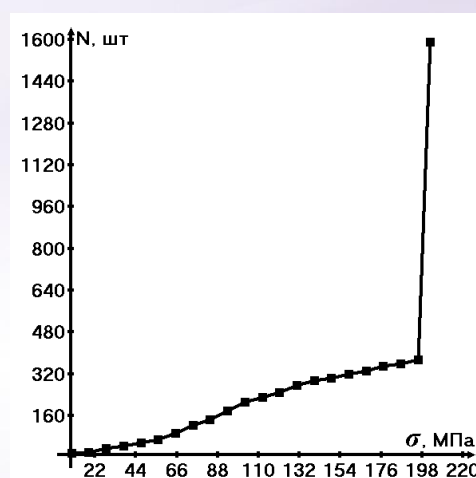
$$N(\sigma) = \frac{N^*}{\tau_0 \cdot \sigma'} * \exp(-\beta) * \frac{(\sigma / E)^{\alpha \cdot E}}{\alpha} \quad (7)$$

Применение формулы (7) к анализу тем же образцов горных пород приводит уже к положительным значениям величины α при достаточно большом значении индекса детерминации, но несколько меньшем, чем в первых двух случаях.

Произведём анализ применимости формул (4, 5, 7) для композиционных материалов: порошковых фенопластов Ж13-01-87 и Э39-010-48. Кривые наплевания трещин представлены на рисунках 1 и 2. [6, 7]



– Рис 1. Ж13-01-87



– Рис 2. Э39-010-48

Неизвестные параметры α и β в зависимостях (4, 5, 7) будем искать с помощью метода наименьших квадратов, численная реализация которого с помощью эволюционных алгоритмов заложена в надстройке NLP Solver свободного табличного процессора OO Calc.. Результаты расчётов приведены в следующей таблице.

Таблица 1

Расчётные значения параметров зависимостей (4, 5, 7)

№	Материал	Формула	α	β	R^2	$U_0 * 10^{-19}$	$\gamma * 10^{-28}$
1	Ж13-01-87	(4)	-0,002	34,941	0,997	1,419	-0,116
		(5)	0,012	34,961	0,997	1,416	0,479
		(7)	0,079	34,962	0,997	1,416	3,197
2	Э39-010-48	(4)	0,024	38,686	0,621	1,566	0,991
		(5)	0,233	41,706	0,578	1,701	9,401
		(7)	0,118	41,706	0,572	1,689	4,780

Список источников:

1. Иванов В.В. Способ определения кинетических констант разрушения / В.В. Иванов, Л.А. Белина, Д.Ю. Сирота, Т.М. Черникова // Вестник КузГТУ. 2012. №6. С. 13-16
2. Регель В.Р. и др. Кинетическая природа прочности твёрдых тел / В.Р. Регель, А.И. Слущер, Э.Е. Томашевский // – М.: Наука, 1974 г., –560 с.



3. Лазарев С.О. Кинетическая концепция прочности в расчётах эластомерных деталей/ С.О. Лазарев, Ю. К. Михайлов// ФТТ, – 2005 г., № 5, с. 951 – 954
4. Веттегрень В.И. Температурная зависимость прочности полимеров и металлов в области высоких температур/ В. И. Веттегрень, В. Б. Кулик, С. В. Бронников// Письма в ЖТФ, – 2005 г, № 22, – с. 47 – 55.
5. Иванов В.В. Статистическая теория эмиссионных процессов в нагруженных структурно-неоднородных горных породах и задача прогнозирования динамических явлений/ В. В. Иванов, П. В. Егоров А. Г. Пимонов// ФТПРПИ – 1990. – Вып. 187/34. – с. 32 –35.
6. Пимонов А.Г. и др. Определение констант прочности и долговечности для образцов из полимерных композиционных материалов / А.Г. Пимонов, В.И. Климов, В.В. Иванов, П. В. Егоров// Вестник КузГТУ, – 1998 г, № 3, с. 11 – 14.
7. Иванов, В. В. Кинетика разрушения и усталостная прочность полимерных соединений/ В. В. Иванов, В. И. Климов, Т. М. Черникова.// – Кемерово, КузГТУ, – 2003 г, – 235 с.

УДК 622.831.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРЕДРАЗРУШАЮЩЕМ СОСТОЯНИИ

К.Л. Дудко, аспирант

Научный руководитель: А.И. Шиканов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Железорудные месторождения Горной Шории и Хакасии разрабатываются на больших глубинах в условиях действия высоких тектонических напряжений и нарушенности массива горных пород. Руды и породы прочные, хрупко разрушаются под нагрузкой, способны накапливать значительную упругую энергию деформаций; около 90 % пород удароопасны. Развитие горных работ связано с ростом объемов проведения капитальных, подготовительных и очистных выработок, которые расположены как в шахтном поле, так и в лежащем боку месторождения, их длина на руднике изменяется от сотен до тысяч метров [1].

Контроль степени удароопасности в выработках, пройденных вне зоны влияния очистных работ (руддворы, квершлагги, полевые штреки), проводится путем электропрофилирования согласно методике [2] не реже 1 раза в полугодие.

Как следует из информации, полученной от службы прогноза рудника, точность прогноза горных ударов электрометрическим методом во многих случаях, в особенности после перехода на новый горизонт, значительно снизилась. Одну из причин этого можно указать то, что сама методика прогноза составлялась в конце 80-х годов и не могла учесть многих обстоятельств, связанных с изменением горно-геологической и горнотехнической обстановки будущих горных работ. В результате используемые на руднике критерии удароопасности по удельному электросопротивлению не работают.

В связи с этим были проведены исследования образцов горных пород Таштагольского рудника. Измерения удельного электросопротивления горных пород проводились по двух электродной схеме. Для испытаний были изготовлены образцы правильной цилиндрической формы.

Расчет УЭС породы проводился по формуле

$$\rho = U \cdot S / I \cdot b, \quad (1)$$

где U - падение напряжения на образце, В; I - ток, измеряемый амперметром, А; S - площадь сечения образца, m^2 ; b - расстояние между электродами AB , м (высота образца).

Испытания проводились следующим образом. Сначала измерялось электросопротивление образца в ненагруженном состоянии. Затем образец нагружался до



некоторого напряжения, вынимался из нагружающего устройства (из плит 10 - ти и 50 - тонного пресса) и производилось повторное измерение его электросопротивления.

Следующий этап нагружения заключался в том, что образец приводился в состояние, близкое к полному разрушению, и в этом состоянии измерялось его электросопротивление. Затем образец полностью разрушался, собирался из кусков в цилиндрическую форму (если это было возможно после полного разрушения) и снова измерялось его электросопротивление.

При обработке результатов измерений рассчитывалось изменение в процентах электросопротивления образца на каждом этапе нагружения (таблица1).

Таблица 1

Усредненные значения отношения ρ_1 / ρ_2 для исследованных пород и среднее изменение их удельного электросопротивления в процентах в предразрушающем состоянии

Тип породы	$(\rho_1 / \rho_2)_{\text{ср}}$ 10^{-5}	$\Delta\rho / \rho, \%$	Примечание
Диориты	5,96	27,4	Электросопротивление падает
Порфириновые диориты	4,7	39,2	Электросопротивление падает
Метасоматиты	2,22	18,5	Электросопротивление падает
Скарны	2,77	23,1	Электросопротивление падает
Магнетиты	-	45,2	При полном запредельном разрушении сопротивление возрастает в 4-8 раз
Рудные тела	-	48	Электросопротивление растет
Руды с содержанием менее 50 %	-	27,5	Электросопротивление растет, при запредельном разрушении рост в 3 – 5 раз
Среднее изменение электросопротивления по всем высокопроводящим породам	-	40,2	Электросопротивление растет

Анализ результатов показал, что для высокопроводящих пород при нагружении характерно увеличение удельного электросопротивления с ростом прикладываемой нагрузки, т.к. при этом число накапливаемых трещин в образце растет. Для предельного состояния (максимальное напряжение на образце, но образец еще не разрушен полностью) характерно увеличение удельного электросопротивления пород на 20 - 60 %, среднее значение изменения электросопротивления образцов в предразрушающем состоянии составляет 40,2 %.

При полной потере несущей способности образца, т.е. при полном его разрушении удельное электросопротивление может возрасть в 3 – 8 раз и более.

Результаты исследования образцов с высоким удельным электросопротивлением показывают, что изменение для разных пород при механическом нагружении происходит в основном в направлении уменьшения электросопротивления на 12 – 65 % и более. В этом случае существенное влияние на результаты измерений оказывает отношение удельных электросопротивлений зон повышенной проводимости на берегах трещин к удельному электросопротивлению ненарушенной породы (ρ_1/ρ_2). Во всех случаях эти электросопротивления отличаются примерно на пять порядков, причем для разных пород это отношение варьирует в пределах одного порядка.

Таким образом, по величине этого отношения для разных пород по формуле (2) могут быть заранее определены критические значения изменений электросопротивления в предразрушающем состоянии:



$$\Delta\rho/\rho = 8,33 \cdot 10^3 \cdot (\rho_1/ \quad (2)$$

где ρ_1 – удельное электросопротивление породы вблизи поверхности трещин (в зоне концентрации заряженных точечных дефектов структуры); ρ_2 – удельное электросопротивление ненарушенной породы.

Средние значения приращений удельного электросопротивления высокопроводящих и кварцсодержащих горных пород высокого удельного электросопротивления в предразрушающем состоянии в процентах, полученные на основе теоретических исследований и обработки результатов эксперимента, могут быть использованы в методике электрометрического контроля степени удароопасности горных пород. Далее в самой методике предполагается ввести понятие вероятности горного удара на основе полученных результатов и натурных измерений удельного электросопротивления в массивах горных пород.

Список источников:

1. Еременко, А. А. Проведение и крепление горных выработок в удароопасных зонах железорудных месторождений. / А. А. Еременко, А. И. Федоренко, А. И. Копытов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 236 с.
2. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных и опасных по горным ударам // Изд - во ВостНИГРИ. – Новокузнецк: 2001. – 55 с.

УДК 550.837.2: 624130

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ИНЪЕКЦИОННОМ УКРЕПЛЕНИИ ОСНОВАНИЙ СООРУЖЕНИЙ

Н.Ю. Никулин, аспирант,

Е.А. Салтымаков, студент группы ФП-081

Научный руководитель: С.М. Простов, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Для совершенствования методик георадиолокационного мониторинга разработаны алгоритмы интерактивной интерпретации зондирований, включающие построение интегрированных радарограмм путем разбиения поля радарограммы на элементы с задаваемым шагом и суммирование положительных значений полезного сигнала по пикселям в пределах этих элементов. Интегрированная радарограмма имеет вид, приближенный к геоэлектрическому разрезу, поэтому предполагает не только качественную, но и количественную интерпретацию. В качестве основных параметров георадиолокационного контроля параметров аномальных зон целесообразно использовать следующие:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i$$

– среднюю амплитуду отраженного сигнала, воспринимаемого георадаром в пределах элемента радарограммы;

$$I_A = \left(\sum_{i=1}^n S_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^n A_i S_i$$

– интегральный показатель аномальной зоны,

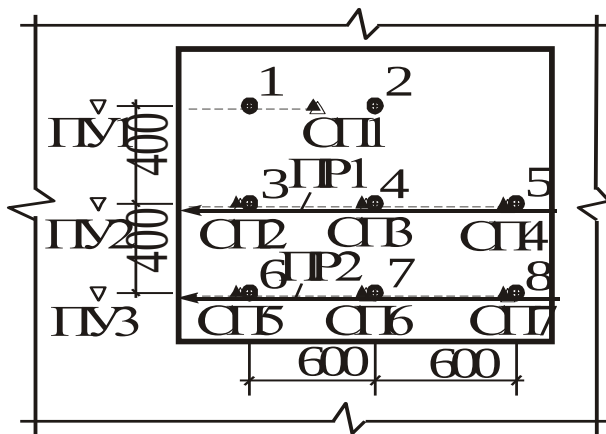


Рисунок 1 - Схема проведения геофизических исследований:

1–8 – оси инъекторов; ПУ – пункты возбуждения колебаний; СП – сейсмоприемники; ПР – профили георадиолокации

где A_i, S_i – амплитуда сигнала и площадь i -го элемента в пределах аномальной зоны; n – число элементов.

Для натурных испытаний разработанной методики проведены комплексные исследования физических свойств песчано-глинистых грунтов при электрохимическом закреплении (ЭХЗ) по однорастворной схеме. Контроль состояния массива включал геологические изыскания, статическое, сейсмическое, электрическое зондирование и георадиолокацию. Георадиолокационное зондирование проведено по двум профилям (рисунок 1).

Результаты зондирования в виде исходной и интегрированных радарограмм, полученных по профилю 1, приведены на рисунке 2.

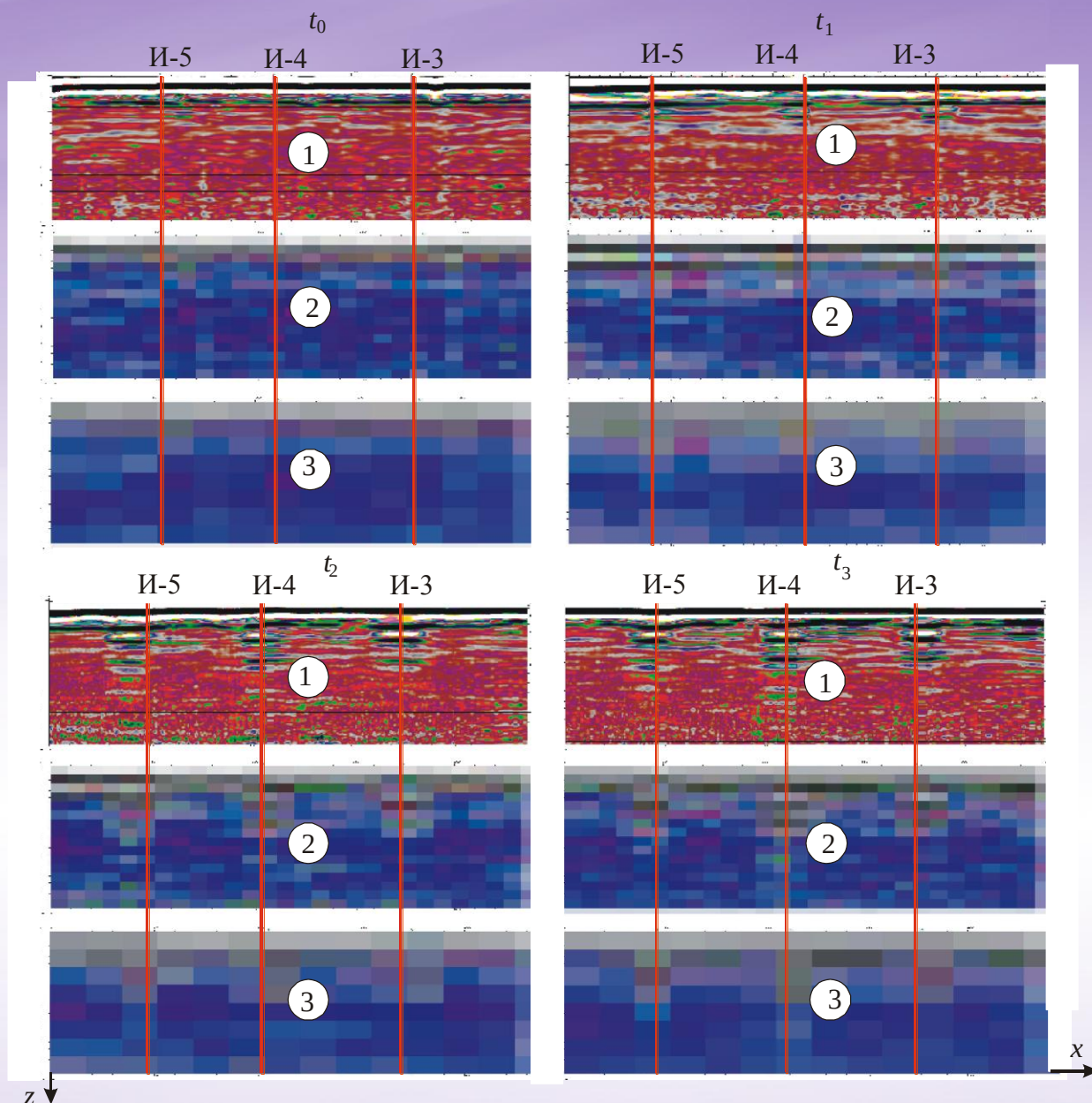


Рисунок 2 - Результаты электромагнитного сканирования до вдавливания инъекторов (t_0), после вдавливания инъекторов (t_1), через 4 сут после ЭХЗ (t_2), через 20 сут после ЭХЗ (t_3):
1 – исходная радарограмма; 2 – обработанная радарограмма с шагом интегрирования $\Delta x = \Delta z = 0,08$ м; 3 – то же с шагом 0,16 м; И-3– И-5 – инъекторы

Обработка радарограмм реализована с шагом интегрирования 8 и 16 см. Анализ изменения количественных параметров радарограмм A и I_A позволил установить зависимость их изменения во времени на различных стадиях ЭХЗ (рисунок 3).

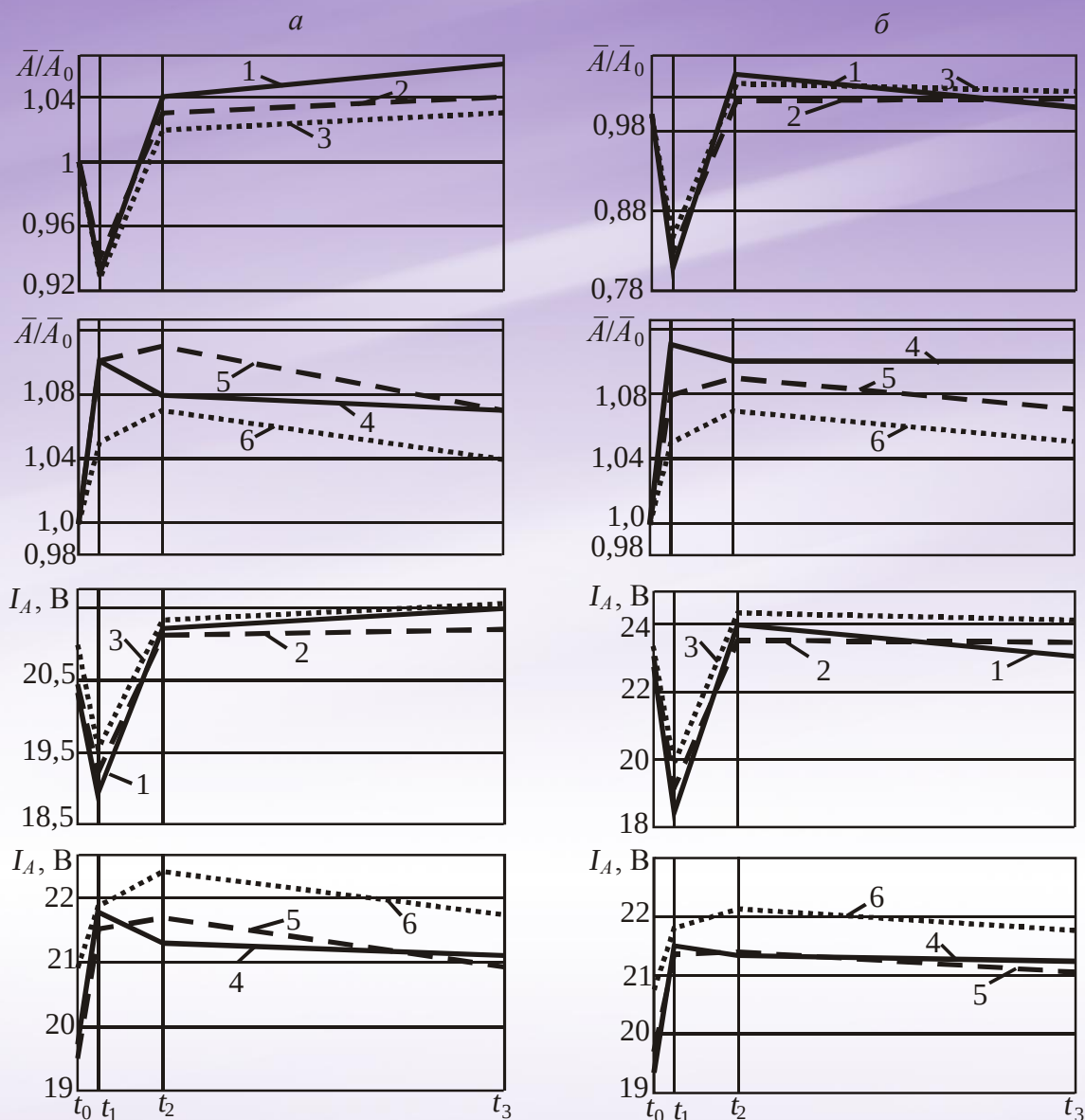


Рисунок 4 - Изменения относительного значения A и интегрального показателя I_A в зависимости от стадии закрепления с шагом интегрирования $\Delta x = \Delta z = 0,08$ м (а) и $\Delta x = \Delta z = 0,16$ м (б):

1 – иньектор 5; 2 – иньектор 4; 3 – иньектор 3; 4 – иньектор 8; 5 – иньектор 7;
6 – иньектор 6

Из полученных графиков установлено, что наилучшие результаты ЭХЗ были достигнуты у иньектора №6 (профиль №2). Динамика изменения параметров следующая: A/A_0 для профиля №1 в процессе закрепления увеличилось с 0,79 до 1,04, для профиля №2 спустя 4 сут после закрепления увеличилось на 0,01, затем через 20 сут приняло начальные значения; в течение первых 4 сут после закрепления произошло увеличение I_A для профиля №1 в 1,08 раз затем изменение приняло более монотонный характер и через 20 сут составило 8 %, для профиля №2 зафиксированы изменения I_A в сторону уменьшения на 3 %.

Результаты комплексного мониторинга процессов ЭХЗ обеспечивают управление технологическими параметрами и их оптимизацию.



ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ГОРНЫХ УДАРОВ НА ТАШТАГОЛЬСКОМ РУДНИКЕ

А.Н. Парамонов, студент группы ФП – 071

Научный руководитель: В.В. Иванов, д.т.н., профессор, профессор
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Электрометрический метод прогноза удароопасности является основным (базовым) методом применяемым на Таштагольском месторождении благодаря высокой оперативности, простоте измерений и обработки результатов измерений. Однако, судя по опыту работы службы прогноза и предотвращения горных ударов, существующие методы интерпретации данных измерений имеют недостатки, о чем свидетельствует низкая точность прогнозов (в 50 % случаев прогноз оказывается неверным).

Этот метод основан на сравнении результатов замеров ρ с абсолютными значениями электросопротивления при неудароопасном и удароопасном состоянии массива (ρ_n , ρ_y). Но в естественных условиях массив неоднороден: возможна повышенная обводненность, вкрапления других пород и т.д. Все эти факторы могут повлиять на изменение электросопротивления в большую или меньшую стороны и массив может быть удароопасным или неудароопасным при ρ выше или ниже критерийных значений (ρ_y).

Ранее в работе [1] нами было показано на основе лабораторных измерений удельного электросопротивления различных пород Таштагольского рудника, что в предразрушающем состоянии наблюдается закономерное уменьшение удельного электросопротивления пород с высоким удельным электросопротивлением на 30 – 60 % (сланцы, скарны, сиениты, микросиениты, диориты и др.) и рост этого показателя для пород с низким удельным электросопротивлением примерно на 40 % (магнетиты, рудные тела) и предложен новый критерий удароопасности пород.

В данной статье приводится проверка предложенной методики по результатам измерений службы прогноза горных ударов Таштагольского рудника.

На рисунке 1 приведено место горного удара и точки установки центров подземного электропрофилирования, проведенного в разное время непосредственно перед горным ударом (примерно за месяц до события), причем измерения осуществлялись в одних и тех же точках массива за весь период наблюдений. В таблице 1 даны результаты электрометрических измерений непосредственно в очаге горного удара в процессе его подготовки.

Как видно из этой таблицы и рисунка 1, непосредственно перед горным ударом во всех породах с низкой электрической проводимостью наблюдается закономерное уменьшение удельного электросопротивления на 38 – 70 %, что подтверждает те результаты, которые были получены ранее нами в лабораторных испытаниях образцов [1]. Шахтные испытания позволят в дальнейшем уточнить предложенный критерий удароопасности [1] на основе закономерных изменений удельного электросопротивления разных пород Таштагольского месторождения.

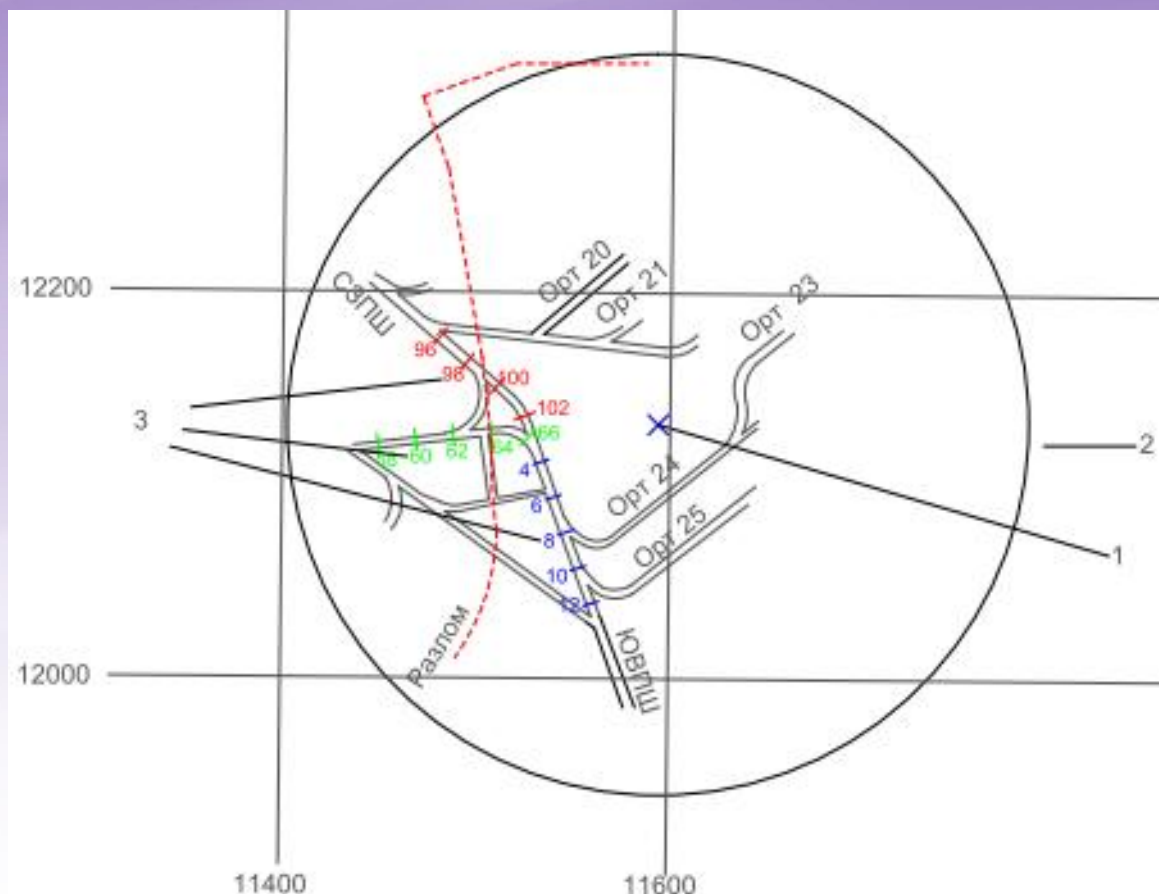


Рисунок 1 - Схема очага горного удара с энергией $6,2 \cdot 10^8$ Дж, произошедшего 29.03.1998 года на этаже гор. -280 / - 210 и места проведенных измерений :
1 - гипоцентр горного удара; 2 - размер очага разрушения при горном ударе; 3 - номера пикетов-центров установки подземного электропрофилирования в различных выработках (красные - северо-западный полевой штрек, зеленые - порожняковый квершлаг, синие - юго-восточный полевой штрек)



Таблица 1

Результаты измерений электросопротивления пород в очаге горного удара

Сейсмическое событие, энергия, дата и место события	Результаты измерения удельного электросопротивления ρ , Ом·м, литотип пород, период измерения, место измерения	Изменение ρ непосредственно перед сейсмическим событием, %
Горный удар, $6,2 \cdot 10^8$ Дж, 29.03.98, этаж гор. -280 /- 210, рудные тела 6+9,16,22, орта 21-25	216,66-109,9 сиениты, скарны 10.02.98 – 23.03.98 ПК 66, гор.-280	49,3
	565,2-348,54 ПК 60, гор.-280	38,3
Горный удар, $6,2 \cdot 10^8$ Дж, 29.03.98, этаж гор. -280 /- 210, рудные тела 6+9,16,22, орта 21-25	659,4-188,4 сланцы, сиениты 10.02.98-23.03.98 ПК 100, гор. – 280, СЗПШ	71
	502,4-197,82 сланцы там же, ПК 102	60,6
	596,4-169,56 Сиениты, микросиениты там же, ПК 96	71,6
То же самое, что и выше	596,6-376,8 Скарны 20.01.98-13.03.98 ПК 8, гор.-280, СЗПШ	36,8
	471-244,9 ПК 6	48

Список источников:

1. Парамонов, А.Н. Изменение удельного электросопротивления горных пород рудных месторождений в предразрушающем состоянии / А.Н. Парамонов // В сб. Материалы IV Всероссийской, 57 научно – практической конференции молодых ученых «Россия молодая». Кемерово: изд – во КузГТУ, 2012. – с. 120 – 122.

УДК 550. 3: 622.02 (075.8)

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ МЕТОДОМ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

С.В. Сугак, Е.Е. Бердышева, студенты группы ФП – 091

Научный руководитель: А.И. Шиканов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Метод радиолокационного зондирования (РЛЗ) интенсивно развивается в последнее время, в основном за счет аппаратной и программной разработки. За основу теории взята геометрическая модель собственно радиолокации, обработка сигналов заимствована из сейсморазведки (метод отраженных волн) [1]. Визуальное отображение и кажущаяся простота интерпретации снискала методу большую популярность.



Георадиолокатор (георадар) состоит из приемно-измерительного модуля с блоком питания, выносного антенно-приемного модуля и антенно-передающего модуля с блоком питания. Метод моноимпульсного радиолокационного зондирования заключается в направленном излучении нормированных по спектру электромагнитных моноимпульсов с последующим изучением характеристик сигнала, отраженных от границ раздела в исследуемой среде.

С помощью ВЧ-излучателя (антенны) создается короткий одиночный (видео) или заполненный радиочастотой импульс. Отраженный эхосигнал регистрируется этой же "совмещенной" антенной, либо отдельной приемной. Глубина до отраженной границы определяется в первом случае по формуле $h = (vt)/2$, во втором – $h = [(vt)^2 - (d/2)^2]^{1/2}$, где v – скорость распространения волнового сигнала в перекрывающем слое, t – время прихода эхосигнала, d – расстояние между приемной и передающей антенной.

Основная проблема состоит в том, что изучаемый разрез является неоднородной средой, скорость распространения волны в ней является сложной функцией от диэлектрической ϵ и магнитной проницаемости μ , удельного сопротивления ρ среды, а также от частоты сигнала ω : $v = v(\omega, \epsilon, \mu, \rho)$.

Наиболее сильно влияет на скорость волны диэлектрическая проницаемость ϵ (таблица 1). Учитывая, что для воздуха $\epsilon_{\text{отн}} = 1$, а для воды $\epsilon_{\text{отн}} = 80$, можно понять, что в зависимости от влажности грунта можно получить расхождение по скорости, и следовательно, по определяемой глубине в несколько раз.

Вторая проблема заключается в экспоненциальном затухании радиоволн в среде в зависимости от расстояния r и перечисленных выше параметров $\omega, \epsilon, \mu, \rho$. Здесь более существенную роль играет электропроводность среды: чем ниже удельное сопротивление ρ среды, тем сильнее затухает сигнал и тем меньше глубинность съемки.

Таблица 1

Электромагнитные свойства некоторых сред на частоте 100 МГц

Среда, горные породы	ρ , Ом·м	$\epsilon_{\text{отн}}$	δ , дБ/м	v , м/мкс
Воздух	∞	1	0	300
Пресная вода	>1000	80	0,2-2	33
Лед	10^5 - 10^8	2,9-3,3	0,01-0,5	160-180
Почва сухая	до 6000	3-4	0,1-0,5	150-170
Почва влажная	100	9	1-2	100
Почва очень влажная	25	15	15-40	80
Обводненные песчаники	30	7	20	110-120
Мерзлые осадочные породы	$>10^4$	5	$<0,01$	110-130

Для приблизительной оценки ослабления сигнала пользуются таблицами удельного затухания радиоволн δ (в дБ/м) заданной частоты для разных сред (таблица 1). Зная динамический диапазон D георадара, можно посчитать его максимальную глубинность для сред с ожидаемым максимальным затуханием по формуле $h_{\text{max}} \approx D/\delta_{\text{max}}$. Другим фактором глубинности является частота сигнала георадара. С повышением частоты при прочих равных условиях глубина зондирования снижается (таблица 2).

Таблица 2

Глубина зондирования георадаров, в зависимости от частоты

Частота георадара (МГц)	Глубина зондирования до (м)	Разрешение (м)
25	25-30	2-3
100	15-20	1-1,5
250	7-8	0,25-0,5
500	4-5	0,15-0,35
1500	0,5-1	0,05-0,1



Контрастность выделения границ в записи определяется коэффициентом отражения сигнала. Наиболее хорошими отражателями электромагнитных волн являются проводники (металлы). Коэффициент отражения границы раздела диэлектрик-проводник может достигать 98 %, это обеспечивает высокую амплитуду отраженного сигнала и объясняет популярность использования георадаров для поиска металлических предметов в археологии, инженерных работах и у военных. Для диэлектриков и полупроводников, какими являются большинство горных пород, при определении коэффициента отражения можно пользоваться приближенной формулой $R \approx [(\varepsilon_1/\varepsilon_2)^{1/2} - 1]/[(\varepsilon_1/\varepsilon_2)^{1/2} + 1] \cdot 100\%$. Из нее следует что отражение от границ раздела двух сред будет тем выше (и заметнее в записи), чем сильнее объекты отличаются по диэлектрической проницаемости.

В работе [2] приведены результаты применения георадиолокатора на закарстованном участке россыпи. Результаты интерпретации, представленные в виде георадиолокационного разреза по профилю, приведены на рисунок 1 -

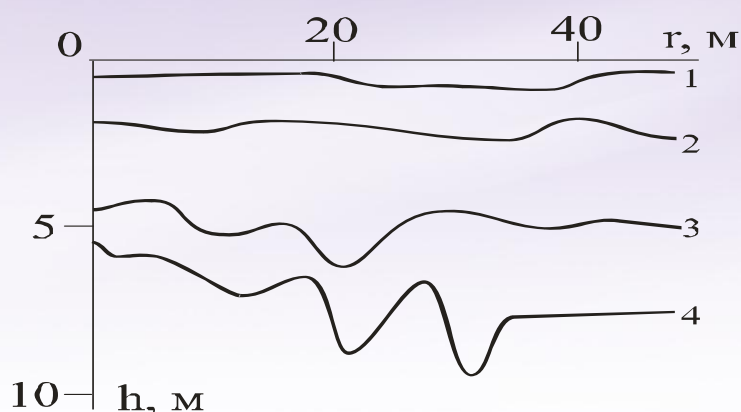


Рисунок 1

Граница 1 на разрезе соответствует глубине сезонного промерзания рыхлых отложений на период наблюдений. Границами 2 и 3 выделяется водоносный горизонт (2 – поверхность, 3 – подошва водоносного горизонта). Поверхности известняков соответствуют границе 4 (см. рисунок). Выявлено в них два провала, которые проинтерпретированы как карстовые полости. Геометрические параметры карстовых полостей: диаметр 3 м, глубина относительно поверхности известняков – 6 м. Кроме двух указанных карстовых полостей выявлены также три участка отсутствия отражения радиоимпульсов протяженностью 2,5 м, 3 м и 4,5 м. Природа этих зон невыяснена. Либо эта закарстованные участки, либо не зеркальные для радиоволн эффективной частоты проникновения участки поверхности плотика.

Таким образом, применение георадаров при изучении геологических разрезов ограничено вследствие неоднородности среды и малых глубин исследований (до 10-30 м). Получение неплохих результатов радарной съемки возможно при хорошей однородности состава верхней части разреза, отсутствия грунтовых вод или при их уровне ниже изучаемых объектов.

Список источников:

1. Финкельштейн, М. И. Применение радиолокационного приповерхностного зондирования в инженерной геологии / М. И. Финкельштейн, В. А. Кутев. – М.: Наука, 1986.
2. Бакаев, В. П. Методика и результаты применения георадиолокатора 17 – ГРЛ – 1 на закарстованном участке россыпи / В. П. Бакаев, Н. П. Бушков – Сб. науч. трудов Института геофизики УрО РАН "Теория и практика индукционных и кондуктивных методов электроразведки". – <http://davyde.by.ru/17/grl.htm>.



УДК 504.064.2:550.837.31

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГРУНТОВ ОТ ЭКОТОКСИКАНТОВ

Танцеров П. Н., ФПс – 111

Научный руководитель: М.В. Гуцал, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В приведенном анализе использованы материалы базы патентов на изобретения РФ (<http://ru-patent.info>; <http://www1.fips.ru>), неофициального сервера геологического факультета МГУ (<http://geo.web.ru>), ООО "Экологическая группа" (<http://www.ecolog-alfa.kalg.ru>).

Способы очистки почв от загрязнителей можно разделить на физические, химические, физико-химические и биохимические.

Основные результаты анализа можно свести к следующим.

В **физических методах** распространено *механическое удаление* загрязненных грунтов с помощью различных машин и вывоз их для захоронения или обезвреживания.

Механическое перемешивание с вибросепарацией используется в путевых машинных станциях Российских железных дорог для очистки щебеночного балласта - верхней части железнодорожного пути от мелкой фракции и пыли, содержащей соли тяжелых металлов. Щебень при грохочении не очищается от пленочных нефтепродуктов. Степень очистки балласта от мелкой фракции и пыли не превышает 50%. При этом большая часть токсикантов не удаляется.

Для очистки грунта и щебня от тяжелых металлов и нефтепродуктов *механическое перемешивание совмещают с промывкой водой*.

Химические методы очистки включают в себя термические способы, процессы выщелачивания, связывания загрязнителей в комплексные соединения и т.д.

Термические способы могут быть реализованы с применением следующих операций: применение селективного растворителя после термической обработки, что способствует растворению радиоактивных компонентов; термическое обезвреживание во вращающихся печах при температуре 1200-1300 °С; использование суперкритических газов.

Выщелачивание заключается в обработке грунта 2%-ным раствором соляной кислоты при pH, равном 2, в течение 10 мин. Содержание таких загрязнителей, как мышьяк, кадмий, медь, никель, цинк и свинец снижается при этом на 86-98%.

Также распространено использование в качестве реагента серной кислоты, так как из всех минеральных кислот она имеет самую низкую стоимость, при сохранении высоких параметров выщелачивания.

К основным недостаткам можно отнести невысокий коэффициент дезактивации грунтов с высоким уровнем заражения.

Физико-химические методы включают в себя экстракцию, фотолиз и флотацию.

Экстракция. В качестве экстрагента используют пропан и водяной пар. Кроме того используют ароматические углеводороды, природные газовые конденсаты и гексан.

Способ чаще всего применяют в комплексе с физическими и биологическими методами. Не обеспечивает высокую степень очистки грунтов.

Фотолиз используется для очистки почв от хлорпроизводных бензола в условиях их полива и добавления осадка переработки сточных вод. Если в естественных условиях извлечение хлорпроизводных на 50% достигается за 13-622 сут, то при фотолизе необходимый срок сокращается до 11-181 суток.

Флотация применяется в комплексе с физическими и биохимическими способами. Развитие способа заключено в совершенствовании вымывающих реагентов и средств, а также, в разработке специальных устройств для создания флотации.

Достаточно эффективной является двукратная флотационно-химическая обработка зараженного грунта, степень извлечения загрязнителя достигает 95-98%.



Биохимические методы очистки предполагают использование штаммов и консорциумов бактерий-деструкторов нефтепродуктов. Развитие метода заключено в создании новых биопрепаратов, содержащих бактерии-разрушители нефтепродуктов.

Недостатком известных способов является невысокая эффективность в районах с холодным климатом.

Биовентилирование включает в себя принудительное вентилирование грунта кислородом. Применяется в комплексе с откачкой грунтовых испарений.

Фиторемедиация, или очистка почв с помощью растений. Используется, в основном, для очистки грунтов, зараженных радионуклидами.

Развитие способа заключено в эффективном подборе радиоаккумулирующих растений и материала, сорбирующего радионуклиды, на который высаживаются растения. В течение вегетационного периода растительный покров удаляется и утилизируется.

Технология дорогостоящая и требует расхода большого количества химикатов. Также, вследствие невысокого коэффициента фитосорбции, очистка данным способом позволяет вернуть земли к активному использованию через десятки лет (20-30 лет)

Грибковые технологии предусматривают заселение загрязненных почв различными грибковыми культурами. Разработанные способы пригодны для разрушения трудноразлагаемых токсичных веществ, в том числе полиароматических углеводов типа полихлорированных дифенилов. Очистка продолжается даже в условиях суровой зимы, концентрация загрязнений снижается с нескольких сотен млн^{-1} до $\sim 10 \text{ млн}^{-1}$.

Анализ вышеперечисленных способов дает возможность выявить следующие основные недостатки.

Недостатками биологических способов очистки почвы и грунта являются: невозможность осуществления на громадных территориях из-за различия видов почвы и грунтов (болота, пески и т.д.) и разных климатических условий; трудности со сбором биологических объектов и их утилизацией; дороговизна.

Недостатками химических способов очистки почвы и грунта являются: вторичное загрязнение химическими веществами почв и грунтов; большая сложность и стоимость технологии; небольшая глубина извлечения загрязнителя; зачастую большая длительность очистки (до 7-10 лет); трудности с утилизацией использованных химических веществ, особенно в лесистых и болотистых участках земли.

Недостатками механических способов очистки являются: необходимость перемещения больших объемов загрязненного грунта и невозможность удалить все загрязненные земли; дороговизна.

Недостатками способов очистки с помощью сорбирующих веществ: вторичное загрязнение почвы и грунта; трудности со сбором и утилизацией сорбирующих распыленных веществ, особенно в лесистых и болотистых участках земли; дороговизна.

В настоящее время среди методов очистки грунтов выделяют **электрохимический метод**, к преимуществам которого относят возможность его применения в грунтах с низкой фильтрационной способностью.

В результате анализа собранной информации по очистке глинистых грунтов электрокинетическим способом установлено:

- добиться высокой степени очистки без применения химических реагентов или растворов ПАВ невозможно. Применение специальных химических агентов снижает затраты электроэнергии и времени на очистку;

- наиболее эффективным способом ускорения процесса является введение в грунт "жесткого реагента" - фторида аммония, позволяющего разрушать кристаллическую решетку алюмосиликатов, тем самым облегчая доступ десорбирующего реагента к сорбционным центрам грунта;

- для снижения коррозионного воздействия фторидных сред на конструкционные элементы, в частности, электроды, данный реагент следует вводить в грунт поэтапно в случае снижения скорости процесса;

- с ростом напряженности электрического поля и мощности электрообработки увеличивается скорость извлечения загрязнителя и сокращается продолжительность процесса, в основном, за счет повышения температуры грунта;



- величина подводимой электрической мощности ограничена испарением электролитов и поровых растворов, а также температурной устойчивостью конструкционных материалов электродных устройств.

Список источников:

1. Шевцова Е.В. Исследование и разработка физико-химических основ технологии электрокинетической очистки грунтов от радионуклидов / Е.В. Шевцова. – дисс. канд. техн. наук. – М. – 2003. – 123 с.
2. Королёв В.А. Электрохимическая очистка грунтов от экотоксикантов: итоги и перспективы. – Вестник МГУ, сер.4. Геология, 2008, №1. – с.13–20.

Секция «Шахтное и подземное строительство»

ПРОХОДКА НОВОГО ОДНОПУТНОГО ТОМУСИНСКОГО ТОННЕЛЯ

С.В. Бородулин, студент группы СГ–081

Научный руководитель: А.И. Копытов, д.т.н., профессор

М. Д. Войтов, к.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Тоннель на 106–107 км участка Артышта-Томусинская Западно-Сибирской железной дороги был построен в 1963–1967 году. В 2011 г. для предотвращения чрезвычайных ситуаций и увеличения пропускной способности ОАО «РЖД» приняло решение о необходимости реконструкции существующего тоннеля. Проектом предусмотрено строительство нового однопутного тоннеля подковообразного сечения протяженностью 1157,96 м и сервисной дренажно-транспортной штольни с устройством в ней узкоколейного железнодорожного пути.

Трасса тоннеля пересекает интервалы пород от низкой прочности с коэффициентом крепости по шкале поф. М.М. Протодяконова $f=1,5-2$ до средней прочности с коэффициентом крепости $f=4$.

Проходка тоннеля будет производиться уступным способом. Первоначально на всю длину тоннеля, встречными забоями со стороны Западного и Восточного порталов, разрабатывается верхняя часть выработки – калотта. После сбойки тоннеля по калотте, также встречными забоями, со стороны Западного и Восточного порталов, разрабатывается нижняя часть тоннеля – штросса.

В соответствии с выданными инженерно-геологическими условиями при проходке тоннеля с различными характеристиками грунтов, устанавливаются соответствующие типы расчетной временной крепи, в зависимости от крепости пород в тоннеле устанавливаются два типа временной аркобетонной крепи [1].

В породах крепостью $f=1,5-2$ в качестве временной крепи устанавливаются арки, изготовленные из двутавровой балки I №30 с межарочным заполнением монолитным бетоном класса В25. С целью обеспечения устойчивости временной крепи и исключения ее деформаций от нагрузок горного давления, в опорных узлах крепи (по калотте и по штроссе) устанавливаются дополнительное крепление из трубных анкеров, для компенсации действующих на крепь вертикальных нагрузок с учетом упругого отпора грунта.

В породах крепостью $f=4$ в качестве временной крепи устанавливаются арки, изготовленные из двутавровой балки I №24 с межарочным заполнением монолитным бетоном класса В25. Временная крепь устанавливается без устройства опережающих анкеров по своду выработки и без устройства в пятах арочной крепи опорных трубных анкеров.

Проходка калотты и штроссы тоннеля в породах крепостью $f=1,5-2$ ведется проходческим комбайном Ш10-01 на полное сечение, заходками по 1м. Зоны не доступные для



рабочего органа комбайна, дорабатываются отбойными молотками. Разработанный грунт отгружается комбайном в автосамосвалы типа МоАЗ и транспортируется в отвалы, организованные со стороны Западной и Восточной строительных площадок. После уборки породы устраивается временное крепление тоннеля. Лоб забоя укрепляется слоем набрызгбетона класса В25, толщиной $\delta=50$ мм. Укладка набрызгбетона ведется установкой для мокрого торкретирования типа «RoboshotMijetMK-3». При помощи навесного анкероустановщика АВЕ, установленного на комбайне, по своду и стенам калотты в радиальном направлении забуиваются шпурсы и устанавливаются железобетонные анкера из арматуры класса АШ, диаметром 20 мм, длиной $l=1,5$ м, к которым раскрепляется арка временной крепи из балки I №30. Составные элементы арки стыкуются между собой при помощи накладок на монтажных болтах. Установка арки в проектное положение осуществляется аркоустановщиком типа «Himes 9915BA». Пяты арок заглубляются ниже уровня подошвы калотты на 200 мм. Между собой ряды арок раскрепляются с помощью металлических скоб из арматуры класса А1, диаметром 20 мм, длиной 1,3 м. Через отверстия в стенке смонтированной арки, навесным аркоустановщиком АВЕ, под углом 12° к плоскости забоя, по своду выработки забуиваются шпурсы, в которые устанавливаются железобетонные анкера опережающего крепления. Анкеры изготавливаются из арматуры класса АШ, диаметром 32 мм, длиной 3 м. Опережающее крепление по своду выработки устраивается после каждой очередной заходки калотты. По внутренним полкам арок временной крепи набирается опалубка, в которую укладывается черновой бетон класса В25. Укладка бетона ведется бетононасосом типа «BSA 1002-E-Multi». Доставка бетона к местам укладки осуществляется автобетоносмесителем типа «Transmix-3000». Отставание временной крепи от забоя не должно превышать более 0,5 м.

После набора бетоном не менее 75% проектной прочности за бетон временной крепи производится первичное и контрольное нагнетание. Целью нагнетания является заполнение пустот за бетоном временного крепления через пробуренные скважины. Скважины должны быть забурены в грунт на 15–20 см. Минимальное отставание от забоя участка работ по первичному нагнетанию составляет ~ 20 м, технологическое отставание ~ 50 м. Контрольное нагнетание производится не раньше, чем через 5–7 суток после окончания первичного нагнетания. Скважины для первичного нагнетания располагаются по периметру временной крепи с шагом 3,5 м. Расстояние между рядами скважин первичного нагнетания (вдоль выработки) составляет 4 м. Скважины для контрольного нагнетания располагаются в шахматном порядке между скважинами для первичного нагнетания.

Проходка нижней части тоннеля – штроссы, начинается после завершения проходки верхней части тоннеля (после сбойки забоев по калотте). Разработка штроссы также ведется встречными забоями со стороны Западного и Восточного порталов проходческим комбайном П110-01. Разработка забоя штроссы выполняется по частям, заходками по 1 м, с поочередной разработкой правой и левой половин сечения забоя. После разработки правой (левой) части сечения, монтируется соответствующая правая (левая) стойка временной арочной крепи из балки I №30. Установка в пятах арочной крепи опорных трубных анкеров, бетонирование стен арочной крепи, а также первичное и контрольное нагнетание за бетон временной крепи, выполняются по аналогии с верхней частью оголовка, с использованием того же набора механизмов и оборудования.

Сооружение постоянной обделки тоннеля будет осуществляться с применением передвижной металлической опалубки типа «Сага-Когио» длиной обечайки $L_{об}=12,0$ м. Бетонирование будет вестись двумя встречными участками работ, в направлении от Западного и Восточного порталов.

В настоящее время пройдено более 200 м колоттной части нового тоннеля. Сроки окончания строительства запланированы на 2015 год.

Список источников:

1. СНиП III-44-77. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Правила производства и приемки работ. – М.: Стройиздат, 1977.



УДК 622.256.753

КОНСТРУКЦИИ КЛИНОВЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ПОЛКОВ

А. А. Вети, студент СГ-091

Научный руководитель: А. И. Копытов, д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Предохранительные полки представляют собой инженерные сооружения, обеспечивающие защиту углубляемых участков стволов от всех видов аварийных падений предметов в забой.

В зависимости от вида основного несущего элемента предохранительные устройства подразделяются на 3 типа:

- Естественные (породные целики)
- Искусственные, выполняемые из металла, бетона, ж.б., стальных канатов и других материалов.
- Комбинированные, представляющие разнообразные сочетания всех выше перечисленных типов предохранительных устройств.

Согласно требованиям правил безопасности при одновременной углубке ствола и работе постоянного подъёма, забой углубляемого ствола должен быть изолирован от действующих подъёмов предохранительными устройствами, которые должны отвечать следующим требованиям:

- Высокая надежность защиты углубляемых участков вертикальных стволов от всех видов аварий, связанных с падением в стволы тяжелых тел в течение всего времени выполнения углубочных работ;
- Минимальные сроки сооружения и последующей разборки полков, так как они непосредственно влияют на продолжительность углубки стволов и строительство новых горизонтов;

В связи с отработкой запасов действующих горизонтов шахты «Шерегешская», для вскрытия и подготовки к разработке нижележащих горизонтов, «Скиповой» ствол необходимо углубить с отметки + 115 метров до отметки – 85 метров. Полная остановка предприятия на время проходки, монтажа и армировки ствола могла повлечь за собой потери производительности рудника по добыче руды и массовое сокращение рабочих мест. В связи с этим, специалистами проектной организации была разработана конструкция предохранительного устройства.

Предложенная конструкция клинового предохранительного полка [1] представляет собой две смещённых по высоте части, каждая из которых имеет наклонную отражательную стенку 1, 2, буферную распределительно-утяжелительную бетонную плиту 3, 4, амортизирующий элемент 5, 6 (костер из деревянных брусьев), уложенный на горизонтальные опорные балки 7, 8 (рисунок 1)

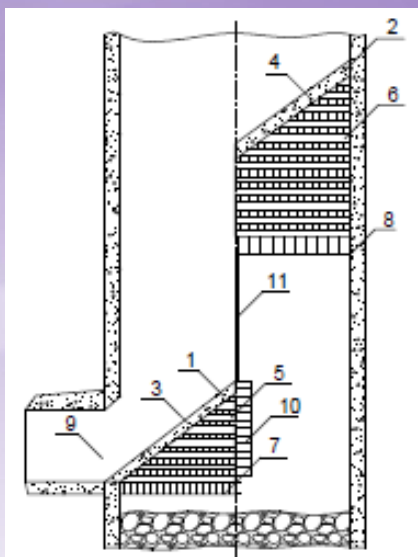


Рисунок 1 – Конструкция предохранительного полка

1, 2 - наклонная отражательная стенка; 3, 4 - распределительно-утяжелительная бетонная плита; 5, 6 - амортизирующий элемент; 7, 8 - горизонтальные опорные балки; 9 - отбойная ниша; 10 - вертикальная стена состоящая из опорных балок; 11 - разделительная стенка

Наклонная отражательная плоскость 1 нижней части полка входит в отбойную нишу 9, а ряд опорных балок 10 образует вертикальную стенку, удерживающую от смещения к центру ствола элементы нижней части устройства. Разделительная стенка 11 соединяет обе части полка, тем самым перекрывая сечение углубляемого ствола.

Верхняя часть сооружения рассчитана на большую ударную нагрузку и монтируется под отделением рудных скипов, а под отделением меньших по емкости породных скипов монтируется нижняя часть.

Клиновой предохранительный полк работает следующим образом. Неизбежная просыпь, а иногда и вся масса из рудного скипа падает на металлический лист наклонной плоскости 2, скатывается по нему на наклонную плоскость 1 и попадает в отбойную нишу 9. Просыпь из породных скипов падает на наклонную плоскость 1 нижней части полка и также скапливается в отбойной нише 9.

При падении в ствол массивных подъемных сосудов (скипов) при контакте их с наклонными плоскостями 1 и 2 ударная нагрузка от изменения направления движения в десятки или сотни раз меньше, чем при полном гашении кинетической энергии падающих тел.

На основании этого, она передается на буферные распределительно-утяжелительные плиты 3, 4, а затем через амортизирующие элементы 5, 6 частично передаются на опорные несущие балки 7, 8, а также на стенки ствола в верхней части предохранительного полка и вертикальную стенку из опорных балок 10.

Таким образом, возведение клинового полка удовлетворяет всем выше перечисленным требованиям предъявленным условиями эксплуатации сооружения, а так же позволило по оценке специалистов Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда» :

- облегчить монтаж и демонтаж предохранительного устройства;
- выполнить работу по возведению сооружения на 23 дня быстрее запланированного срока сдачи;
- в следствие бесперебойной работы подъема повысить прибыль предприятия до 68 млн. руб. и обеспечить его стабильную работу до 2050 года.

В настоящее время конструкция полка внесена в реестр предохранительных устройств и включена в курс лекции дисциплины «строительство реконструкция горных предприятий»

На основании дальнейшего патентного поиска и изучения специальной технической литературы, сотрудниками кафедры СПСиШ была разработана новая конструкция нижней части клинового предохранительного полка, сооружаемой под отделением породных скипов.



Которая включает верхнюю наклонную плоскость 1 из металлического листа или ряда рельсов, буферную распределительно-утяжелительную плиту 2 из бетона или железобетона, амортизирующий костер 3 из нескольких рядов деревянных брусьев, опорные несущие балки 4, отбойную нишу 5, вертикальную разделительную стенку 6 у оси ствола 7.(рисунк 2)

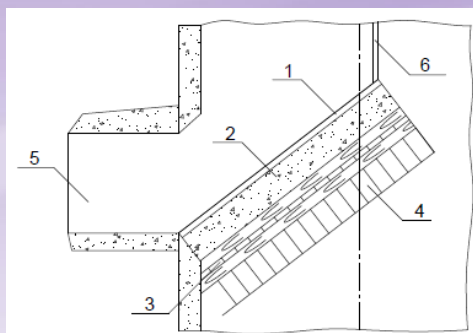


Рисунок 2 – Конструкция клинового предохранительного полка

1- верхняя наклонная стенка; 2 - буферная распределительно-утяжелительная бетонная плита; 3 - амортизирующий элемент; 4 - опорные балки; 5 - отбойная ниша; 6 - разделительная стенка

Буферная плита 2, амортизирующий костер 3, ряд опорных несущих балок 4 расположены в плоскостях, параллельных верхней наклонной плоскости 1, входящей в отбойную нишу 5.

Клиновой предохранительный полок работает следующим образом.

Породная просыпь из транспортных сосудов (скипов, бадей и т.п.) падает на верхнюю наклонную плоскость 1 и скатывается по ней в отбойную нишу 5, из которой периодически удаляется.

Техническим результатом предложенной конструкции является сокращение материальных и трудовых затрат, уменьшение сроков монтажа и демонтажа.

Список источников:

1. Патент № 120706 РФ, МПК E21D. Клиновой предохранительный полок при углубке вертикальных стволов шахт / А. И. Копытов, И. В. Жук, М. Д. Войтов, С. С. Морозов – №:2012117490/03; заявл. 26.04.12; опубл. 27.09.12.

СООРУЖЕНИЕ СЕРВИСНОЙ ШТОЛЬНИ ТОМУСИНСКОГО ТОННЕЛЯ

К.Н. Меньшикова, студентка группы СГ–081

Научный руководитель: М.Д. Войтов, к.т.н., профессор

А.И. Копытов, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Тоннель на 106–107 км участка Артышта-Томусинская Западно-Сибирской железной дороги был построен в 1963–1967 году по проекту института «Сибгипротранс» под один путь колеи 1520 мм по габариту приближения строений «С» на однопутном перегоне Курегеш–Карлык. Перегон используется для пропуска грузовых железнодорожных составов перевозящих уголь и нефтепродукты, пассажирское движение отсутствует. Длина тоннеля составляет 1169,23 м, сдан в эксплуатацию в 1967 году.

В 2008–2011 гг. «Центром по обследованию и диагностики инженерных сооружений» ОАО «РЖД» установлено наличие производственных и деградиционных дефектов тоннельной обделки, ее интенсивное обводнение и образование опасных наледей в зимний период, аварийное состояние водоотводных лотков и дренажных прорезей, незаглубленных за зону



сезонного промерзания. Обнаруженные дефекты не обеспечивают безналедный водоотвод в тоннеле, необходимую безопасность движения поездов и увеличивают затраты на содержание сооружения.

В связи с этим введено ограничение скорости, что значительно сдерживает движение грузовых составов по перегону.

В соответствии с заключением Дирекции управления движением Западно-Сибирской железной дороги ОАО «РЖД» для выполнения долгосрочной программы развития угольной отрасли Кузбасса до 2030 г. необходимо увеличить интенсивность перевозки грузов по перегону Курегеш–Карлык к 2020 г. в 1,3 раза.

В 2011 г. для предотвращения чрезвычайных ситуаций и увеличения пропускной способности ОАО «РЖД» приняло решение о необходимости реконструкции существующего тоннеля. Проектом предусмотрено строительство нового однопутного тоннеля подковообразного сечения и сервисной дренажно-транспортной штольни с устройством в ней узкоколейного железнодорожного пути (колея 750 мм).

Сервисная штольня располагается между проектируемым и существующим тоннелями. Западный и Восточный порталы сервисной штольни и нового тоннеля находятся в одном створе.

В плане трасса сервисной штольни, как и проектируемого нового тоннеля, располагается на прямой. Расстояние между сервисной штольней и новым тоннелем по осям выработок составляет 16 м. В продольном направлении сервисная штольня повторяет профиль проектируемого нового тоннеля. Отметка уровня головки рельса (УГР) сервисной штольни располагается на 2 м ниже отметки УГР тоннеля. Проектная длина штольни составляет 1157,96 м.

Трасса штольни пересекает интервалы пород от низкой прочности, с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протоdjаконова $f = 1,5-2$, до средней прочности, с коэффициентом крепости $f = 4$. Породы по трассе проектируемой штольни сложены из угленосного флиша (алевролиты с прослоями песчаников, аргиллитов и углей).

Реконструкция Томусинского тоннеля осуществляется «Тоннельным отрядом № 12» ОАО «Бамтоннельстрой».

Проходка сервисной штольни в направлении от Западного портала к Восточному portalу производится с применением механизированного тоннелепроходческого комплекса (ТПМК) типа «Lovat» RMP 167SE.

Конструктивной основой ТПМК являются: передняя (подвижная) оболочка с породоразрушающим исполнительным органом и главным приводом; неподвижная оболочка с заключенными в нее органами управления комплекса, состоящей из силовых электрических и гидравлических агрегатов, системы передвижки комплекса с максимальным шагом 1,727 м, конвейерной системой отгрузки разработанного грунта; замыкающая хвостовая оболочка, под защитой которой при помощи укладчика осуществляется монтаж сборных элементов обделки штольни.

Диаметр резания роторного рабочего органа составляет 4,252 м. Проходка ведется заходками по 1,25 м, соответствующими ширине сборной железобетонной обделки, монтируемой в процессе сооружения штольни. Поперечное сечение обделки штольни принято круглого очертания с внутренним диаметром 3700 мм. Между блоками в кольце и между кольцами предусмотрены монтажные болтовые связи.

Для врезки сервисной штольни щитовым комплексом со стороны Западного портала была сооружена стартовая камера, железобетонное ложе для монтажа ТПМК, его передвижки под врезку в породный массив после монтажа металлического упора. Для приема щитового комплекса, после завершения проходки штольни, на Восточном портале была сооружена приемная камера и железобетонное ложе.

По длине ложе состоит из трех типов поперечного сечения:

- ложе Тип I, длиной $L = 9,644$ м (в пределах участка со стартовой камерой);
- ложе Тип II, длиной $L = 10,200$ м (под монтаж ротора, стационарного щита и хвостовой оболочки ТПМК);
- ложе Тип III, длиной $L = 46,00$ м (под монтаж технологических тележек захвостового оборудования ТПМК).



Укладка бетона в ложе ведется с помощью бетононасоса типа «BSA-1002-E-Multi» после установки опалубки, арматурных каркасов, закладных деталей, направляющих балок. Доставка бетона осуществляется автобетоносмесителем типа СБ-92-В2 на базе КамАЗ-581411.

С целью минимизации возможных осадочных деформаций дневной поверхности, а также предотвращения аварийных ситуаций при врезке и выходе ТПМК, со стороны обоих порталов были построены опережающие защитные экраны из труб [1].

После врезки и ухода щитового комплекса в проходку, на месте железобетонного ложа, уложили временные откаточные пути с погрузо-разгрузочным узлом, предназначенным для приема и разгрузки вагонеток с грунтом (от проходки штольни), доставки в выработку конструкций сборной железобетонной обделки и прочих строительных материалов, а также смонтировали эстакаду и вентиляционные установки для проветривания штольни.

Откосы выемки выполняются с уклоном 3:1 и укрепляются слоем набрызгбетона класса В25, толщиной 150 мм. Укрепление откосов набрызгбетоном ведется машиной для мокрого торкретирования типа «Roboshot Maxijet» МК-3. После укрепления откосов в основании выемки, сооружается стартовая камера.

Конструкция стартовой камеры, длиной $L = 9,644$ м, состоит из 11 рядов аркобетонной крепи, смонтированы с шагом 1,0 м. Сборочные элементы арок стартовой камеры, изготовленные из балки двутавра № 20, собираются с помощью накладок и монтажных болтов. После сборки элементов накладки, арки обвариваются по всему контуру электродуговой сваркой. Между собой ряды смонтированных арок раскрепляются при помощи металлических скоб из арматуры класса А1, диаметром 20 мм, длиной 1,3 м. В стартовой камере собирается 8 колец обделки длиной по 1,25 м. Технологический зазор, образуемый между внутренним контуром стартовой камеры и наружной поверхностью сборной железобетонной обделкой, в процессе проходки заполняется мелким гравием (первичное нагнетание).

По внутренним и наружным полкам арок набирается двухсторонняя опалубка, за которую укладывается бетон класса В25.

На пикете врезки, в пределах внутреннего контура стартовой камеры дорабатывается лобовой откос и возводится торцевая стена из монолитного бетона класса В15, толщиной 200 мм.

Демонтажная камера, а также 4 кольца сборной железобетонной обделки сервисной штольни, после врезки и ухода щитового комплекса в проходку, частично демонтируется.

После выхода ТПМК, в пределах приемной камеры производится монтаж четырех колец сборной железобетонной обделки сервисной штольни. Демонтаж щитового комплекса ведется стреловым автокраном типа КС-55713-1 на базе КаМАЗ-55111, грузоподъемностью 25 т. На месте демонтированного щита (ложе Тип IV), из монолитного бетона класса В15 устраивается выкружка поверхности (до радиуса – $R1850$ мм), на которой монтируются рельсовые пути Р24 для вывода и демонтажа технологических тележек.

В результате применения тоннелепроходческого комплекса типа «Lovat» RMP 167SE четкой организации работ и опыта высококвалифицированных специалистов, проходка сервисной штольни была завершена в декабре 2012 г., что на 3 месяца раньше срока предусмотренного проектом реконструкции Томусинского тоннеля.

Средняя скорость проходки составила около 300 м/месяц. Стоимость 1 м выработки составила около 470 тыс. рублей.

Список источников:

1. СНиП III-44-77. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Правила производства и приемки работ. – М. : Стройиздат, 1977.



ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

А.А. Дементьева, студентка группы СГ-091

Научный руководитель: Ю.А. Масаев, к.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Основным компонентом природного и рудничного газа является метан. Его количество достигает 98%. Метан образуется в результате брожения целлюлозы (болотный газ). Также метан находится в составе атмосферы следующих планет: Сатурн, Юпитер и его спутник Титан, Уран, Нептун, Марс. Так как метан связан с живыми организмами, то ученые предположили, что на этих планетах возможна жизнь. Например, в атмосфере Марса метана не так много, и для него одинаковы вероятны как биологические, так и геологические источники. В атмосфере нашей планеты содержание метана всего 1750 частей на миллиард по объему.

Биологическое происхождение метана составляет 90-95%. Одним из источников являются домашние животные, такие как коровы и козы. В их желудках происходит образование метана в результате жизнедеятельности бактерий. Так в сутки одна корова производит 250 литров метана, а в мире поголовье крупного рогатого скота составляет около 1,5 миллиардов.

К биологическим источникам относятся насекомые, в основном термиты, в желудках которых бактерии вырабатывают метан.

Весомый вклад в образование потока метана в атмосферу вносят растения, болота, рисовые поля. Спектр интенсивности выделения метана из болот достаточно широк. Методом газовой хроматографии была установлена величина интенсивности выделения метана из западно-сибирских болот, которая равна 9 мг в ч/м^2 . При общем потоке метана от болот равном $50-70 \text{ Т/год}$ среднее выделение метана из сибирских болот достигает 20 Т/год , что достаточно много.

На рисовых полях выделения метана происходят интенсивнее: внутри стеблей риса имеются воздушные полости, в которых диффузионный процесс метана происходит быстрее, чем в воде. Интенсивность выделения потока метана при этом составляет $2,3 \text{ мг/м}^2\text{ч}$

В современном мире метан в не малом количестве выделяется со свалок мусора бытового, сельскохозяйственного и промышленного происхождения. На одного человека в день в развитых странах вывозится около 1,8 кг мусора, а в Российской Федерации - 0,6 кг, 10% этого мусора может превратиться в метан. Это значит, что в нашей стране в сутки на одного человека выделяется 60 г метана. Из вышесказанного можно сделать вывод, что образование метана в этих источниках – ферментативная переработка клетчатки.

Метан может образовываться в результате термохимических процессов, к которым могут быть отнесены деятельность вулканов, вклад которых в общий баланс метана на Земле составляет менее 0,2%, или горение биомассы. Например, в некоторых странах имеет место широкое применение сжигание соломы для подготовки почвы к новому урожаю, что является одним из источников метана при горении биомассы. Метан выделяется и при сжигании лесов. Незначительный вклад в общий баланс метана на Земле вносит использование дерева для отопления домов и приготовления пищи.

Одним из «поставщиков» метана в атмосферу является нефтяная промышленность, которая начала развиваться с 1859 года, когда Э. Дрейк получил первую нефть из пробуренной в Пенсильвании скважины глубиной 21 м. а в России первый нефтяной фонтан из пробуренной скважины был получен на Кубани в 1865 году.

Вполне естественно, что при промышленной переработке и использовании нефтепродуктов в атмосферу поступают метаноносные газы, например, при крекинге нефти в образующихся газах содержится до 50% метана, а в газах пирогенетического разложения нефти – до 40% метана.

Выделения метана можно встретить и на дне океана. Он высачивается из трещин земной коры.



На протяжении последних десятилетий серьезное внимание уделяется проблеме снижения выбросов метаносодержащих газов в атмосферу в связи с изменением климата планеты. Метан является наиболее активным газом в создании парникового эффекта, влияющего на потепление климата со всеми вытекающими последствиями, а угольная промышленность является одним из основных поставщиков метана и на ее долю приходится почти 10% общих антропогенных источников.

Под влиянием высоких температур и давлений одновременно с процессом метаморфизма органических остатков и формированием угольных пластов образуется шахтный метан.

Образование метана тесно связано с образованием угольных пластов. Их насыщенность метаном зависит от залегания и условий образования угольных залежей. С давних времен метан, или как его называли ранее гремучий газ, гризутин, считался опасным газом, выделяющимся при разработке угольных пластов подземным способом. При взаимодействии с воздухом и достижении концентрации от 4,4% до 16% метан способен воспламеняться с высокой скоростью, что являлось причиной многочисленных аварий с большими человеческими жертвами. На количество содержащегося в угольных пластах метана влияет целый ряд факторов – условия образования залежей угля, изменение температуры и давления в формирующихся угольных пластах, последующее состояние угольных пластов, связанных с изменением горно-геологических процессов и т.п. Метан активно выделяется при разрушении угольных пластов любым способом, в процессе которых раскрываются поры, пустоты и трещины, заполненные газом. Известно, что в процессе добычи угля на каждую тонну в среднем выделяется до 13 м³ чистого метана. Но метан выделяется из угольных пластов и не подвергающихся разрушению. При обнажении угольных пластов с их поверхности через мелкие трещины метан начинает дренироваться сначала весьма интенсивно, а затем по мере самопроизвольного выхода метана этот процесс прекращается. Чем выше газоносность угольного пласта и газопроницаемость, тем длительнее продолжается процесс дренирования.

Неуправляемый процесс выделения метана происходит в виде суффляра из крупных, видимых на глаз трещин и пустот в угле и породе, а так же из эксплуатационных трещин в результате нарастания газового давления в угольном пласте. Подобные выделения чаще встречаются в зонах геологических нарушений, их дебит может достигать нескольких десятков тысяч кубических метров в сутки, а продолжительность действия от нескольких часов до нескольких лет. К суффлярным выделениям принято относить газовыделение, превышающее 1м³/мин на участке выработки менее 20 м. Первый анализ суффлярного выделения метана на шахте «Капитальная» (Донбасс) произвели в 1888 г. Д.И. Менделеев и С.А. Пржибытко.

Опасность суффлярных выделений метана заключается в их непредсказуемости и внезапности, при которых происходит резкое увеличение концентрации метана в выработке. Но еще большую опасность представляют внезапные выбросы, когда за короткий промежуток времени в горную выработку с разрушительным эффектом выбрасывается метан от нескольких сотен до пятисот тысяч кубических метров и угольной или породной мелочи от 2 до 15000 тонн одновременно. При этом горные выработки на многие десятки метров заполняются мелкой горной массой и приходят в негодность. Природа образования напряженных зон с огромными пустотами, заполненными газом и угольной или природной мелочью пока мало изучена.

Метан, попадая в атмосферу Земли, скапливается в нижнем слое – тропосфере – толщиной 11-15 км. Это в конечном итоге оказывает существенное влияние на климат Земли.

Список источников:

1. Масаев Ю.А. Промышленное извлечение метана – важная задача обеспечения безопасности жизнедеятельности/Ю.А. Масаев, В.Ю. Масаев//Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2011, №3 (85). – С. 55-57.
2. Рубан А.Д. Проблема шахтного метана в России. Ж. Уголь, 2012, №1 – С. 23-27
3. <http://www.studfiles.ru/dir/cat17/subj306/file15100/view153315/page2.html>



Пленарное заседание

УДК 621.316.016.25

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПОВТОРНО-КРАТКОВРЕМЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

В.В. Дабаров, ассистент

Научный руководитель: Е.К. Ещин, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва
г. Кемерово

При работе оборудования в кратковременном и повторно-кратковременном режиме работы влияние переходных процессов на общую величину потребляемой активной и реактивной мощности (РМ) может оказаться существенным, особенно для электродвигательной нагрузки, т. к. время пуска двигателей может быть соизмеримым с временем включения. Таким образом, учёт переходных процессов при компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения, содержащих подобную нагрузку, может повысить точность определения параметров компенсирующих устройств (КУ) и тем самым уменьшить потребление РМ и электрические потери в сети.

Компенсация реактивной мощности (КРМ) в общем случае является оптимизационной задачей. При повторно-кратковременном режиме работы оборудования эта задача усложняется тем, что не существует понятия РМ для переходных режимов, поэтому в качестве критерия оптимизации при выборе КУ следует выбрать другой показатель, например, потери электроэнергии в сети или суммарные затраты на мероприятие по КРМ.

В качестве примера рассмотрим ремонтно -механических цех (РМЦ), особенностью которого является то, что большая часть оборудования работает в повторно-кратковременном режиме. Для определения параметров КУ для данной СЭС было использовано программное средство для оптимизации и моделирования процесса КРМ собственной разработки [1]. Для сравнения был также произведён расчёт методом коэффициента максимума, в основе которого лежит определение расчётной потребляемой РМ, которая равна максимальному значению потребления РМ за рабочую смену. Всего данная СЭС содержит 39 потребителей, 36 из которых — электродвигательная нагрузка и 3 сварочных агрегата, которые при расчёте не учитывались в связи с ограниченностью используемой математической модели [2]. В таблице 1 приведены электрические нагрузки РМЦ.

В качестве критерия оптимизации использовалась минимизация электрических потерь. Количество двигателей было уменьшено, основываясь на том, что из однотипных нагрузок в любой момент времени в работе была только одна, однако, с учётом коэффициента максимума был подобран такой режим работы, чтобы максимальная мощность на каждой РП соответствовала расчётной. Также было исключено из схемы коммутационное оборудование, не участвующее в процессе работы СЭС, а предназначенное только для защиты. Расчётное время было принято 2-м минутам, что на порядок превышает время пуска двигателей, работающих в продолжительном режиме, и позволяет учесть все режимы работы — продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный.



Таблица 1

Наименование	Установленная нагрузка				
	P_H	n	ΣP_H	$K_{\text{и}}$	$\cos \varphi$
	кВт		кВт		
РП1					
Токарные автоматы	12	3	36	0,12	0,4
Зубофрезерные станки	15	3	45	0,12	0,4
Кругошлифовальные станки	4	3	12	0,12	0,4
Итого РП-1	31	9	93	–	–
РП2					
Расточные станки	11,5	3	34,5	0,12	0,4
Фрезерные станки	9,5	4	38	0,12	0,4
Строгальные станки	12,5	3	37,5	0,12	0,4
Итого РП-2	33,5	10	110	–	–
РП-4					
Сверлильные станки	3,2	2	9,6	0,12	0,4
Токарные станки	9	6	54	0,12	0,4
Плоскошлифовальные станки	8,5	2	17	0,12	0,4
Итого РП-4	20,7	10	80,6	–	–
РП-5					
Заточные станки	3	3	9	0,12	0,4
РП-6					
Вентиляторы	48	2	96	0,65	0,8
От ТП					
Краны мостовые	19	2	38	0,15	0,5
Итого на шинах НН		39	458,9		

В результате моделирования без устройства КРМ величина потерь оказалась немного выше расчётной: 7,34 кВт. Это можно объяснить учётом пусковых режимов в модели, которые не учитывались при расчётах. При моделировании с устройством КРМ $Q = 31,9$ кВАр потери снизились до 5,8 кВт.

Произведём поиск оптимальной мощности устройства КРМ для рассматриваемой СЭС. Максимальное значение ёмкости устройства КРМ зададим $C_{\text{max}} = 1000$ мкФ, шаг изменения ёмкости $\Delta C = 0,1$ мкФ. В результате оптимизации по критерию минимизации электрических потерь была найдена рациональная мощность устройства компенсации — $Q = 26,4$ кВАр. В результате чего электрические потери были снижены до величины 5,2 кВт, что на 700 Вт меньше, чем потери при установленном устройстве компенсации, мощность которого равна расчётной. В связи со сложностью схемы не было проведено исследование вариантов с групповой и индивидуальной компенсацией, однако, даже в случае с централизованной компенсацией, результат оказался положительный. В таблице 2 сведены все эти данные.



Таблица 1

Опыт	Без КРМ	Расчётные данные	Оптимизация потерь
Потери P , кВт	7,34	5,8	5,2
Снижение потерь ΔP , кВт	–	1,54	2,14
Мощность КУ Q , кВАр	–	31,9	26,4
Ёмкость КУ C , мкФ	–	704	582

Из рассмотренного примера видно, что предлагаемый метод определения оптимальной величины мощности и мест расположения устройств компенсации позволяет добиться лучших результатов, чем известные методы, при наличии в рассматриваемой СЭС нагрузки с кратковременным и повторно-кратковременным режимом работы. Связано это с тем, что наличие подобных режимов работы приводит к тому, что РМ потребляется неравномерно с течением времени, и определение усреднённого значения потребляемой реактивной мощности и потерь в СЭС невозможно с помощью упрощённых методов, например такого, который представлен выше. Также наличие переходных процессов в кратковременном и повторно-кратковременном режиме работы электродвигательной нагрузки может оказывать существенное влияние, и отбрасывания их наличия для упрощения расчётов приводит к существенной дополнительной погрешности. Таким образом, учёт переходных процессов в подобных СЭС может существенно увеличить точность определения таких энергетических характеристик СЭС, как потребляемая активная и реактивная мощность, электрические потери, потери напряжения и пр.

Список источников:

1. Дабаров, В.В. Система моделирования и оптимизации процесса компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения с электродвигательной нагрузкой. / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012618437. – 2012. – РОСПАТЕНТ.
2. Дабаров, В.В. Математическая модель системы электроснабжения с электродвигательной нагрузкой и устройствами компенсации реактивной мощности / В.В. Дабаров // Вестник КузГТУ. – 2011. – № 3. – С 66–68.

Секция «Электротехника»

ВЛИЯНИЯ НА ТОЧНОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗКИ ВТОРИЧНОЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА

Б.К. Мамашаев, аспирант
 Научный руководитель: Лавринович В.А., д.т.н., профессор
 Томский политехнический университет
 г. Томск

Одним из важнейших элементов в электроэнергетике являются трансформаторы тока. Трансформаторы тока являются первым звеном в цепи информационно-измерительной системы, для этого оборудования точность является одной из важнейших характеристик.

Согласно ГОСТ 7746-2001 трансформаторы тока должны обеспечивать паспортную точность, при сопротивлении нагрузки в пределах 25...100 % от номинальной. Низкая точность трансформатора тока вне указанного диапазона нагрузки связывается с нелинейностью характеристики сердечника трансформатора [1].



На наш взгляд с помощью трансформатора тока, созданного по ГОСТ 7746-2001 ток можно измерять с минимальной погрешностью в гораздо более широком диапазоне, нежели 25...100 % от номинальной, если использовать соответствующую нагрузку вторичной обмотки трансформатора тока. Целью данной работы является экспериментальное определение влияние значения вторичной нагрузки на коэффициент трансформации трансформатора тока.

Для исследования был выбран трансформатор тока марки УТТ-5М, который предназначен для использования в цепях переменного тока при электрических измерениях и проверке приборов. Технические характеристики трансформатора тока УТТ-5М: класс точности 0,2; нормальное значение частоты 50 Гц; номинальное значение силы первичного тока 50 А; номинальный вторичный ток 5 А; номинальное сопротивление нагрузки 0,2 Ом. Для экспериментов для вторичной обмотки ТТ изготовлена номинальная нагрузка $Z_{2ном}=0,196$ Ом и $Z_{2ном}=6,14$ мОм.

Схема испытания трансформатора тока показана на рисунке 1.

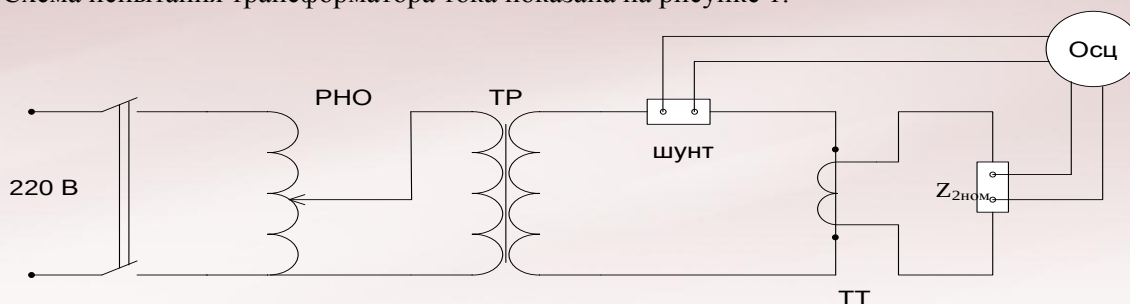


Рисунок 1 - Схема испытания трансформатора тока

Диапазон первичного тока можно было изменять в пределах от 20 А до 458 А. Ток регистрировался осциллографом типа Тектроникс TDS 2012В. По результатам эксперимента построена зависимость коэффициента трансформации от первичного тока рисунок 2 –

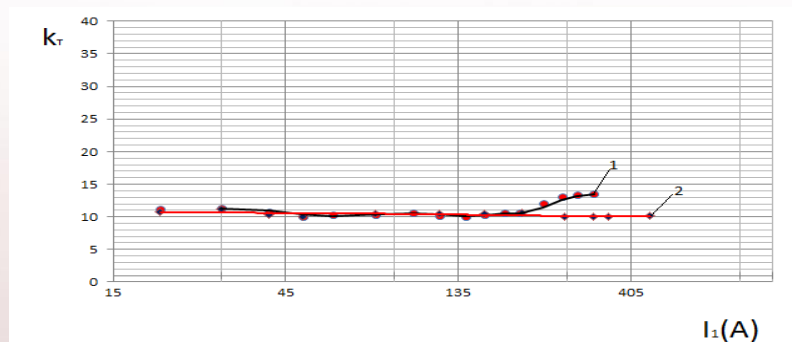
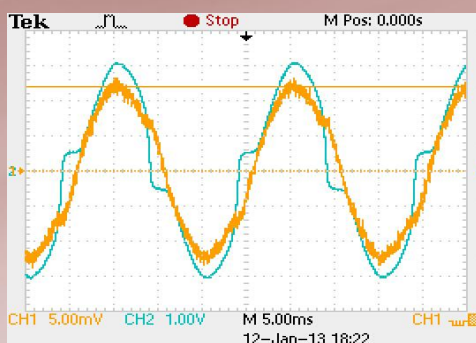
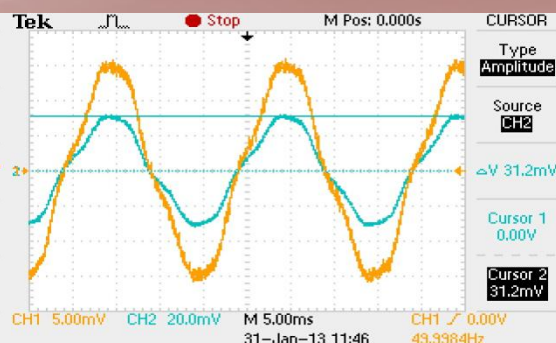


Рисунок 2 - Зависимость коэффициента трансформации трансформатора тока от первичного тока: 1- при $Z_{2ном}=0,196$ Ом, 2-при $Z_{2ном}=6,14$ мОм.

Более подробную информацию можно получить из осциллограмм тока. Типичные осциллограммы приведены на рисунок 3, 4, 5 (желтый луч – сигнал с шунта первичного тока, синий луч – сигнал с нагрузки трансформатора тока). Видно, что при превышении тока выше номинального (рисунок 3) вторичный ток по форме не совпадает с первичным при $Z_{2ном}=0,196$ Ом. Аналогичная картина наблюдается при токах ниже нормируемых (рисунок 4).

Рисунок 3 - Первичный ток $I_1=160\text{A}$.Рисунок 4 - Первичный ток $I_1=4\text{A}$.

На рисунок 5 представлена осциллограмма, показывающая фазовое отклонение вторичного тока от первичного, которое в данном случае составляет 1,72 мс.

По осциллограммам видно, что с увеличением первичного тока увеличивается токовые и угловые погрешности. Трансформатор тока начинает насыщаться, когда первичный ток превышает номинальный ток трансформатора тока в 3 раза, то есть $I_1=160\text{ A}$.

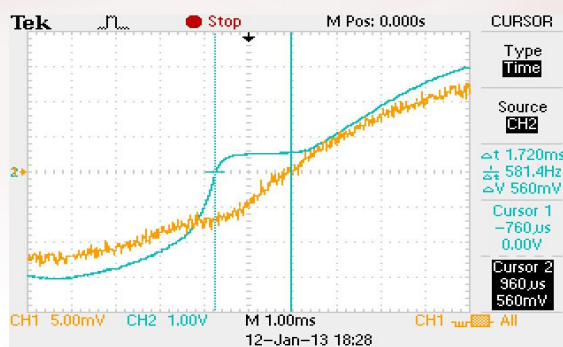
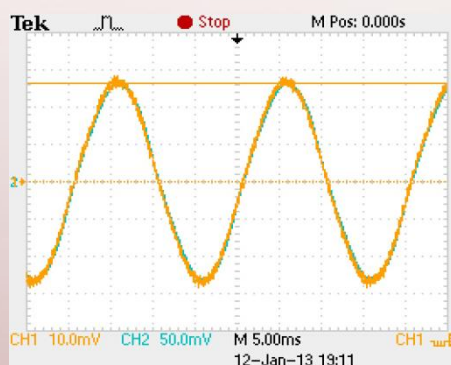
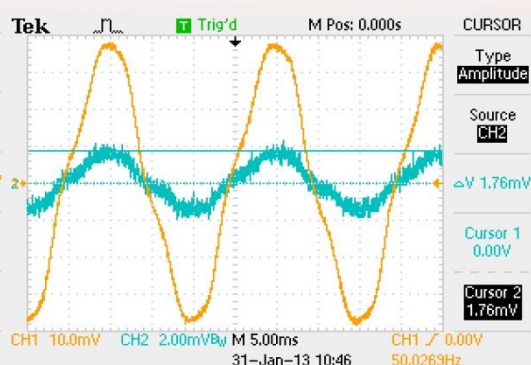


Рисунок 5 - Сдвиг по фазе между первичным и вторичным током 1,72мс.

Осциллограммы при вторичной нагрузке $Z_{\text{ном}}=6,14\text{ мОм}$ показаны на рисунках 6, 7, 8. В этом случае первичный ток можно повысить до $I_1=400\text{ A}$, что превышает номинальный ток трансформатора тока в 8 раз. Сопротивление нагрузки трансформатора тока составляет $Z_{\text{ном}}=6,14\text{ мОм}$.

Рисунок 6 - Первичный ток $I_1=400\text{A}$ Рисунок 7 - Первичный ток $I_1=4\text{A}$

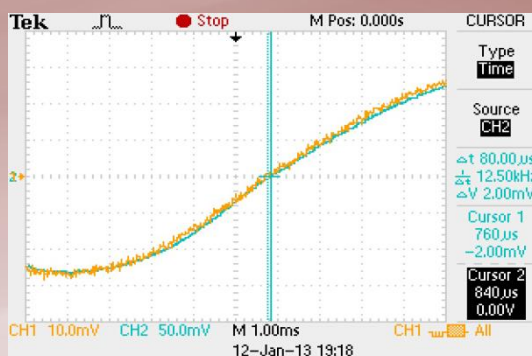


Рисунок 8 - Сдвиг по фазе между первичным и вторичным током 80мкс.

По осциллограммам видно, что при $Z_{2ном}=6,14$ мОм с увеличением первичного тока токовые и угловые погрешности остаются неизменными.

Выводы.

Снижение вторичной нагрузки трансформатора от $Z_{2ном}=0,196$ Ом до $Z_{2ном}=6,14$ мОм ведет к существенной линеализации коэффициента трансформации трансформатора тока. С уменьшением сопротивления нагрузки трансформатора тока увеличивается диапазон измеряемого тока в 2,5 раза, с паспортной погрешностью.

Список источников:

1. Трансформаторы тока. В.В. Афанасьев, Н.М. Адоньев, В.М. Кибель и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 416 с.: ил.
2. ГОСТ 7746 – 2001 Трансформаторы тока. Общие технические условия.

УДК 678.017:620.17

КОНТРОЛЬ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.А. Мишанов, студент группы ЭАб-111

Научный руководитель: Т.М. Черникова, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одним из путей предотвращения нежелательных последствий от эксплуатации изделий под нагрузкой является систематичное использование методов контроля разрушения материалов. Наиболее распространенными среди них являются так называемые методы неразрушающего контроля: магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновый, тепловой, оптический, радиационный и акустический.

Применение этих методов для контроля процесса разрушения и оценки долговечности нередко связано с необходимостью больших временных и финансовых затрат. Некоторые методы не безопасны для обслуживающего персонала (например, радиационный). Поэтому с целью сокращения трудоёмкости работ, сокращения времени и финансов, необходимо развивать бесконтактные экспресс-методы контроля, не требующие внедрения в объем материала.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на разработку перспективного метода контроля разрушения материалов с использованием электромагнитного излучения (ЭМИ), наиболее информативного для изучения кинетики процесса разрушения [1–3].

Разрушение – процесс, развивающийся во времени, в основе которого лежит статистическое накопление и развитие трещин. Суть контроля с использованием электромагнитного излучения заключается в регистрации импульсов электромагнитного



излучения, сопровождающих процесс возникновения микротрещин. Использование данного метода позволяет следить за накоплением числа трещин, определять их количество, оценивать размеры, скорость распространения, а так же вычислять кинетические константы, такие как энергия активации разрушения и структурно-чувствительный коэффициент, т.е. имеется возможность непрерывно контролировать процесс разрушения.

Основным преимуществом контроля с использованием ЭМИ является возможность изучать процессы, происходящие на микроуровне, и, используя кинетический подход к проблеме прочности, определять параметры этих процессов на основе данных механических испытаний.

Кроме того, преимущества метода ЭМИ заключаются также в следующем.

1. Возможна непосредственная оценка влияния дефекта на прочность контролируемого объекта, так как регистрация ЭМИ является очень информативной, поскольку скорость распространения сигнала ЭМИ равна скорости электромагнитной волны, что позволяет разделить сигналы от отдельных трещин.
2. Не требуется контакта с материалом.
3. Не требуется внешний источник возбуждения, поскольку источники электромагнитного излучения находятся в самом материале.
4. Испытания можно проводить на любой детали, предназначенной для работы в реальных условиях, если это экономически обосновано.
5. Можно определить момент достижения трещиной критического размера, то есть фактически контролировать ход процесса.
6. Возможен расчет ресурса долговечности изделий при различных режимах их эксплуатации.
7. Возможна регистрация отдельных импульсов электромагнитного излучения, определение их формы, оценка времени «проскока» микротрещины, скорость ее распространения в материале, а так же регистрация в реальном масштабе времени кинетики накопления микротрещин.

В настоящее время в лаборатории нашего университета проводится работа по созданию программного обеспечения для реализации метода контроля с использованием электромагнитного излучения в автоматическом режиме.

Развитие и дальнейшее совершенствование этого метода открывает большие перспективы в области прогнозирования долговечности материалов во многих отраслях промышленности. Возможно, исследования в данном направлении, однажды приведут нас к тому, что мониторинг качества изделий с использованием электромагнитного излучения по праву займет свое место среди остальных методов контроля, как наиболее информативный и технологичный.

Список источников:

1. Черникова, Т.М. Метод контроля разрушения композиционных материалов на основе анализа электромагнитного излучения / Т.М. Черникова, В.В. Иванов // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6. – С. 365–369.
2. Черникова, Т.М. О разработке системы контроля разрушения материалов на основе электромагнитного излучения /Т.М. Черникова, В.В. Иванов // Вестник КузГТУ. – 2012. – № 6. – С. 144–147.
3. Иванов, В.В. Способ определения кинетических констант разрушения/ В.В. Иванов, Л.В. Белина, Д.Ю. Сирота, Т.М. Черникова // Вестник КузГТУ. – 2012. – №6. – С. 13–16.



УДК 621.316

ВЛИЯНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИК НА РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

М.Ю. Осипова, О.Е. Сабурова, студентки группы ЭПб-111

Научный руководитель: В.В. Дабаров, ассистент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Во все времена актуальной является проблема контроля качества электроэнергии на предприятиях. В предприятиях, постоянно обслуживающих население и на производствах с непрерывными технологическими процессами даже совсем незначительное отклонение параметров качества сети от норм приводит к сбою в работе и браку партии товара на производстве. В современных системах электроснабжения преобладают нелинейные потребители электрической энергии, которые создают при своей работе токи и напряжения высших гармоник, негативно влияющие на работу потребителей электроэнергии.

Это негативное влияние от наличия высших гармоник тока и напряжения в СЭС проявляется в таких факторах:

- нагрев и дополнительные потери в кабелях и проводах СЭС, в обмотках и магнитных частях трансформаторов, электрических аппаратов, в конденсаторах;
- повышенный акустический шум и вибрация в оборудовании;
- искажение формы питающего напряжения;
- наличие гармоник кратных трем в нейтральном проводе трехфазной сети (происходит суммирование токов гармоник кратных трем, это может привести к перегрузке нейтрального провода);
- резонансные явления на частотах высших гармоник;
- быстрое старение изоляции;
- снижение коэффициента мощности, электрического и механического КПД нагрузок;
- ухудшение характеристик защитных автоматов и завышение требуемой мощности автономных электроэнергетических установок.

Влияние высших гармоник на устройства защиты энергосистемы

Высшие гармоники нарушают работу устройств защиты или ухудшают их характеристики. Большее или меньшее влияние гармоник зависит от характера работы устройства. Особенно чувствительны к гармоникам цифровые реле и устройства, работа которых основана на анализе выборки данных. Обычно изменения характеристик устройств защиты незначительны. Многие типы реле нормально работают при коэффициенте искажения до 20%. Но если количество мощных преобразователей увеличивается, это меняет ситуацию.

Воздействие высших гармоник на трансформаторы

Высшие гармоники могут привести к большим потерям энергии и выходу из строя трансформатора. При протекании тока высших гармоник по обмотке трансформатора происходит нагрев его частей, что не дает использовать трансформатор на всю мощность (ее приходится занижать примерно на 20%). Так же из-за высших гармоник появляется вихревой ток в обмотках трансформатора, который приводит к перегреву и потере мощности.

Воздействие высших гармоник на батареи конденсаторов

Резонанс в основном происходит в системе с конденсатором. При совпадении собственной резонансной частоты блока конденсаторов с частотой гармоники, возникает резонанс с высокими значениями тока и напряжения, из-за чего в диэлектрике начинается ионизация, влекущая за собой пробой.

Воздействие высших гармоник на результат измерений

При измерении мощности и энергии, наличие гармоник, а так же их направление и величина, являются важным фактором, потому что от направления гармоник зависит знак



погрешности. Величина погрешности так же зависит от прибора, измеряющего ее. Некоторые из приборов, например, индукционные счетчики могут завышать показания.

Из выше сказанного видно, что гармоники существенно влияют на качество электроэнергии, вот некоторые виды устройств, генерирующих ток высших гармоник в сеть: асинхронные двигатели; специальные медицинские приборы; аппараты, использующие электрический разряд (дуговые печи, люминесцентные лампы, сварочные аппараты).

В зависимости от некоторых факторов, таких как, например, место подключения, на другие нагрузки будет также оказываться влияние.

Ниже приведены некоторые способы борьбы с высшими гармониками тока и напряжения.

1. Линейные дроссели.

Это один из простых методов снижения уровня гармоник тока (рисунок 1 -) При частоте 50Гц дроссели имеют малое индуктивное сопротивление и высокие сопротивления для высших гармоник, что ослабляет их. Это приводит к понижению коэффициента амплитуды K_a и коэффициента искажения K_i входного тока.

2. Резонансные фильтры.

Не всегда применение дросселей помогает в борьбе с гармоническими искажениями, не всегда дает желаемые результаты. И, как раз для таких случаев, применяют пассивные LC-фильтры, настроенные на определенный порядок гармоник. Они подключаются последовательно нелинейной нагрузке. Существуют различные виды пассивных фильтров изображенные на рисунок 1 -

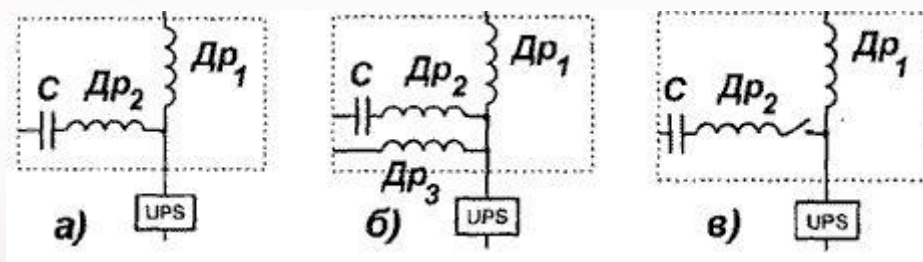


Рисунок 1 - Пассивные фильтры:

а – некомпенсированный LC-фильтр; б – компенсированный LC-фильтр;
в – некомпенсированный LC-фильтр с коммутатором;

3. Специальные трансформаторы

3.1. Разделительные трансформаторы. При равномерной нагрузке избавиться от высших гармоник можно с помощью разделительного трансформатора. В таких трансформаторах вторичная обмотка располагается на разных стержнях магнитопровода, это применяется для уменьшения тока нейтрали и влияния не симметричной нагрузки.

3.2. К-фактор трансформаторы. Некоторые трансформаторы изготавливаются со свойством называемым К-фактор, это коэффициент, показывающий влияние высших гармоник на нагрев трансформатора. Они применяются для уменьшения потерь на вихревые токи, вызванные высшими гармониками, так как они отличаются меньшим нагревом, вызванным высшими гармониками.

4. Применение магнитного синтезатора.

Магнитный синтезатор выступает в роли стабилизатора напряжения, он защищает от провалов и искажения напряжения. Принцип генерирования входного напряжения магнитного синтезатора заключается в группировании шести прямоугольных импульсов от объединенных трансформаторов.



Список источников:

1. Карпов, Ф.Ф. Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях / Ф.Ф. Карпов. – М.: Энергия, 1975. – 182 с.
2. Смирнов, С.С. Высшие гармоники в сетях высокого напряжения / С.С. Смирнов. – Новосибирск: Наука, 2010. – 327 с.
3. http://www.tesla.ru/publications/index.php?subaction=showfull&id=1117384465&archive=&start_from=&ucat=6.
4. <http://forca.ru/knigi/arhivy/energeticheskie-sistemy-14.html>.

УДК 678.017:620.17

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТРЕЩИН И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ РАЗРУШЕНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д.А. Шалягин, студент группы ЭАб-111

Научный руководитель: Т.М. Черникова, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва
г. Кемерово

Изучение процесса разрушения твёрдых тел требует одновременного исследования как макроскопических факторов, так и микроскопических явлений, происходящих при формировании очага разрушения.

Известно [1], что при разрушении композиционных материалов образуются трещины, которые сопровождаются возникновением импульсного электромагнитного излучения (ЭМИ). В настоящее время на основе исследования импульсного электромагнитного излучения, возникающего при нагружении, изучаются процессы разрушения, которые имеют большое значение при решении задач прочности и долговечности конструкций из композиционных материалов.

При механическом нагружении материалов возникает целый ряд вторичных явлений: электронная эмиссия, электромагнитное излучение в широком диапазоне частот – от инфракрасного до рентгеновского спектра излучения, распространение акустических волн и другие явления. При этом наиболее важными являются электризация материала и релаксация возникающего электромагнитного поля при рождении и распространении трещин.

Особый интерес представляет изучение наиболее вероятных механизмов электризации трещин и связь параметров их электромагнитного излучения с механическими характеристиками композитов: вязкостью разрушения, модулем упругости, плотностью и рядом других параметров.

Поскольку композиционные материалы являются гетерогенными структурами, в которых скомпонованы смола и частицы наполнителей, обладающие разными физическими свойствами, при изучении разрушения композитов и электромагнитного излучения при распространении в них трещин наибольший интерес представляют явления контактной электризации. Разориентация частиц наполнителя и разрушение композитов может приводить к разделению двойных электрических слоев на границе частиц различных наполнителей или наполнителя и связующего, что приводит к образованию зарядов на поверхности трещин и остаточным явлениям после разрушения [2].

Другим наиболее вероятным механизмом электризации трещин является механизм электризации за счет неравновесной диффузии точечных дефектов структуры – ионов внедрения и заряженных вакансий. Данный механизм тесно связан с пьезоэлектрическими свойствами композиционных текстур.

Исследованиями установлено, что амплитуда импульсов ЭМИ, наблюдаемых в процессе эксперимента, определяется потенциалом поля, создаваемого диполем и зарядом



в вершине трещины. Были рассчитаны поверхностная плотность заряда на берегах трещины вблизи ее вершины и линейная плотность заряда [3]. Теоретический расчет и экспериментальное определение зарядов трещин указывает на то, что наибольший вклад в электризацию трещин при разрушении таких композитов, как фенопласты, вносят механизмы контактной электризации, пьезоэффект и дилатационное взаимодействие точечных дефектов структуры с неравновесным механическим полем движущейся трещины.

Для изучения макромеханизмов электромагнитного излучения (ЭМИ) и точной диагностики состояния реальных объектов необходимы исследования корреляции параметров ЭМИ с реальными процессами в материалах. В уже проведенных исследованиях основными результатами являются следующие. При установлении связей ЭМИ с кривой деформирования материалов выяснено, что амплитуда и активность ЭМИ уменьшаются на участке $0,7-0,8 \sigma_p$ (σ_p – разрушающее напряжение) и достигают максимума перед разрушением.

Показано что информацию о механизме разрушения несут амплитудное и частотное распределение ЭМИ. Амплитуда импульсов и их длительность существенно зависят от размеров образующихся трещин, скорости их распространения, вещественного состава и прочностных характеристик материалов [4]. Кроме того, изменение частоты ЭМИ, при нагружении образцов композиционных материалов, позволяет поэтапно представить процесс разрушения композитов. Наблюдая за частотой излучения, можно контролировать процесс разрушения, поскольку каждой стадии нагружения соответствует определенная частота излучения ЭМИ.

Таким образом, изучение электромагнитного излучения, сопровождающего возникновение трещин, позволяет проводить исследования разрушения материалов и на этой основе создавать методы контроля процесса разрушения и прогноза долговечности различных материалов.

Список источников:

1. Мирошниченко, М.И. Излучение электромагнитных импульсов при зарождении трещин в твердых диэлектриках / М.И. Мирошниченко, В.С. Куксенко // ФТТ. – 1980. – Т.22, в.5. – С. 1531–1533.
2. Дерягин, Б.В. Адгезия твердых тел / Б.В. Дерягин, Н.А. Кротова, В.П. Смилга. – М.: Наука, 1973. – 279 с.
3. Черникова, Т.М. Электризация полимерных композиционных материалов при разрушении их структуры / Т.М. Черникова, В.И. Климов, В.В. Иванов // Заводская лаборатория. – 2000. – № 5. – С. 51–54.
4. Климов, В.И. Контроль разрушения и долговечности композиционных материалов / В.И. Климов, Т.М. Черникова. – Кемерово: АИН, 1997. – 151с.

Секция «Теплоэнергетика»

УДК 536.248

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УВРК В СТЕНАХ КУЗГТУ

К.О. Кирилов, А.С. Новоселов, студенты группы ТЭ-101

Научные руководители: В.В. Назаревич, к.т.н., доцент,

А.Р. Богомолов, д.т.н., зав. кафедрой теплоэнергетики

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Энергосберегающие технологии с каждым днем все активнее используются в стенах квартир, коттеджей и офисов. Применение таких технологий в КузГТУ не только понизит



затраты на отопление и вентиляцию, но и повысит работоспособность преподавателей, студентов и остальных сотрудников вуза.

Избыточная теплота, которую выделяет человек в нормальных условиях, составляет 85–120 Вт. Известно, что тепловыделения влияют на самочувствие, здоровье и работоспособность человека. При небольшой физической нагрузке выделение избыточных водяных паров составляет 40–75 г/ч, а при повышенной температуре воздуха этот показатель может возрасти до 150 г/ч. Отдача теплоты человеком при повышенной влажности воздуха и температуре уменьшается, и теплота накапливается в организме. Также в ходе человеческой деятельности происходит газовыделение, которое непосредственно влияет на самочувствие. Кроме того, в учебных аудиториях одновременно в течение продолжительного времени находится группа человек в количестве 20–30 человек на 20–25 м², что усугубляет ситуацию.

Теплота, идущая на отопление аудиторий, выбрасывается на улицу в ходе проветривания помещений. Это проблему может решить вентиляция, которая сберегает не только теплоту человека, но и полезную теплоту в помещении. В ее основе лежит принцип регенерации теплоносителя. Насадка накапливает в себе теплоту отходящих газов при удалении воздуха из помещения и отдает ее поступающему свежему воздуху с улицы. В зависимости от выбранной системы регенерации тепла, из отходящего воздуха может передаваться и использоваться как явное (ощутимое), так и скрытое (влажное) тепло.

Подобные услуги предлагают многие компании, у каждой есть свое ноу-хау, которое заключается в выборе теплообменного материала насадки со своими уникальными свойствами, а так же конструкцией устройства и принципом управления его работой.

Задачей является экспериментальное исследование работы подобной вентиляционной системы. Для этого была создана установка, состоящая из вентиляционной трубы, двух вентиляторов, насадки (см. фотографии). Вентиляционная труба была закреплена в оконном проеме, свободное пространство изолировано. Для измерения температур предусмотрены термопары и измеритель-регулятор ТРМ1. В ходе эксперимента была измерена скорость проходящего по вентиляционной трубе воздуха при помощи анемометра, а также температуры выходящего и поступающего воздуха через насадку с течением времени.

За цикл работы установки, который равен сумме времени на удаление и приток воздуха, были достигнуты показатели средней приточной температуры равной 14,8 °С. Скорость воздуха составила 0,17 м/с. Расход воздуха в экспериментальной вентиляционной трубе соответственно равен 6,2 кг/ч. Кроме того были определены некоторые характеристик насадки: пористость – 87 %, гидравлическое сопротивление – 4 Па.

В результате опыта был рассчитан коэффициент аккумулирования теплоты [1] за период одного цикла, которой составил 99%.

Проведем сравнение нормативных расчетных показателей с экспериментальными.

Затраты тепла на нагрев вентиляционного воздуха в традиционной вентиляционной системе, рассчитанные по данным СНиП для нашего города, составили $Q_v = 11,3$ Мкал/час, где объем притока воздуха для аудитории, в которой находятся 30 человек, рекомендован в количестве 40 м³/час на одного человека, комнатная температура была принята 22 °С. А затраты тепла на вентиляцию при использовании экспериментального вентиляционного прибора составили $Q_{в.э.} = 5,3$ Мкал/час (в день эксперимента).





Можно определить эффективность энергосбережения при сбалансированной вентиляции из соотношения $e = (T_{\text{приток}} - T_{\text{наруж}}) / (T_{\text{комн}} - T_{\text{наруж}}) = 0,49 = 49\%$.

Учитывая эффективность работы экспериментальной установки, расчетные показатели затрат тепла (нормативные) составят $Q_{\text{в.р.}} = Q_{\text{в.}}(1 - e) = 5,5$ Мкал /час, то есть затраты на вентиляцию возможно снизить в 2 раза с использованием экспериментальной установки. На рынке уже имеется товар, который может сократить эти затраты в 10 раз, это компактная рекуперативная приточно-вытяжная вентиляционная установка УВРК-50. Она встраивается в наружную стену в необходимом месте и осуществляет поочередный приток и отток воздуха с помощью встроенного вентилятора, регулирование работы осуществляется автоматикой.

Использование приточно-вытяжной вентиляции позволит не только сделать более комфортными условия работы и учебы в КузГТУ, но и принести реальную материальную выгоду, сократив затраты на отопление.

Список источников:

1. Промышленные теплообменные процессы и установки: учебник для вузов / А. М. Бакластов [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.
2. https://sites.google.com/site/luftquelle/home/effect_heat_saving

УДК 621.316

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА 5 КОРПУСА УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ КУЗГТУ

Е.К. Непомнящих, студент группы ТЭ-091

Научный руководитель: А.Т. Королев, доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В данной работе предоставлено энергетическое обследование (сбор первичной информации) 5 корпуса КузГТУ.

Цель: Обоснование и разработка технических решений создания эффективного теплового режима учебных корпусов КузГТУ.

Задача: Комплексное обследование корпуса № 5 с помощью инструментальных методов измерений общего потребления тепла и температурных характеристик помещений.

Методы решения задачи:

1. Проведение замеров расходных и температурных параметров современными способами и инструментами (тепловизор марки FLIR T335, теплосчетчик «Взлет», термометр LCD-Thermo-/Hygrometer фирмы Hama).
2. Определение удельных расходов тепла на 1 м³ зданий корпусов университета.

Здание корпуса построено из кирпича, с толщиной стены приблизительно 65 см, площадь – 56686 м², окна в основном старые, деревянные, из-за чего наблюдаются значительные теплопотери – платим деньги за обогрев улицы, источник теплоснабжения – Кемеровская ГРЭС, температурный график 95–70°C (зимой 150–70°C), система отопления элеваторная, нерегулируемая (прискорбно это осознавать в 21 веке), однетрубная тупиковая система труб, отопительные приборы изготовлены из чугуна, схема теплоснабжения открытая. Вся схема отопления смонтирована с отступлением от общепринятых норм, то есть отопительные приборы стоят на сцепке: диаметр труб на сцепке такой же, что и диаметр стояков 20–25 мм, а по нормам должен быть 32–40 мм. Приточная схема вентиляции, которая должна восполнять тепло от вытяжной вентиляции, практически не работает, как и вытяжная. За время проведения измерений расход тепла на отопление корпуса составлял около 0,2 Гкал (198 ккал).

Были проведены измерения температур в помещениях пятого корпуса и температуры наружного воздуха (таблица 1).



Таблица 1

Максимальные и минимальные температуры помещений пятого корпуса с 14.02.2013 по 28.03.2013 в зависимости от температуры наружного воздуха

Дата	14.02.13		21.02.13		28.02.13		07.03.13		15.03.13		22.03.13		28.03.13	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
$t_{вн}, ^\circ\text{C}$	+22	+15	+22	+14	+23	+16	+23	+16	+21	+16	+23	+14	+22	+16
$t_{н}, ^\circ\text{C}$	-12		-16		-6		-4		+1		-11		-1	

Главной проблемой 5 корпуса является аудитория 5226. Отдельно для неё были посчитаны теплопотери через ограждающие конструкции (таблица 2) зимой при температуре наружного воздуха -34°C , а в аудитории $+8^\circ\text{C}$ (по нормам $+18^\circ\text{C}$).

Таблица 2

Теплопотери аудитории 5226 через ограждающие конструкции

Потери теплоты через	Значение теплопотерь, кВт
стену, выходящую на улицу	0,912
окна	1,401
потолок	0,926
вентиляционный короб	0,22
Общие потери теплоты	3,459

На основании полученных первичных данных был рассчитан часовой расход тепла на 1 м^2 пятого корпуса. Можно сделать вывод – большинство аудиторий корпуса холодные в период проведения измерений (начало весны, а зимой в аудиториях можно находиться только в куртках), но и есть аудитории, в которых очень жарко. Для решения проблемы предлагаются следующие варианты:

1. в холодных аудиториях заменить старые деревянные окна на современные – стеклопакет;
2. разработать и заменить систему отопления, введя погодное регулирование и дежурное отопление;
3. смонтировать новую систему вентиляции.

По экспериментальным данным проведена усредненная оценка экономии тепловой энергии при внедрении дежурного отопления.

Экономия тепловой энергии при установке ИТП определяется по выражению:

$$\Delta Q = \Delta Q_i + \Delta Q_{\hat{i}} + \Delta Q_{\hat{a}} + \Delta Q_{\hat{e}},$$

где ΔQ_i – экономия тепловой энергии от устранения перетопа зданий в осенне-весенний период, %; $\Delta Q_{\hat{i}}$ – экономия тепловой энергии от снижения ее отпуска в ночное время, %; $\Delta Q_{\hat{a}}$ – экономия тепловой энергии от снижения ее отпуска в выходные дни, %; $\Delta Q_{\hat{e}}$ – экономия тепловой энергии за счет учета теплопоступлений от солнечной радиации и бытовых тепловыделений, %.

Предполагается усредненное снижение температуры воздуха в помещений на $\Delta t_{\hat{a}}^{i\delta} = 3^\circ\text{C}$ в ночные часы ($a = 8 \text{ ч/сут}$) и выходные дни ($b = 1 \text{ сут/нед}$) при температурах $t_{\hat{e}}^p = 20^\circ\text{C}$, $t_{\hat{i}}^{\hat{n}\delta} = -8,2^\circ\text{C}$, $t_{\hat{i}}^{\delta} = -39^\circ\text{C}$ [1]. Режим работы КузГТУ – 6 дней в неделю.

Экономия тепловой энергии от устранения перетопа зданий в осенне-весенний период ΔQ_i определяется по таблицам, при $t_{\hat{i}}^{\delta} = -39^\circ\text{C}$ – $\Delta Q_i = 3,3 \%$. Экономия тепловой энергии $\Delta Q_{\hat{i}}$ от снижения ее отпуска в ночное время определяется по выражению:



$$\Delta Q_i = \frac{a \Delta t_a^{i\delta}}{24(t_a^\delta - t_i^{\bar{n}\delta})} 100\% = \frac{8 \cdot 3}{24 \cdot (20 + 8,2)} 100\% = 3,55\%.$$

Экономия тепловой энергии ΔQ_a от снижения ее отпуска в выходные дни определяется по выражению:

$$\Delta Q_a = \frac{b \Delta t_a^{i\delta}}{7(t_a^\delta - t_i^{\bar{n}\delta})} 100\% = \frac{1 \cdot 3}{7 \cdot (20 + 8,2)} 100\% = 1,52\%.$$

Экономия тепловой энергии за счет учета тепlopотуплений от солнечной радиации и бытовых тепловыделений ΔQ_e определяется по выражению:

$$\Delta Q_e = \frac{\Delta t_a^i}{(t_a^\delta - t_i^{\bar{n}\delta})} 100\% = \frac{1}{(20 + 8,2)} 100\% = 3,55\%.$$

Отсюда ΔQ равно:

$$\Delta Q = 3,3 + 3,55 + 1,52 + 3,55 = 11,92\%.$$

Таким образом, экономия от модернизации узла управления и внедрения дежурного отопления составит 11,92 % от годового теплoпотребления на отопление здания [2].

Реконструкции теплового узла (с установкой погодного регулирования), реконструкция системы отопления, введение дежурного отопления, замена оконных рам на стеклопакет, реконструкция вентиляции – все это приведет к благоприятным условиям для работы сотрудников и учебы студентов.

Список источников:

1. Варнавский, Б.П. Учебное пособие по энергоаудиту коммунального хозяйства и промышленных предприятий / Б.П. Варнавский, А.И. Колесников, М.Н. Федоров. – М., 1998. – 178 с.
2. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

УДК 662.74

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ В ПОТОКЕ ВОДЯНОГО ПАРА

Шереметов М.М., студент группы ТЭ-101

Научный руководитель: С.А. Шевырев, аспирант

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время заметно возрос интерес к потреблению угля в мире. В наибольшей степени это относится к высококачественному углю, используемому в энергетике и коксохимической промышленности. Стоит также отметить, что рост добычи и потребления угля для угледобывающих регионов (особенно в Кузбассе) играет значительную роль в формировании устойчивого развития не только угольной промышленности, но и смежных областей.

Однако добыча и потребление угля способствует возрастанию количества отходов, мало пригодных для использования в традиционных технологиях переработки. Среди таких отходов особо стоит выделить штыб и шламы углеобогажительных фабрик (высокозольные и влажные концентраты). Для переработки таких отходов перспективной технологией можно считать высокотемпературную (до 1200°C) безкислородную газификацию в потоке перегретого пара, которая позволяет получать высококачественный генераторный газ с высоким содержанием CO и H₂ (80-90%) и низким количеством негорючего балласта. Такой



генераторный газ является наиболее качественным исходным продуктом для получения синтетических жидких топлив высокого класса (Евро-4, Евро-5), а также других ценных химических продуктов (метанола).

На кафедре теплоэнергетики КузГТУ с 2010 г. проводятся экспериментальные исследования высокотемпературной газификации в плотном слое [1]. Однако, как известно, плотный слой менее предпочтителен (по сравнению с взвешенным слоем) с точки зрения протекания тепломассообменных процессов. В связи, с чем возникла необходимость конструктивно рассчитать камеру газификации, в которой возможно обеспечить режим псевдооживления газифицируемого материала.

В качестве используемого материала был выбран шлам ЦОФ «Березовская» со следующими характеристиками, представленными в таблица 1.

Таблица 1

Образец	Элементный состав, %			Результаты технического анализа		
	N	C	H	Влагосодержание W^a , %	Выход летучих веществ V^d , %	Зольность A^d , %
Шлам ЦОФ «Березовская»	-	83,8	4,84	1,92	30,61	46

Расчетные параметры исходного материала приняты без учета летучих веществ (т.е. материал карбонизирован). Размер используемых частиц 3-4 мм. Были приняты следующие расчетные параметры для газифицируемого агента: температура перегретого пара – 900°C, давление 0,1 МПа. Все остальные данные необходимые для расчета приняты по справочным данным [2].

Методика расчета. Основные расчетные формулы для определения скорости газифицирующего агента:

$$Ar = \frac{d^3 \rho^2 g}{\mu \rho} \frac{\rho_0 - \rho}{\rho};$$
$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}};$$
$$\omega = \frac{Re \mu}{d \rho};$$

где d – диаметр частицы; ρ – плотность перегретого пара; ρ_0 – плотность исходного материала; μ – коэффициент динамической вязкости перегретого пара.

Расчет. Плотность исходного материала определялась из предположения о шарообразной форме частиц.

На основании представленных данных была рассчитана скорость перегретого пара при порозности исходного материала в камере для газификации $\varepsilon = 0,4$ для частиц размером 4 мм, которая составила $\omega = 1,43$ м/с.

Далее по известной зависимости критериев $Lu = f(Ar, \varepsilon)$ была определена скорость перегретого пара при порозности материала $\varepsilon = 0,6$ – $\omega = 5,28$ м/с. Полученная скорость перегретого пара для 4 мм частиц позволила вычислить диаметр входного сечения камеры газификации – $d = 14$ мм (при заданном расходе пара).

Кроме того, была учтена степень конверсии $X = 90\%$, позволяющая пересчитать плотность исходного материала. Это позволило рассчитать скорость уноса частицы из зоны газификации. При заданном расходе пара и полученной скорости уноса, был определен верхний диаметр камеры газификации, который составил 45 мм.

Далее при заданной порозности в камере газификации, известном расходе и форме камеры (усеченный конус) была найдена высота камеры газификации по формуле для расчета объема усеченного конуса:



$$V_e = \frac{\pi H}{3} (r^2 + r_1^2 + rr_1)$$

где H – высота конуса; r_1 и r_2 – соответственно малый и большой радиусы основания усеченного конуса. Высота камеры газификации составила 57 мм.

Таким образом, были получены основные размеры камеры газификации и определены режимные параметры (расход пара, скорость) процесса высокотемпературной паровой газификации.

Список источников:

1. Прибатурин, Н. А. Конверсия углеродсодержащих материалов в среде высокотемпературного водяного пара / Н.А. Прибатурин, А.Р. Богомолов, М.В. Алексеев, С.А. Шевырев // Вестник КузГТУ. – 2010, № 4. – С. 89-93.
2. Александров, А. А. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики / А. А. Александров, К. А. Орлов, В. Ф. Очков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 224 с.

Секция «Электропривод и автоматизация»

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Е.И. Абрахманов, аспирант

Научный руководитель: Е.К. Ещин, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время для решения задач позиционирования в большинстве случаев используется следящий электропривод, построенный по принципу подчиненного регулирования на основе двигателей постоянного тока, коллекторных или вентильных.

Мы рассмотрим вариант позиционирования электропривода с асинхронным электродвигателем при решении задачи перевода привода из начального состояния в задаваемое конечное состояние за минимум времени.

Задача предполагает управление объектом второго порядка, движение которого описывается системой дифференциальных уравнений. Движение электропривода можно представить аналогичной системой уравнений, модифицируя запись основного уравнения движения электропривода:

$$\begin{cases} \frac{d\gamma}{dt} = \omega, \\ \frac{d\omega}{dt} = J^{-1}\Delta M. \end{cases} \quad \text{где } \gamma - \text{угол поворота вала ротора электродвигателя; } \omega - \text{угловая частота вращения ротора; } \Delta M - \text{динамический момент (управляющее воздействие); } J - \text{приведенный момент инерции.}$$

Далее можно записать $\frac{d\gamma}{d\omega} = \frac{J}{\Delta M} \omega$, откуда следует при условии, что управляющее воздействие по абсолютной величине $\Delta M = \text{const}$,

$\gamma = \frac{J}{2\Delta M} \omega^2 + \gamma_z$ (1), где γ_z - задаваемое значение угла поворота ротора двигателя. При этом уравнение линии переключения (см. рисунок 2) будет выглядеть:

$$\omega = \text{sign}(\gamma - \gamma_z) \sqrt{\frac{2\Delta M_{\max} |\gamma - \gamma_z|}{J}}$$



где M , ΔM – электромагнитный и динамический моменты соответственно; $\text{sign}(\gamma - \gamma_z)$ – знак разности измеренного и заданного значений положения вала двигателя.

Правила формирования необходимых значений электромагнитного момента асинхронного электродвигателя таковы:

$$M = \begin{cases} (M_c + \Delta M_{\max}) \text{ при } \left[\omega + \text{sign}(\gamma - \gamma_z) \sqrt{\frac{2\Delta M_{\max}}{J} |\gamma - \gamma_z|} \right] \leq 0, \\ (M_c - \Delta M_{\max}) \text{ при } \left[\omega + \text{sign}(\gamma - \gamma_z) \sqrt{\frac{2\Delta M_{\max}}{J} |\gamma - \gamma_z|} \right] > 0, \end{cases}$$

где M , M_c – электромагнитный момент и суммарный приведенный момент сопротивления.

Условие $\Delta M = \text{const}$ возможно обеспечить при реализации управления величиной электромагнитного момента в соответствии с [1] для обеспечения $M = M_c + \Delta M$.

На рисунке 1 показана структурная схема:

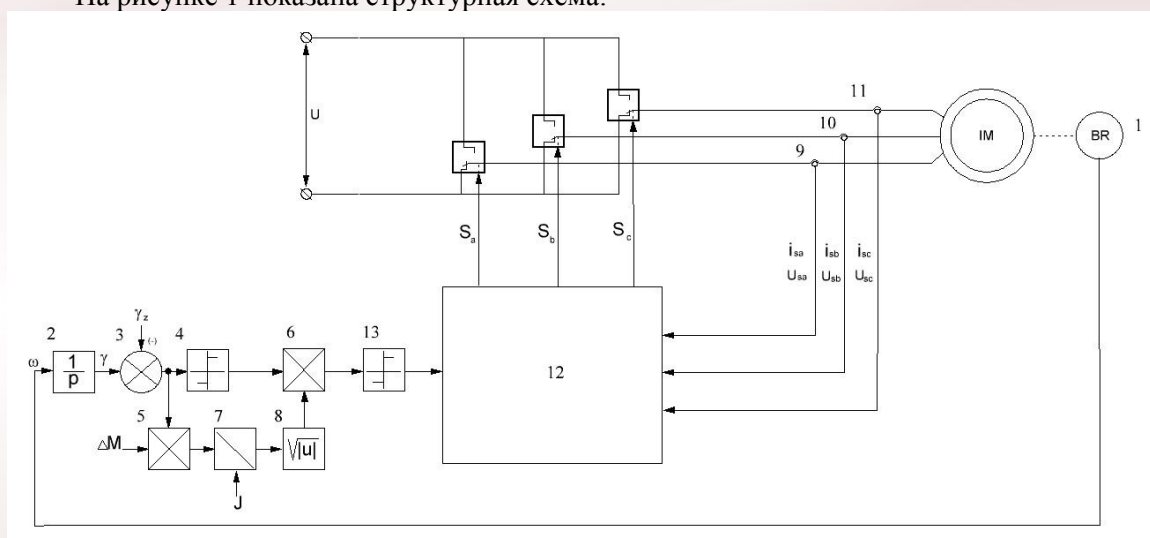


Рисунок 1 - Структурная схема

С помощью тахогенератора 1 определяем текущую угловую частоту вращения ротора, которая поступает на вход блока интегратора 2, на выходе получаем положение угла ротора электродвигателя, блок сумматора 3 сравнивает текущий и заданный угол поворота вала ротора электродвигателя, если сигнал на входе релейного блока 4 больше, то на выходе устанавливается единица, в противном случае на выходе устанавливается минус единица.

Значение угловой скорости вращения ротора на линии переключения

$$\omega = \text{sign}(\gamma - \gamma_z) \sqrt{\frac{2\Delta M_{\max}}{J} |\gamma - \gamma_z|}$$

вычисляется с помощью перемножителей 5,6, делителя 7 и блока вычисления модуля 8.

Значения переменных с датчиков напряжения и тока 9,10,11, поступают на блок формирования управляющего воздействия (динамического момента), если выходной сигнал с релейного блока 13 больше единицы, то управляющее воздействие будет формироваться по правилу $M = M_c - \Delta M_{\max}$, в противном случае $M = M_c + \Delta M_{\max}$.

На рисунке 2 представлены результаты моделирования электромеханических процессов асинхронного электродвигателя, а именно, последовательный поворот ротора асинхронного электродвигателя на угол 2π , 4π и возврат его в положение с углом поворота -2π при изменяющемся моменте сопротивления и обеспечении постоянства динамического момента.

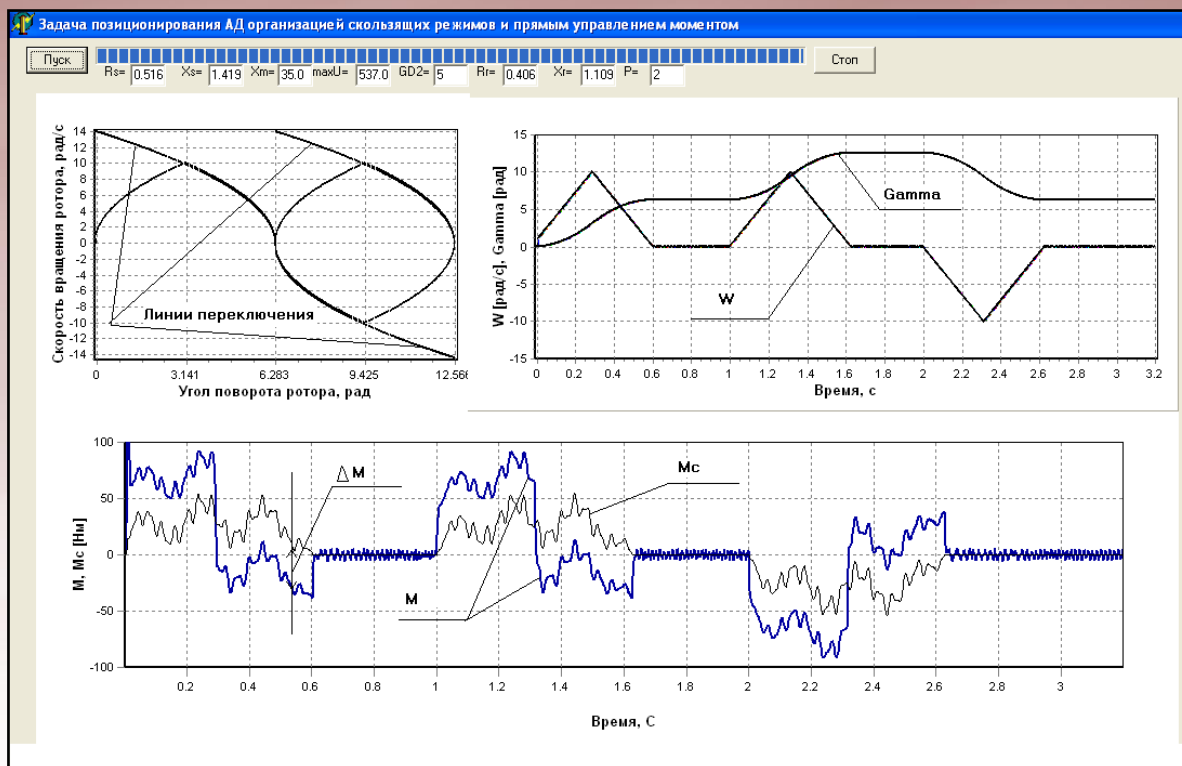


Рисунок 2 - Результаты моделирования

Данный способ позволяет повысить точность и быстродействие систем позиционирования на базе асинхронных электродвигателей в условиях изменяющегося момента сопротивления.

Список источников:

1. Способ управления величиной электромагнитного момента электрической машины переменного тока (варианты) /Ещин Е.К., Григорьев А.В., Соколов И.А. //Пат. №2395157 Заявл. 31.03.2008; Опубл. 20.07.2010. Бюл. № 20.
2. Ещин Е.К. Общая задача управления асинхронным электродвигателем/ Ещин Е.К., Григорьев А.В. // ИВУЗ, Электромеханика, 2010. №1. С.39-43
3. Ещин Е.К. Общая задача оптимизации частотного управления асинхронным электродвигателем/ Ещин Е.К., Гаврилов П.Д. // ИВУЗ "Электромеханика". 1979. №6. С.541-545.
4. Понтрягин Л.С., В.Г.Болтянский, Р.В.Гамкрелидзе, Е.Ф.Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1983. 392 с.

УДК 62-791.2

ДАТЧИК ВЫСОКИХ ТОКОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ MODBUS RTU

Д.Ю. Вернер, студент группы ЭАб-111

Научный руководитель: И.Ю. Семькина, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

MODBUS – это широко известный открытый протокол передачи данных, основанный на клиент-серверной архитектуре. Рассматривая современное промышленное производство, невозможно обойти стороной тот факт, что автоматизация любых процессов достигает впечатляющих показателей. Это достигается путем синхронного взаимодействия сразу многих



компонентов, составляющих это производство, управляемых единым центром. А, в свою очередь, взаимодействие компонентов и центра управления, осуществляется посредством определенных протоколов, ярким примером которых и служит MODBUS. Разработанный еще в 1979 году компанией modicon, этот протокол вплоть до сегодняшнего дня не потерял своей актуальности и является самым распространенным промышленным протоколом передачи данных в мире. MODBUS применяется для создания обширных сетей по средством различных интерфейсов, таких, как RS-485 или Ethernet, объединяющих сразу множество разнообразных устройств, под управлением сервера(ов).

Но, помимо применения в промышленности, управление периферийными устройствами с использованием протокола MODBUS находит все большее применение в системах автоматизации и меньших масштабов. Наличие таких устройств, способных выполнять функции, такие как сбор данных, обработка данных и постоянная связь сервером открывает широкий круг возможностей, в частности, научно-исследовательских.

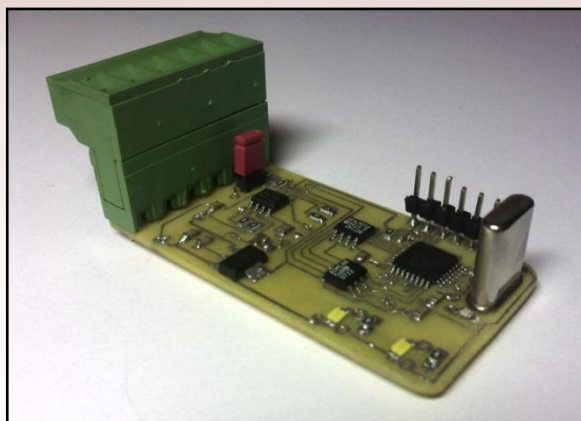


Рисунок 1 - Внешний вид платы датчика тока

Примером прибора, со встроенным MODBUS, промышленного назначения может служить, реализованный на кафедре ЭПА, датчик тока. Задача, состоящая в создании данного датчика, возникла в ходе реализации более крупного проекта, частью которого и должен стать сам датчик (внешний вид прототипа датчика представлен на рисунок 1). Цель датчика же состоит в измерении **высоких** (до 1200А) токов на токопроводящих шинах промышленных установок.

В качестве активного компонента используется датчик Холла. Устройство, построенное на базе микроконтроллера ATmega8, считывает сигнал от датчика, и, по запросу сервера, отправляет измеренное значение тока, используя выше описанный протокол

MODBUS (подробное описание принципа действия устройства представлено на рисунок 2). Написание данного протокола для устройства и стало наиболее объемной задачей в рамках данного проекта. Протокол для устройства был написан, опираясь на официальные документы, описывающие MODBUS RTU. Реализованный протокол поддерживает большинство стандартных функций, заявленных в официальном описании. В конечный код протокола включены также: поддержка всех стандартных типов данных, отчеты об ошибках и широкий диапазон настроек самого протокола. Таким образом, конечное устройство, способно поддерживать связь с сервером, посредством данного протокола. Пакетные данные, отправленные с устройства, способен принять и расшифровать любой OPC сервер или SCADA система, имеющие поддержку протокола MODBUS RTU.

Хочется отметить, что в большинстве присутствующих на рынке датчиков высоких токов не предусмотрены средства сетевой передачи измеряемых значений, они представляются в виде аналогового сигнала, который и характеризует величину протекающего по шине тока. В силу этого фактора, интегрирование протокола MODBUS через интерфейс RS-485 непосредственно в устройство представляется очень удобным решением, поскольку, таким образом, исключается необходимость в группе дополнительного оборудования для преобразования аналогового сигнала в цифровой, что приводит к нескольким положительным результатам:

1. Упрощение подключения и введения в эксплуатацию устройства. Используя разработанный датчик оператору достаточно подключить его к сети RS-485 и проведя несложные настройки сервера, запустить устройство в эксплуатацию.
2. Увеличение надежности системы. Что достигается за счет отсутствия взаимодействия многих, подключаемых в ходе настройки обычного датчика, устройств.
3. Уменьшение затрат, связанных с введением устройства в эксплуатацию.



Рисунок 2 - Схематическое представление принципа действия датчика тока

Скорость передачи данных по шине соответствует нормам. Опытным путем проверена работоспособность устройства на скоростях стандартного ряда до 57200 бит/с. Помимо прочего, с учетом того, что устройство рассчитано на измерение среднеквадратичного значения токов до 1200А оно обладает значительными конструктивными преимуществами перед аналогами, рассчитанными на такие же токи. Метод монтажа устройства – поверхностный, что значительно удобнее методов монтажа датчиков – аналогов (рисунок 3). Меньшая потребляемая мощность, также является преимуществом данного датчика перед конкурентами. В таблица 1 приведены некоторые характеристики изготовленного прибора¹.



Рисунок 3 - Датчики высоких токов. Справа – разработанное устройство, слева – промышленный аналог со схожим значением максимального тока

Таблица 2

Параметры прототипа датчика тока

№	Параметр	Значение
1	Диапазон измеряемых токов, А	100 - 1200
2	Абсолютная погрешность измерений	$9,7 \cdot 10^{-3}$
3	Диапазон рабочих напряжений, В	5 - 15
4	Потребляемый ток, mA	30 - 60
5	Скорость передачи данных, бит/с	900 - 57200
6	Размеры, мм	67 / 30 / 25
7	Вес, группы	19,4

Предполагается и дальнейшее развитие данного проекта. Проведение лабораторных испытаний, фиксирование точных характеристик устройства, доработки конструкции устройства и создание новых прототипов. По завершению испытаний прибора, его калибровки

¹ Реализованный датчик является прототипом. Сняты и структурированы не все параметры данного устройства. В ходе дальнейшего развития проекта станут более достоверно известны все параметры. В таблице представлены некоторые предварительные параметры.



и после утверждения конечной конструкции устройства планируется промышленное производство датчика.

В итоге должен получиться перспективный прибор – датчик высоких токов, сочетающий в себе такие параметры, как: небольшие размеры, простоту монтажа и интеграции устройства в производственную сеть, малую мощность, высокую быстродействие и невысокую цену.

Актуальность данного проекта достаточно высока. Беря во внимание все преимущества разработанного датчика перед другими можно ожидать, что этот прибор найдет свое применение во многих областях промышленности, а также, учитывая простоту внедрения и управления устройством, и в прикладных решениях.

УДК 621.7-5: 621.314.522

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОМЕНТОМ К АСИНХРОННОМУ ДВИГАТЕЛЮ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

А.Э. Евстратов, студент группы ЭА-082

Научный руководитель: В.М. Завьялов д.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В [1] показано, что величина производных регулируемых переменных определяется относительным пространственным положением векторов ЭДС статора и ротора $\mathbf{E}_1$ и $\mathbf{E}_2$. По отношению с вектором потокоцепления Ψ_2 и Ψ_1 соответственно полученные согласно данному подходу зависимости для формирования векторов напряжения для полностью управляемой электрической машины:

$$\begin{cases} \mathbf{U}_1 = \frac{1}{2} \left(h_1 \mathbf{D}\Psi_2 \text{Sign}(M_{ref} - M) + h_3 \Psi_1 \text{Sign}(|\Psi_1|_{ref} - |\Psi_1|) \right) + \mathbf{I}_1 R_1 + \omega_k \mathbf{D}\Psi_1; \\ \mathbf{U}_2 = \frac{1}{2} \left(-h_2 \mathbf{D}\Psi_1 \text{Sign}(M_{ref} - M) + h_4 \Psi_2 \text{Sign}(|\Psi_2|_{ref} - |\Psi_2|) \right) + \mathbf{I}_2 R_2 + (\omega_k - \omega) \mathbf{D}\Psi_2. \end{cases} \quad (1)$$

где h_1, h_3 – весовые коэффициенты; M – электромагнитный момент на валу двигателя;

$|\dot{\Psi}_1|_{ref}$ – требуемое значение производной модуля потокоцепления статора, $\dot{M}_{ref}$ – требуемое значение производной электромагнитного момента.

Учитывая, что для управления АД доступна только обмотка статора, алгоритм (1) в полной мере применить к АД нельзя. В связи с этим рассмотрим как будет себя АД при частичном управлении, при реализации только первого уравнения в системе (1).

Варианты реализации алгоритма (1) при формировании вектора напряжения статора зависят от способов определения весовых коэффициентов h_1, h_3 , которые будут определять скорость изменения электромагнитного момента и потокоцепления статора. Рассмотрим некоторые из них.

Формирование величины производных момента и потокоцепления пропорционально ошибке регулирования.

Для того чтобы производные регулируемых величин были пропорциональны ошибкам регулирования, зададим h_1 и h_3 следующим образом:



$$\begin{cases} h_1 = |M_{ref} - M| k_1; \\ h_3 = ||\Psi_1|_{ref} - |\Psi_1|| k_3. \end{cases}$$

Постоянные коэффициенты k_1 и k_3 должны выбираться из соображений, чтобы ошибки регулирования электромагнитного момента и потокосцепления статора вносили одинаковый вес, и в тоже время не вводили вектор напряжения в область ограничения.

Для исследования разработанного алгоритма управления АД, была разработана компьютерная модель системы электропривода. В модели использовался двигатель со следующими параметрами: $R_1=7.5$ Ом, $R_2=5$ Ом, индуктивность обмотки статора $L_1=0.285$ Гн, индуктивность обмотки ротора $L_2=0.283$ Гн, взаимная индуктивность обмотки статора и ротора $L_m=0.275$ Гн, количество пар полюсов $P=3$, момент инерции ротора $J=0.1$ кг·м².

Разработанная компьютерная модель использовалась для исследования полученных алгоритмов. Результаты моделирования при ступенчатом изменении заданного электромагнитного момента показаны на рисунке 1.

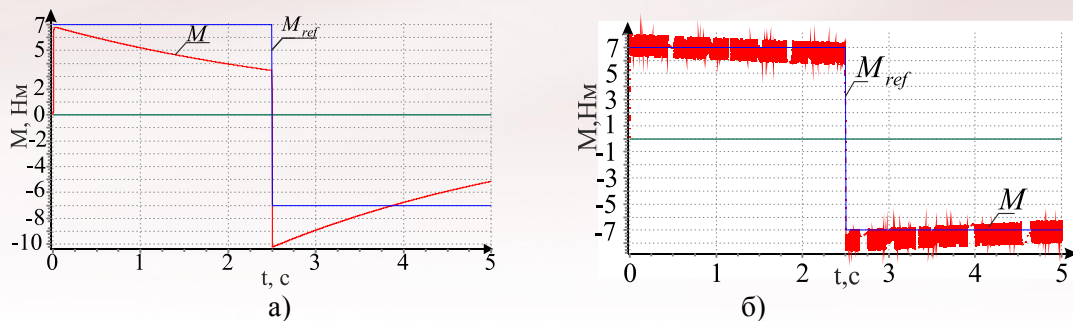


Рисунок 1 - Переходные процессы электромагнитного момента:
а) вектор напряжения сформирован пропорционально ошибке;
б) предельно возможный вектор напряжения с учетом ограничения

Из рисунок 1 видно, что электромагнитный момент, не достигая заданного значения, начинает снижаться, т.е. цель управления не достигается.

Полученные результаты объясняются следующим образом. Согласно [1] для гарантированного достижения цели управления должно соблюдаться условие:

$$\text{sign}(\mathbf{E}_1 \mathbf{D} \Psi_2 + \mathbf{D} \mathbf{E}_2 \Psi_1) = \text{sign} \dot{M}_{ref}, \quad (3)$$

где $\mathbf{E}_1$ – вектор ЭДС обмотки статора; $\mathbf{E}_2$ – вектор ЭДС обмотки ротора; $\dot{M}_{ref}$ – требуемое значение производной электромагнитного момента.

При моделировании рассматривалась реакции момента на ступенчатое изменения задание. Анализ представленных рисунков: рисунок 1а, рисунок 1б показывает, что условие (3) выполняется только в момент пуска, затем с ростом скорости вращения ротора наблюдается, отклонения электромагнитного момента в сторону нуля. Это вызвано тем, что скалярное

произведение $\mathbf{D} \mathbf{E}_2 \Psi_1$ превышает скалярное произведение $\mathbf{E}_1 \mathbf{D} \Psi_2$, когда как при положительной ошибке векторы $\mathbf{D} \mathbf{E}_2$ и Ψ_1 должны быть сонаправлены, также как векторы $\mathbf{E}_1$ и $\mathbf{D} \Psi_2$. Данная проблема представлена на рисунок 2.

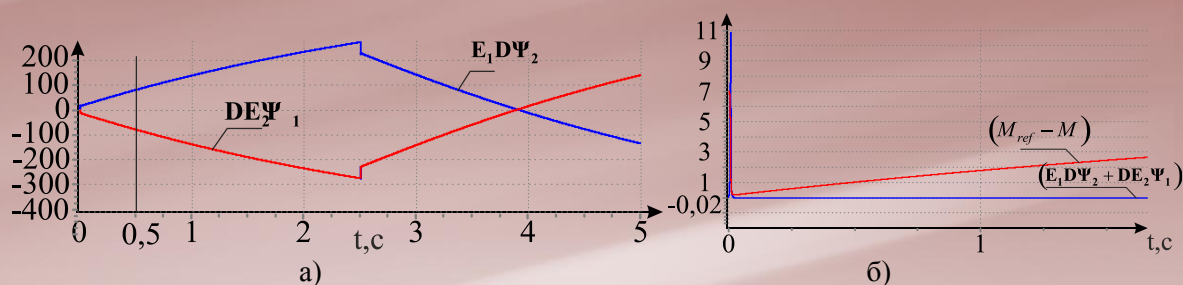


Рисунок 2 - Переходные процессы:

а) скалярного произведения $E_1 D \Psi_2$ и $D E_2 \Psi_1$;

б) Ошибки и суммы скалярного произведения $E_1 D \Psi_2$ и $D E_2 \Psi_1$

Список источников:

1. Завьялов, В.М. Основы управления процессом электромеханического преобразования энергии / В.М. Завьялов // Электромеханические преобразователи энергии: материалы V Юбилейной международной научно-технической конференции, посвященной памяти Г.А. Сипайлова, 12-14 октября 2011. – Томск : ТПУ, 2011. – С. 242–245.

УДК 622.532:004.4

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ И ИССЛЕДОВАНИЕ САУ БУРЕНИЕМ КАРЬЕРНОГО БУРОВОГО СТАНКА

А.В. Тарнецкая, студентка группы ЭА-101

Научный руководитель: А.Е. Медведев, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

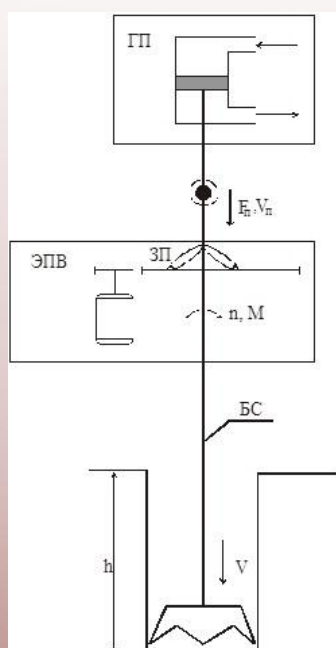


Рисунок 1 -
Кинематическая схема
бурового станка

Повышение эффективности работы горно-технологического оборудования, в том числе карьерных буровых станков, является актуальной задачей. Снижение затрат на бурение и рост производительности станков достигается применением системы автоматического управления процессом бурения, обеспечивающих оптимальные режимы бурения в соответствии с заданными критериями.

На карьерах широкое применение получили станки шарошечного бурения взрывных скважин. В зависимости от требований технологии горных работ САУ бурением настраиваются на оптимальный режим либо по критерию максимальной производительности станка, либо по критерию минимальных затрат на бурение одного метра скважины.

Данная работа посвящена разработке компьютерной модели САУ бурением типа «Режим-СВ» [1] и исследованию переходных процессов в системе с целью поиска оптимальных заданий по управляемым параметрам объекта и параметрам настройки автоматических регуляторов частоты вращения бурового става и усилия подачи долота на забой.

Кинематическая схема станка шарошечного бурения представлена на рисунке 1.

На схеме приняты следующие обозначения:

ГП – гидропривод подачи бурового става на

забой;

ЭПВ – электропривод вращения става;

БС – буровой став; **ЗП** – зажимный патрон;

F_n – усилие подачи; V_n – скорость подачи верхнего конца БС;

n, M – частота и момент вращения БС;

h – глубина пробуренной скважины;

v – скорость бурения скважины (скорость подачи долота).

Математическая модель САУ бурением «Режим-СВ», разработанная на кафедре электропривода и автоматизации КузГТУ, представлена на рисунке 2.

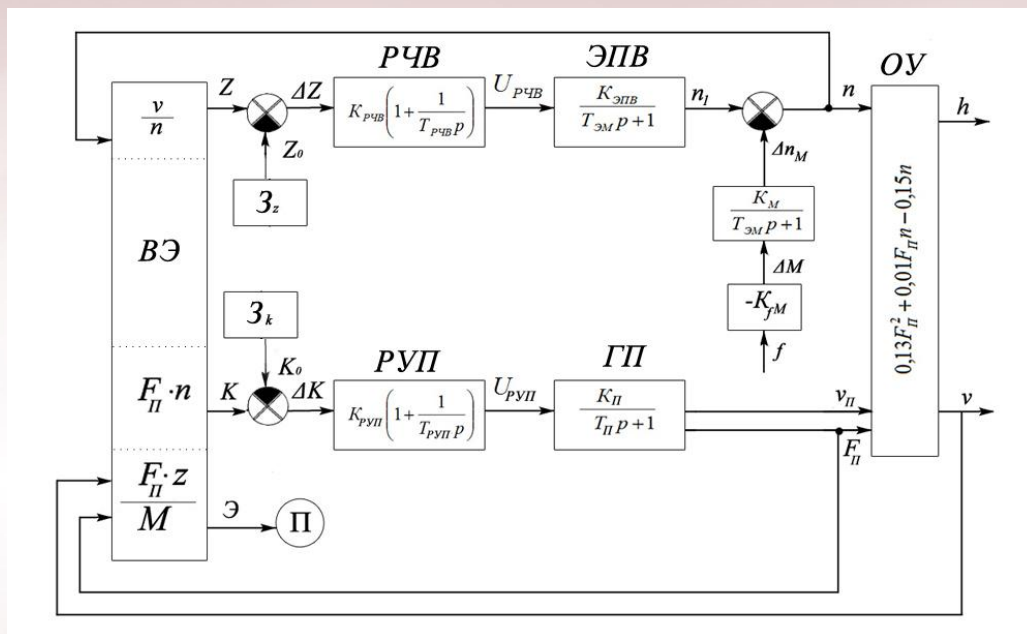


Рисунок 2 - Математическая модель САУ бурением «Режим-СВ»

На схеме модели приняты следующие обозначения:

ВЭ – вычислительный элемент; **РЧВ** – регулятор частоты вращения БС;

ЭПВ – электропривод частоты вращения БС; **ОУ** – объект управления (БС-долото-забой); **РУП** – регулятор усилия подачи долота на забой; **ГП** – гидропривод подачи; **П** – прибор для визуального контроля машинистом значения критерия эффективности процесса бурения; **З_з, З_к** – задатчики для ручного поиска оптимальных заданий Z_0, K_0 ; $U_{рчв}, U_{руп}$ – выходные сигналы регуляторов, соответственно, частоты вращения и усилия подачи; f – крепость буримых пород.

Автоматические регуляторы РЧВ и РУП представлены ПИ-звеньями с соответствующими параметрами: $K_{РЧВ}$, $K_{РУП}$ – передаточные коэффициенты; $T_{РЧВ}$, $T_{РУП}$ – постоянные времени интегрирования.

Электропривод ЭПВ описывается аperiodическими звеньями по управляющему каналу с параметрами $K_{ЭПВ}$, $T_{ЭМ}$ и по возмущающему воздействию с параметрами K_M , $T_{ЭМ}$, представляющими собой передаточные коэффициенты и электромеханическую постоянную времени.

Гидропривод подачи ГП представлен аperiодическим звеном с параметрами $K_{\text{П}}$, $T_{\text{П}}$.

Уравнение для объекта управления получено экспериментальным способом.

Управляемые параметры объекта вычисляются в соответствии с выражениями, записанными в ВЭ, и обозначают:

Z – углубление долота на 1 оборот;



K – показатель режима бурения;

$\mathcal{E}$ – показатель эффективности процесса бурения.

Компьютерная программа для исследования САУ бурением «Режим-СВ» разработана в среде объектно-ориентированного программирования «**Delphi 7**» и обеспечивает возможность ввода основных параметров модели (передаточных коэффициентов, постоянных времени и др.), вывод на экран графиков переходных процессов и показателя эффективности $\mathcal{E}$, а так же индикацию значений параметров с заданной частотой изменения. В модели предусматривается случайное изменение основного возмущающего воздействия (крепости буримых пород) и возможность ручной оперативной настройки параметров элементов модели.

Настройка модели происходит следующим образом: с помощью задатчиков Z_z и Z_k устанавливаются средние значения заданий Z_0 , K_0 , система запускается и проводится поиск локальных максимумов эффективности при варьировании каждого из этих параметров. Так как изменение крепости в модели осуществляется генератором случайных чисел, процедура требует повторения при изменении возмущающего воздействия.

При недопустимых превышениях рабочих величин, программа выдает пользователю соответствующее сообщение.

В качестве примеров на рисунок 3 представлены графики $M(t)$, $v(t)$, $dn(t)$, $F_n(t)$, где dn – отклонение частоты вращения.

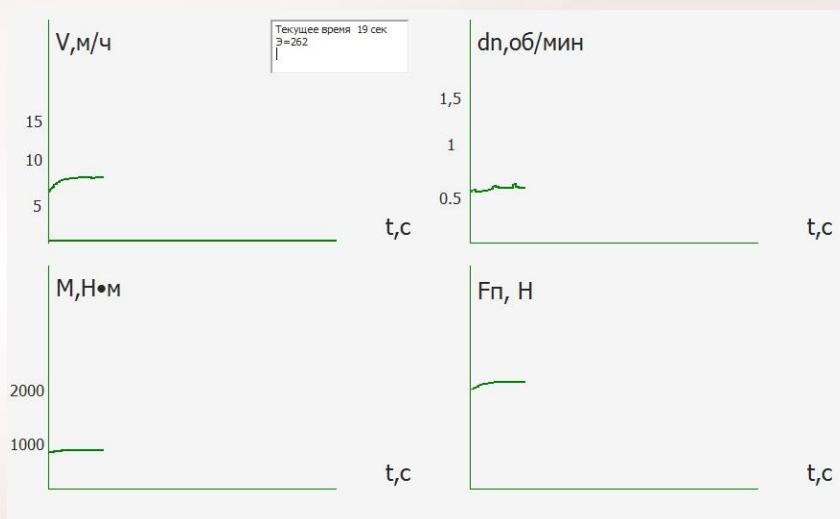


Рисунок 3 - Графики переходных процессов

На компьютерной модели осуществлялся поиск оптимальных заданий Z_0 , K_0 и параметров настройки регуляторов частоты вращения и усилия подачи, при которых достигается максимальное значение показателя эффективности $\mathcal{E}$.

Список источников:

1. Медведев, А.Е. Автоматизация производственных процессов / А.Е. Медведев, А.В.Чупин. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т., 2009. – 325 с.



УДК 654.032.3.330.115

АНАЛИЗ НАГРУЗКИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КУЗГТУ

В.А. Воронин, студент группы ЭП-091

Научный руководитель: Т.Л. Долгопол, доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

С насыщением современных общественных зданий различной офисной техникой и современными источниками света все более серьезной становится проблема гармонических искажений тока и напряжения. Гармоники, протекающие по распределительным сетям, вызывают снижение качества электрической энергии, одним из негативных последствий которого является перегрузка нейтральных проводников.

При симметричной нагрузке фаз нагрузка нейтрального проводника обусловлена наличием гармоник кратных трем, в силу того, что они образуют нулевую последовательность, а значит, находятся «в фазе». В результате в нейтральном проводнике протекает утроенное значение токов этих гармоник. Кроме этого, для общественных потребителей характерно наличие несимметрии нагрузки фаз, вызванной неравномерно распределенной по фазам однофазной нагрузкой, а также случайным характером изменения этой нагрузки. При несимметрии нагрузки фаз ток высших гармоник в нейтральном проводнике суммируется с током небаланса, что может привести к его перегрузке. В связи с этим, правильный выбор сечений нейтральных проводников в сетях общественных и жилых зданий является весьма актуальной проблемой.

Согласно ПУЭ (7-е издание), сечение нейтрального проводника трехфазной цепи с учетом возможной неравномерной нагрузки фаз должно быть равно сечению фазных проводников при питании однофазной нагрузки (п.7.1.45.).

С 1 января 2013 г. вступил в силу ГОСТ Р 50571.5.52-2011 «Электроустановки низковольтные», в котором сечение нейтрального проводника выбирается в зависимости от содержания гармоник кратных трем.

Большая часть кабельных линий распределительной сети КузГТУ находится в эксплуатации более 40 лет. Следовательно, распределительная сеть проектировалась по устаревшим стандартам, в которых не учитывались современные аспекты. С тех пор качественный состав электроприемников общественных потребителей значительно изменился. Таким образом, эксплуатация распределительной сети в современных реалиях может быть опасной, т.к. отгорание нейтрального проводника, к которому может привести его систематическая перегрузка, является серьезной аварией, приводящей к перекосу фазных напряжений и повреждению оборудования.

Для оценки нагрузок нейтральных проводников были использованы данные измерений электрических нагрузок и показателей качества электроэнергии учебных корпусов КузГТУ. Измерения проводились 18 января и 11, 12 февраля 2013 года с помощью прибора Энергомонитор-3.3Т. Результаты анализа 7-ми вводов нескольких корпусов представлены на графиках (рисунок 1, рисунок 2).

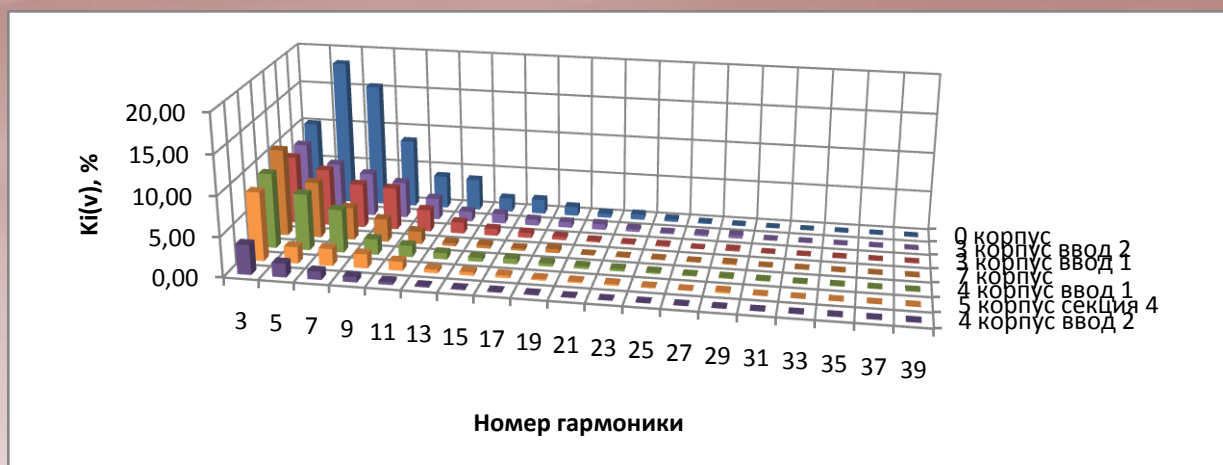


Рисунок 1 - Гистограмма гармонических составляющих тока рассматриваемых вводов

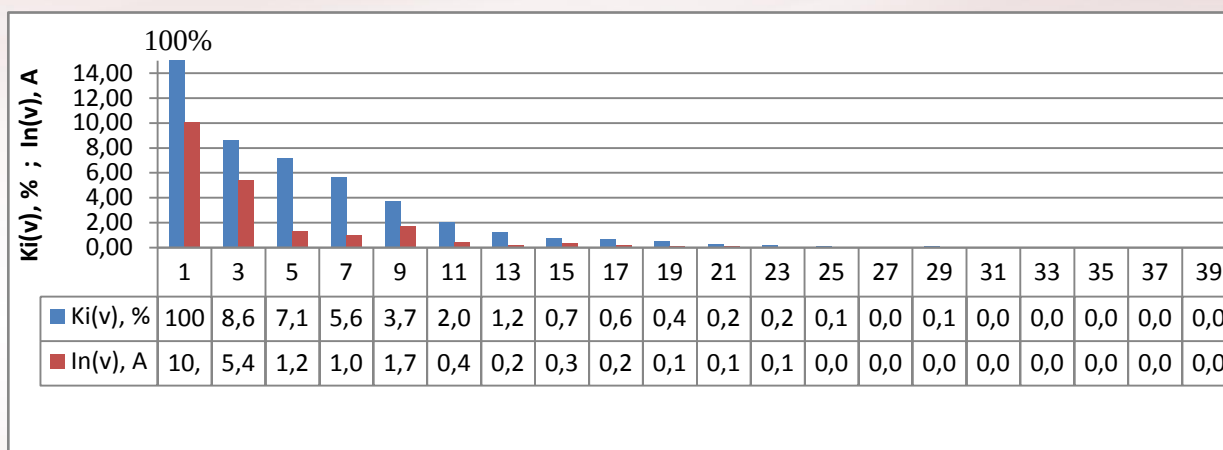


Рисунок 2 - Гистограмма гармонических составляющих тока и токов в нейтральном проводнике, усредненных по рассматриваемым вводам

Действующее значение тока в нейтральном проводнике, обусловленное гармониками кратными трем, усредненное по всем рассматриваемым вводам за сутки, равно:

$$I'_n = \sqrt{I_{n(3)}^2 + I_{n(9)}^2 + I_{n(15)}^2 + I_{n(21)}^2 + I_{n(27)}^2 + I_{n(33)}^2 + I_{n(39)}^2} = 5,7 \text{ A}$$

В результате несимметрии, гармоники не кратные трем, образующие соответственно прямую и обратную последовательность, также обуславливают ток в нейтральном проводнике, действующие значение которого равно:

$$I''_n = \sqrt{I_{n(5)}^2 + I_{n(7)}^2 + I_{n(11)}^2 + I_{n(13)}^2 + I_{n(17)}^2 + \dots} = 1,75 \text{ A}$$

Таким образом, в среднем по учебным корпусам, действующее значение тока в нейтрали, вызванного высшими гармониками, составляет 5,96 А.

Однако решающим фактором, обуславливающим протекание тока в нейтральном проводнике для рассматриваемых вводов, является несимметрия основной гармоники тока, т.к.

отношение $I_{n(v)} / I_{n(1)}$, в среднем, составляет 0,59.

Для оценки нагрузки кабеля используем получасовой максимум тока I_{n30} . Произведя необходимые расчеты, результаты которых сведены в таблица 1, было установлено, что среднее значение отношения получасовых максимумов нагрузки нейтрального и фазного проводников по всем рассматриваемым вводам составляет 0,46, варьируясь от 0,27 до 0,74 по вводам. Используя эти данные, можно оценить реальную степень загрузки кабеля.



Таблица 1

Результаты расчета гармонических составляющих тока

Наименование ввода	I_{n30}, A	$\frac{I_{n30}}{I_{\phi30}}$	$\frac{I_{n(v)}}{I_{n(1)}}$	Содержание гармоник кратных трем, %
0 корпус	19,57	0,74	0,60	21,33
4 корпус ввод №1	35,34	0,55	0,57	12,37
4 корпус ввод №2	16,02	0,27	0,18	4,57
3 корпус ввод №1	25,99	0,40	0,66	15
3 корпус ввод №2	31,91	0,53	0,56	15,68
5 корпус секция №4	37,40	0,27	0,94	11,07
7 корпус	13,51	0,47	0,59	14,38
Среднее	25,68	0,46	0,59	13,49

Для ввода в 3-й учебный корпус используется кабель ААШв-3х70+1х35, с допустимым длительным током для фазных жил 200 А, для нейтральной жилы 135 А. Для данного кабеля о перегрузке нейтрали не может идти речь, т.к. загрузка кабеля составляет только 30% от его пропускной способности. Если предположить, что данный кабель загружен на 100 %, то ток в нейтральном проводнике составит 106,89 А, что не превышает допустимый длительный ток нейтральной жилы кабеля. Данный вывод можно распространить и на все остальные вводы.

Исключением является 0 корпус, отношение $I_{n30} / I_{\phi30}$ в котором, вследствие высокого содержания гармоник и несимметрии, достигает достаточно высокого значения 0,74. При этом перегрузки нейтрального проводника не происходит, т.к. при реконструкции данного корпуса был проложен кабель с одинаковыми сечениями всех жил (АПвББШв-4х95).

Вывод: в ходе данной работы были определены и проанализированы нагрузки нейтральных жил 7-и вводов учебных корпусов. Было установлено, что перегрузка нейтральных проводников в распределительной сети КузГТУ не наблюдается.

Список источников:

1. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2004 – 590 с.
2. ГОСТ Р 50571.5.52-2011. Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования и электропроводки. – М.: Изд-во стандартов, 2012 – 102 с.

УДК 621.316.172

АНАЛИЗ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ

В.Д. Моисеева, студентка группы ЭПб-111

Научный руководитель: Т.Л. Долгопол, доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Тарифы на электроэнергию для населения в каждом регионе России устанавливаются региональными энергетическими комиссиями (РЭК).

По мнению руководителя Федеральной службы по тарифам (ФСТ) Сергея Новикова, ситуация с разным уровнем тарифа на электроэнергию для отдельных регионов типична для России. И это в значительной степени связано не с экономикой энергетики в конкретном регионе, а с принимаемыми решениями по регулированию тарифов для населения в рамках одного субъекта Федерации с использованием механизма перекрестного субсидирования. По данным ФСТ в настоящее время объем перекрестного субсидирования достигает 200 млрд. руб.

В настоящее время бытовым потребителям электроэнергии на выбор предлагается три



вида тарифов: одноставочный, дифференцированный по двум зонам суток, так называемый двухтарифный (ночная зона с 23-00 до 7-00 и дневная в остальное время), а также дифференцированный тариф по трем зонам суток (многотарифный), согласно которому все время суток делится на три зоны: пиковую (Т1) 7-00 – 10-00; 17-00 – 21-00, полупиковую (Т3) 10-00 – 17-00; 21-00 – 23-00 и ночную 23-00 – 7-00.

В представленной работе произведена оценка динамики роста тарифов на электроэнергию для населения шести регионов Сибири: Кемеровская, Томская, Новосибирская, Омская области, а также Алтайский и Красноярский край, начиная с 2009 года (рисунок 1 и 2).

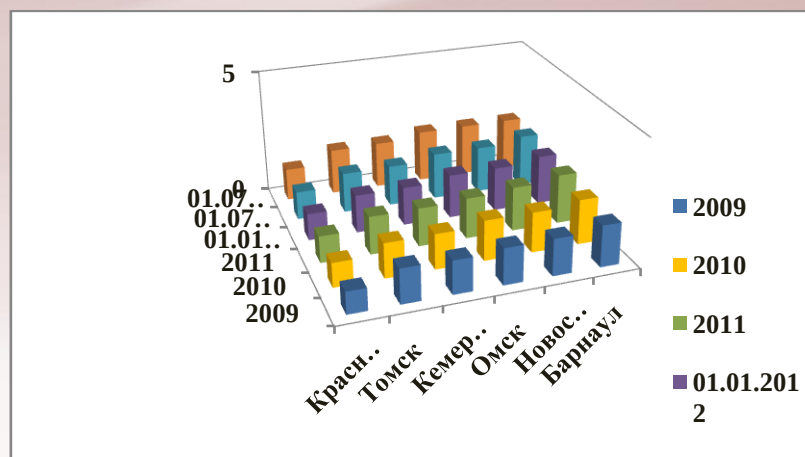


Рисунок 1 - Динамика роста одноставочного тарифа для населения со стационарными электроплитами в регионах Сибири

Рост одноставочного тарифа для квартир с электроплитой с 2009 по 2013 год, в среднем, составил 38%, в Кузбассе – 40%. На данный момент из рассматриваемых регионов самый дешевый одноставочный тариф в Красноярске (1,12 руб.), наиболее дорогой – в Алтайском крае (2,98 руб.). Кузбасс занимает промежуточное третье место – после Красноярска и Томска (1,62 руб.).

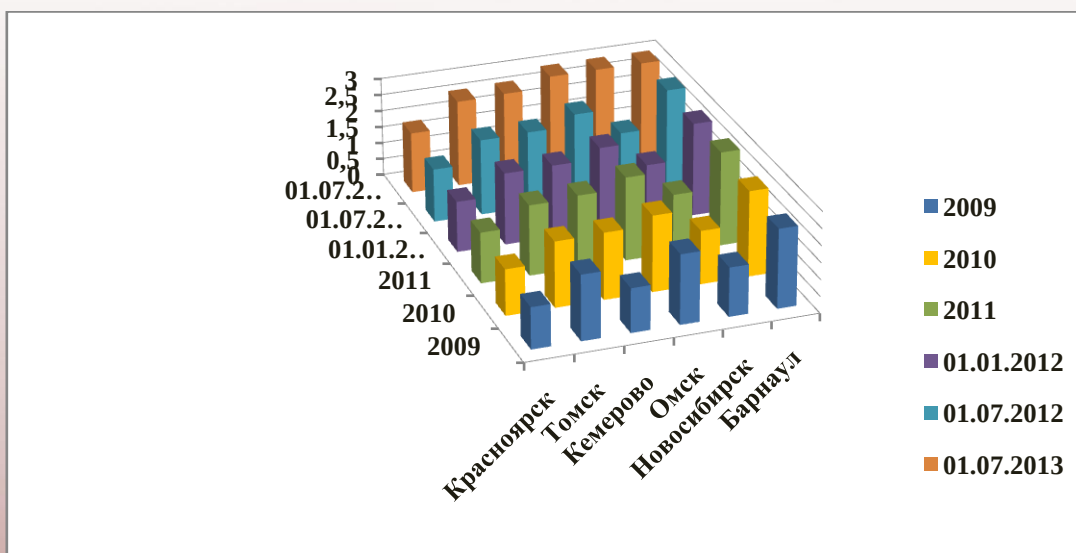


Рисунок 2 - Динамика роста одноставочного тарифа для населения с газовыми плитами

Тариф для квартир с газовой плитой за пять лет увеличился в среднем в 1,5 раза, в Кузбассе – вдвое. И в этом случае, жители Красноярска платят за электроэнергию меньше остальных (1,6 руб.), самая высокая цена за 1 кВтч электроэнергии в Алтайском крае (2,98 руб.).



руб.), тариф в Кузбассе составляет 2,31 руб.

Что касается дифференцированных видов тарифов, то динамика их изменения аналогична одноставочному тарифу.

С целью определения наиболее экономически выгодного вида тарифа для каждого исследуемого региона Сибири в течение десяти дней в двух квартирах (с газовой плитой и электроплитой) фиксировались показания счетчика в определенные временные зоны. Соотношение объемов электропотребления в разные зоны суток для квартиры с электроплитой представлено на рисунок 3 -

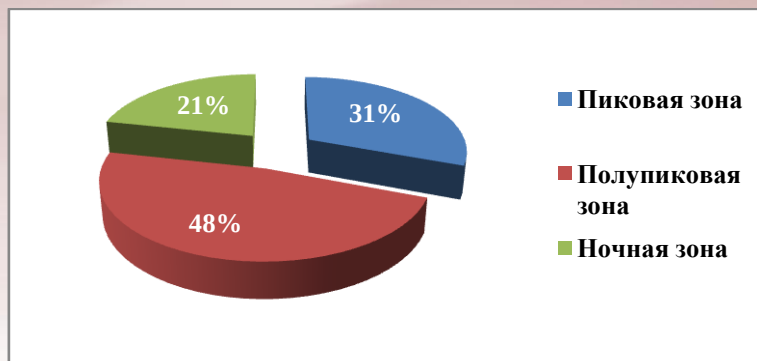


Рисунок 3 - Соотношение объемов электропотребления по зонам суток

Почти аналогичное соотношение получилось для квартиры с газовой плитой – 34%, 49% и 17% соответственно. Таким образом, в среднем, почти половина потребляемой электроэнергии приходится на время полупиковой зоны, почти треть – пиковой, остальное – на ночную зону.

По разным видам тарифов была рассчитана стоимость электроэнергии для каждого выбранного региона. Построенная по результатам расчетов гистограмма для квартиры с газовой плитой представлена на рисунок 4 -

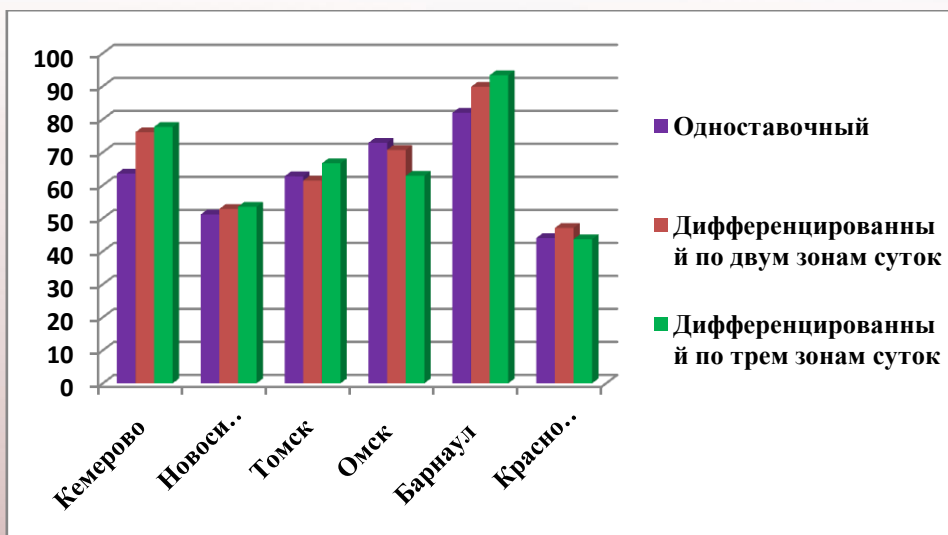


Рисунок 4 - Стоимость потребленной электроэнергии при использовании разных видов тарифов в регионах Сибири (газовая плита)

Для жителей большинства регионов наиболее выгодным является выбор одноставочного тарифа, кроме Омской области, в которой оплата электроэнергии по одноставочному тарифу превысила аналогичную оплату по тарифам, дифференцированным по двум и трем зонам суток, на 3 и 14% соответственно. Но экономия электроэнергии при выборе



дифференцированных тарифов очень незначительна, что обусловит большой срок окупаемости многотарифного счетчика.

Аналогичный анализ тарифов был произведен для квартиры с электроплитой. Дифференцированные тарифы оказались более выгодными (с небольшим экономическим эффектом) только для жителей Омской и Томской области. Особенно большая разница между стоимостью электроэнергии при использовании одноставочного тарифа и дифференцированного по трем зонам суток оказалась в Кузбассе (22%).

Таким образом, при существующей в настоящее время стоимости одного кВтч электрической энергии для разных видов тарифов, использование дифференцированных тарифов с учетом затрат на покупку многотарифного счетчика не является экономически выгодным ни в одном из рассмотренных регионов Сибири.

Список источников:

1. Журавлев, В. Тарифы, бытовые надбавки, социальные нормы / В. Журавлев // Новости электротехники. – №5 (77). – 2012.

УДК 621.316.1.05

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 6–10 КВ

Р.Б. Наумкин, аспирант

И.Б. Наумкин, студент группы ЭП-082

Научные руководители: В.М. Ефременко, к.т.н., с.н.с., Р.В. Беляевский, ст. преп.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одной из главных задач, стоящих сегодня перед электросетевыми организациями, является обеспечение должного уровня качества электроэнергии на границе раздела с потребителями. В соответствии с ГОСТ-13109-97 и ГОСТ Р 54149-2010 основным показателем качества электрической энергии является установившееся значение отклонения напряжения.

Значение напряжения передаваемой электрической энергии зависит, в первую очередь, от величины напряжения центра питания. Однако в процессе передачи электроэнергии потребителю качественные показатели изменяются. Наиболее частые случаи выхода напряжения за установленные пределы наблюдаются в распределительных сетях 6–10 кВ и 0,4 кВ. Это связано со значительным износом распределительных сетей и их протяженностью, быстрым ростом нагрузок в жилом секторе, что приводит к несоответствию значений установленной и присоединенной мощности, а также с наличием случаев безучетного и бездоговорного потребления. Указанные факторы отрицательно влияют на уровень напряжения в частном секторе, что особенно выражено в городской черте.

Нами проведен анализ распределительных сетей 0,4–6(10) кВ филиала ОАО «МРСК Сибири» – «Кузбассэнерго – РЭС». Общее количество воздушных линий (ВЛ) 6–10 кВ в электрических сетях филиала ОАО «МРСК Сибири» – «Кузбассэнерго – РЭС» составляет 605 фидеров. Суммарная протяженность этих линий равна 9 295 км. В среднем длина линии составляет 15 км. Также имеется большое количество фидеров малой протяженности: менее 5 км и 5–10 км. Гистограмма распределения длин линий представлена на рисунок 1 -

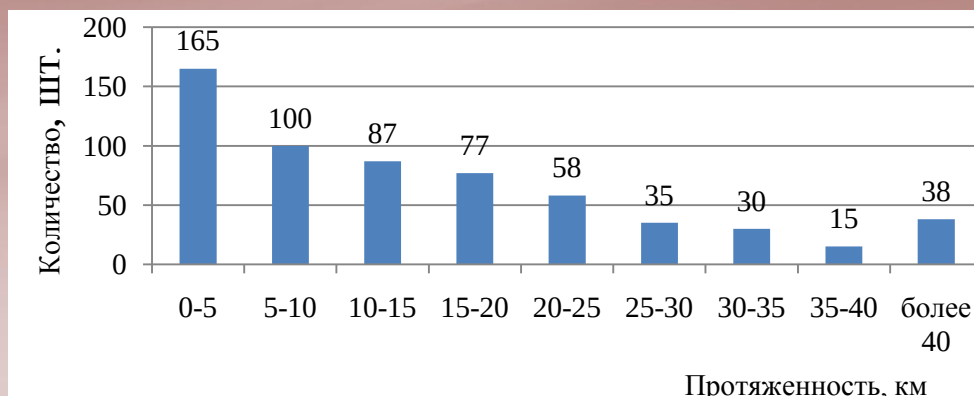


Рисунок 1 - Протяженность фидеров 6–10 кВ

Распределение линий по годам ввода в эксплуатацию показано на рисунке 2.

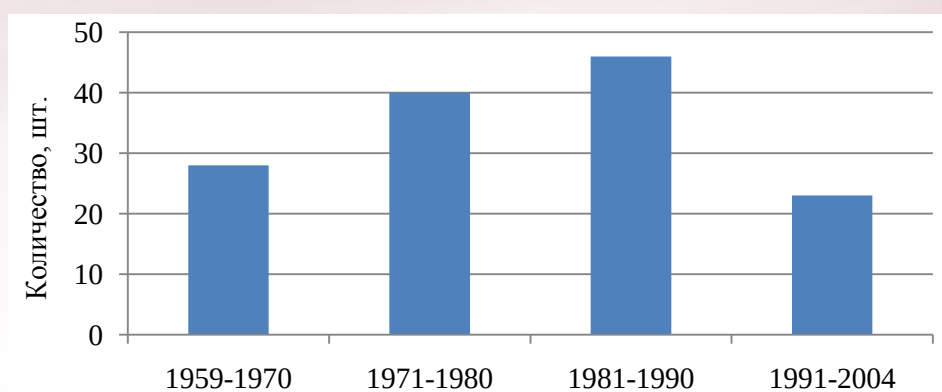


Рисунок 2 - Распределение ВЛ 6-10 кВ по годам ввода в эксплуатацию

Из рисунок 2 видно, что в период 1970–1990 гг. было внушительное увеличение строительства ВЛ 6–10 кВ. В то же время, начиная с 1991 г., количество ежегодного ввода новых линий уменьшилось в 2 раза.

На рисунок 3 представлена гистограмма распределения коэффициентов загрузки трансформаторных подстанций ТП 6–10/0,4 кВ.

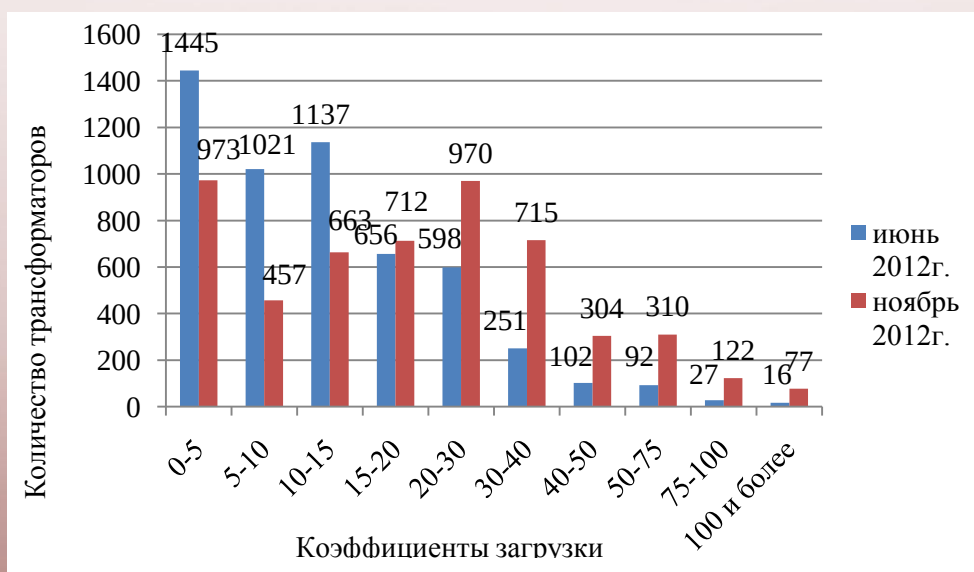


Рисунок 3 - Коэффициенты загрузки ТП 6–10/0,4 кВ



Из диаграммы видно, что в летние месяцы порядка 70 % трансформаторов имеют коэффициент загрузки менее 15 % (работают практически на холостом ходу). В зимние месяцы диаграмма выравнивается, однако достаточное количество трансформаторов в это время имеют высокие коэффициенты загрузки: 75–100%, а часть ТП перегружены. Вследствие этого происходит неэффективное использование установленных мощностей трансформаторов.

На основе представленных выше данных были выявлены основные проблемы, возникающие в распределительных сетях 0,4–6(10) кВ:

- 1) значительный износ оборудования;
- 2) высокая протяженность линий;
- 3) неравномерность загрузки трансформаторов в течение года.

Все эти проблемы приводят к падению уровня напряжения у потребителей.

Для более глубокого анализа выявленных проблем была спроектирована математическая модель электрической сети в программном комплексе Matlab (рисунок 4).

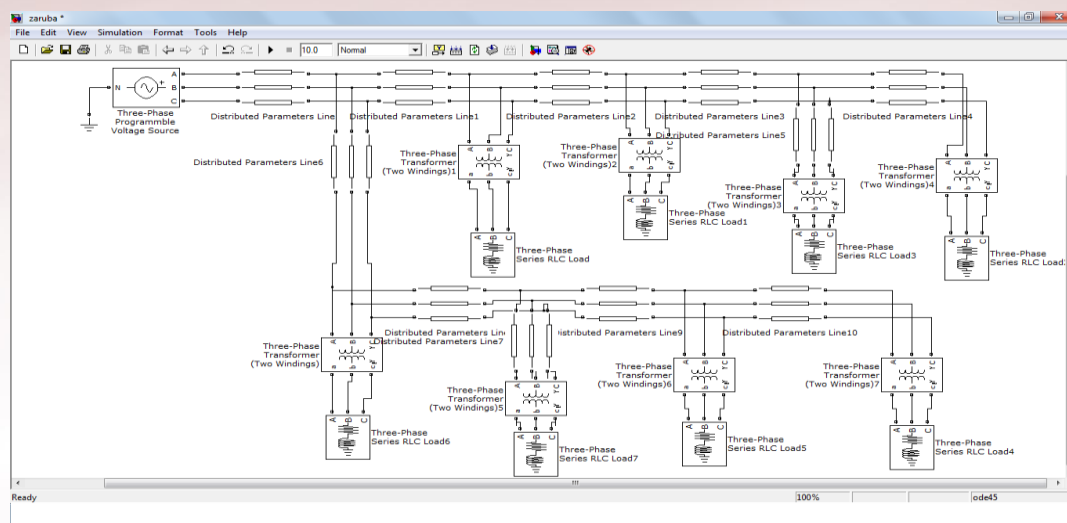


Рисунок 4 - Модель электрической сети в программном комплексе Matlab

По результатам исследования планируется создание методики выбора мест установки вольтодобавочных трансформаторов, оптимальных с точки зрения поддержания требуемого уровня напряжения. Внедрение таких элементов позволит привести значение напряжения в соответствие с требованиями нормативных документов без проведения полной реконструкции сетей, требующей значительных инвестиционных вложений.

Выводы:

1. Проведен анализ электрических сетей филиала ОАО «МРСК Сибири» – «Кузбассэнерго – РЭС».
2. Выявлены основные проблемы, возникающие в распределительных сетях 0,4–6(10) кВ.
3. Создана математическая модель электрической сети в программном комплексе «Matlab».

**МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ****Пленарное заседание**

УДК 37 (094)

**ФИЛИАЛ КАФЕДРЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТОВ
НА ОАО «КЕМЕРОВСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

А. Н. Коротков, зав. кафедрой «МСИИ»,
С. В. Пилецкий, зав. филиала кафедры «МСИИ» на ОАО «КМЗ»
(зам. главного технолога ОАО «КМЗ»)

В весеннем семестре 2013 уч. года исполняется год сотрудничеству между КузГТУ и ОАО «Кемеровский механический завод», в рамках соглашения по открытию на заводе филиала кафедры металлорежущих станков и инструментов. Филиал кафедры на заводе – это структурное подразделение базовой кафедры, которое осуществляет учебную, методическую и научно-исследовательскую работу со студентами направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства».

Филиал кафедры возглавляет заместитель заведующего кафедрой, которым является сотрудник завода (зам. главного технолога).

Филиал кафедры позволяет повысить качество и глубину обучения студентов за счет наглядной демонстрации им всех аспектов деятельности машиностроительного предприятия.

На филиале кафедры выполняются следующие виды учебно-методической работы:

- проведение лабораторных, практических занятий, чтение лекций;
- руководство учебной и производственной практиками;
- руководство курсовым и дипломным проектированием;
- курсовыми и дипломными работами;
- подготовка учебно-методической документации, а также руководств и наглядных пособий, необходимых для проведения занятий;
- проведение научно-исследовательской работы и руководство научно-исследовательской работой студентов по темам, касающимся производственной проблематики завода;
- чтение лекций и проведение семинаров для работников завода по актуальным тематикам;
- приглашение работников завода к участию в научных конференциях, семинарах и НТС.

В частности, для первокурсников (группы МСб-121) каждую неделю на заводе проходятся 4-х часовые занятия: теоретические – в заводской аудитории, практические – в цехе на станках. Для студентов выделяется специальный преподаватель (Шмаков Е. С.), который водит студентов на завод и выделяется работник завода для курирования студентов непосредственно на заводе.

В ходе занятий на заводе студенты изучают конструкцию станков, приемы и методы работы на них. Заместитель заведующего филиалом кафедры «МСИИ» Пилецкий С. В. в день прихода студентов на завод прикрепляет к ним куратора от завода – высококвалифицированного рабочего (токаря пятого разряда Стародухина А. В.), под руководством которого они выполняют поставленные задачи. Первокурсники изготавливают крепежные детали – гайки и болты, а также шпонки; нарезают резьбу, растачивают, торцуют, подрезают детали – т. е. осваивают около десяти различных операций работы на станках.

В конце обучения на филиале кафедры предполагается создание квалификационной комиссии по аттестации практических знаний и умений студентов, которые необходимы в работе на металлорежущем оборудовании. Успешно прошедшие аттестацию получают документ



о приобретении рабочей профессии: токаря, сверловщика, фрезеровщика и др.

Около 40% коллектива завода, от цеховых инженеров до директора предприятия являются выпускниками кафедры «МСИИ» (включая зам. главного технолога). Студенты, проходящие обучение на филиале кафедры сейчас, будем надеяться продолжат в дальнейшем хорошую традицию находить себе на заводе рабочее место после окончания вуза.

УДК 621.002(571.17)

РОЛЬ МАШИНОСТРОЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА

Г.М. Дубов, к.т.н. доц.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

На сегодняшний день машиностроительный комплекс Кемеровской области включает в себя несколько подотраслей: горно-шахтное, транспортное, сельскохозяйственное, коммунальное и строительное, а также оборонное машиностроение и, кроме того, приборостроение и автоматику. По данным департамента промышленности, торговли и предпринимательства региона, на долю горно-шахтного машиностроения в Кузбассе приходится более 70% продукции, которую выпускают предприятия отрасли. На втором месте - транспортное машиностроение примерно 15%. Порядка 50% общего объема продукции отрасли в Кузбассе производят примерно двадцать предприятий, подавляющее большинство из которых входят в состав крупных холдинговых структур.

В настоящее время структура экономики Кемеровской области повторяет общероссийскую: набирает вес сектор услуг – 39%, за услугами идет добывающая промышленность – 28%. Доля машиностроения же в экономике Кузбасса на сегодняшний день составляет – 2,6%, а численность работающих в отрасли - 35 тысяч человек. И здесь необходимо отметить, что в начале 90-х гг. прошлого века на долю машиностроительной отрасли приходилось около 7% промышленного производства, более 100 тыс. занятых.

Как известно машиностроение в целом традиционно выступает в качестве вспомогательной, или «подсобной», отрасли по отношению к другим отраслям. Кузбасское машиностроение в силу ряда объективных и субъективных обстоятельств в большей своей части обслуживает рынок полезных ископаемых. И предпосылок того, что положение дел может резко поменяться, на сегодня не просматривается. По крайней мере, до тех пор, пока угледобыча доминирует в экономике Кемеровской области.

«Вспомогательный» статус вместе с тем подразумевает опережающее развитие машиностроения по отношению к тем отраслям, которые служат местом приложения продукции его деятельности. Фактически машиностроение создает ту техническую базу, что определяет будущее нескольких отраслей промышленности.

Как было отмечено участниками круглого стола, организованном Общественной палатой Кемеровской области 3 апреля на площадке Кузбасской вагоностроительной компании, машиностроительный комплекс в регионе сильно утратил своё значение. Его доля в промышленном производстве Кузбасса значительно сократилась, а сама отрасль «превратилась в сервисно-ремонтное подразделение других отраслей». Это действительно так, но в первую очередь как результат достаточно длительного периода развития отрасли в последние двадцать лет. В то же время, если говорить о состоянии дел в машиностроительной отрасли Кемеровской области в последние годы, то накануне кризиса 2008-2009 гг. и уже после него для отрасли характерны заметные темпы роста, и появление новых подотраслей, которые, возможно, станут и точками роста, и основой отрасли в ближайшем будущем.

С началом рыночных преобразований машиностроение, как и многие другие отрасли, оказалась в трудной ситуации. Заговорили и продолжают говорить о хроническом кризисе



данного производства в Кузбассе, в какой-то мере обусловленном объективными причинами. И если двадцать лет назад значительная часть Кузбасского машиностроения работала по внешним заказам, в частности, производители горно-шахтного оборудования, по данным справочника «Кузбасс: Ресурсы. Экономика. Рынок», 60 - 70% своей продукции вывозили за пределы Кемеровской области. Ещё около четверти всей машиностроительной продукции приходилось на военные заказы. Сейчас из предприятий ВПК в отрасли остался только «Кемеровский механический завод», выпускающий боеприпасы, да и то периодически испытывающий трудности с получением государственного заказа.

В настоящее время в товарной структуре импорта Кемеровской области, опубликованной в сентябрьском номере журнала "Деловой Кузбасс", за первое полугодие 2012 года ввоз машин и оборудования, в том числе и горно-шахтного назначения составил около 80 %. В аналогичной структуре экспорта "машиностроительная" доля – 0,6%.

На сегодняшний день, очевидно, что темпы роста машиностроения в регионе полностью зависят от угледобывающей отрасли. Сегодня региональные производители ежегодно обеспечивают заказ угольных компаний Кузбасса только на 10% от общего спроса. Модернизация и переоснащение шахт в большинстве своем на сегодняшний день осуществляется за счет ввоза импортной техники. Таким образом, одной из основных проблем для дальнейшего развития машиностроительного комплекса Кузбасса является вывоз капитала.

По данным некоммерческой организации «Ассоциация машиностроителей Кузбасса», несмотря на ежегодное увеличение объемов выпуска продукции, открытие новых производств, удельный вес инновационной продукции в общем объеме производства кузбасского машиностроения, остается крайне низкой. Чтобы увеличивать долю производства инновационной машиностроительной продукции в регионе, прежде всего надо сформировать дееспособную инфраструктуру внедрения инноваций в промышленное производство и попытаться сообща находить пути решения актуальных проблем машиностроительной отрасли: от подготовки кадров до кооперации и координации в продвижении интересов предприятий на внутреннем и внешнем рынках.

Необходимо также отметить тот факт, что вступление России в ВТО ставит в зону повышенного риска очень важную для Кузбасса - машиностроительную отрасль, которая занимает третье место в области по объемам инвестиций в основной капитал. Таково мнение экспертов. Ближайшая перспектива, связанная с открытием доступа к иностранным производителям, повлечет не только для Кузбасса, но и в целом для России падение объемов производства до 7%.

Наиболее высокие темпы роста демонстрирует сейчас транспортное машиностроение. Рост объемов его производства за три последних года составил более чем в 5 раз. Теперь на первый план проблем в транспортировке грузов выходит не дефицит вагонов, а слабая транспортная инфраструктура и ее пропускная способность.

Кроме железнодорожной стратегии, очень отраднo появление нового транспортного направления в кузбасском машиностроении - производство грузопассажирского транспорта (производство автобусов в г. Ленинск-Кузнецкий). Тема транспортного машиностроения для перевозки пассажиров получила своё развитие. Ведь Кузбасс - это высокая концентрация городов и их сателлитов, угольных и промышленных предприятий, ведь, как известно общая протяженность автомобильных дорог области составляет более 7000 километров. Необходимость в хорошо налаженной транспортной инфраструктуре, оснащённой современным парком, а также близость сервисных услуг для этого парка - очевидна. Поэтому это очень хороший этап развития Кузбасского машиностроения, у которого есть все перспективы для дальнейшего роста.

Совсем недавно в Кемеровской области появилось производство большегрузных автомобилей "БелАЗ". Первый 90-тонный "БелАЗ" был собран в Прокопьевске. Конечно, пока это "отверточная" технология, но это значит, что данный рынок в Кузбассе перспективен. Раньше же машиностроение в основном было ориентировано на подземную добычу и большой кусок пирога – открытая добыча – оставалась за кадром.

Однако, несмотря на все возрастающую тенденцию к диверсификации машиностроительного комплекса Кузбасса, все же основным вектором развития регионального машиностроения по-прежнему остается угольная промышленность.



Мы живём в угольном регионе, поэтому, первое, на что должно ориентировать Кузбасское машиностроение, это, конечно, продукция для угледобывающей промышленности. Всё то, что обеспечивает работу под землёй и в открытых разрезах, и то, что предназначено для вывоза угля из разрезов, из шахт. Это угольное и транспортное машиностроение.

И в перспективе, будущее машиностроительной отрасли Кузбасса зависит от того, сможет ли она найти новые «точки роста» и направления, новые рынки, сохраняя прежнюю специализацию и ориентиры производства.

Секция «Информационные и автоматизированные производственные системы»

УДК 004.021

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПОЛЁТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.Д.Елисеев

Научный руководитель: О.Н. Ванеев

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Базовой организацией для проекта является: «Авиационный Отряд Специального Назначения ГУ МВД России по Кемеровской области». Основная деятельность предприятия – реализация функций и задач возложенных на Главное Управление МВД России по Кемеровской области (охранная деятельность, осуществление перевозок сил и средств органов внутренних дел Кемеровской области и т.д.).

Базовым бизнес-процессом, для разрабатываемой системы, является БП «объективного контроля полетной информации». Данный процесс представляет собой комплекс мероприятий по сбору, обработке и анализу информации о работоспособности авиационной техники, качестве выполнения полетных заданий, соблюдении правил летной и технической эксплуатации авиационной техники, с целью повышения безопасности полетов. Процесс выполняется каждый раз, после проведения полетов, пока БП не будет завершен, воздушное судно нельзя выпускать в полет. Таким образом базовый бизнес-процесс непосредственно влияет на основной БП, плюс ко всему является весьма важным в плане безопасности полетов.

Базовый бизнес-процесс закреплён за группой объективного контроля, однако в нём также принимают участие начальники служб инженерно-авиационной и летной. Реализован процесс в настоящее время с использованием специальных программ для экспресс-анализа и просмотра графиков летных параметров, а для хранения и передачи летных данных используются преимущественно файлы Excel.

За счёт анализа базового БП было определено, что для решения поставленной цели требуется автоматизировать следующие подпроцессы (функциональная диаграмма базового БП показана на слайде):

- процесс ввода данных;
- создание отчетов;

Также будет присутствовать своя реализация для:

- процесса экспресс-анализа;
- просмотра графиков летных параметров;

Кроме того, в базовом БП появится процесс авторизации пользователя работающего с системой и определения доступных для него функций.

На основании выявленных элементов, требующих автоматизации были определены следующие задачи:



- автоматизация работы с данными (ввод, обновление, хранение);
- автоматизация формирования отчетности;
- проведение экспресс-анализа;
- просмотр графиков летных параметров;
- создание авторизации.

Данные требования, отображены в виде диаграммы вариантов использования (представлена в презентации), что позволяет показать функции системы, а также актеров, которые будут вызывать эти функции.

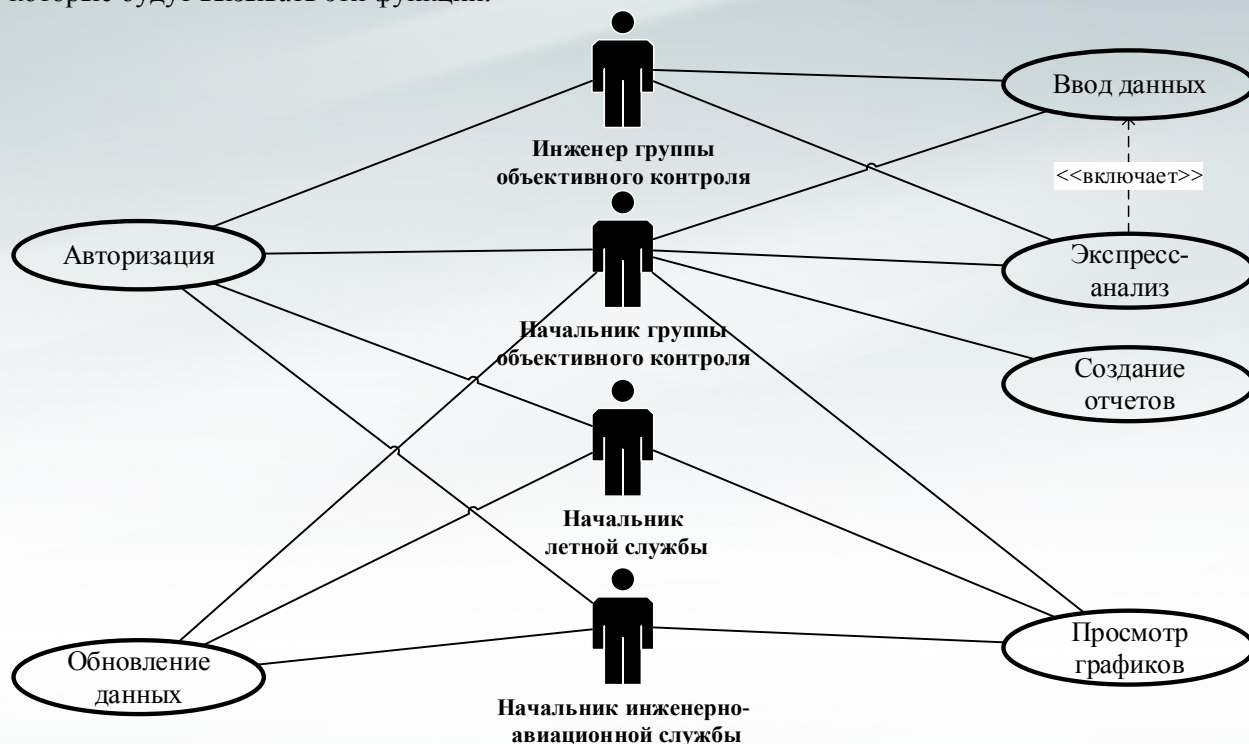


Рисунок 1 - Диаграмма вариантов использования для системы

Для обеспечения выполнения функций системы было спроектировано хранилище данных на основе СУБД PostgreSQL 9.1. Клиентское приложение писалось на языке C#, для разработки клиента были использованы следующие библиотеки: Npgsql.dll (для использования ADO.NET и PostgreSQL), ZedGraph (для построения графиков), Microsoft.Office.Interop.Word.dll и Microsoft.Office.Interop.Excel.dll (для автоматизации работы с Word и Excel).

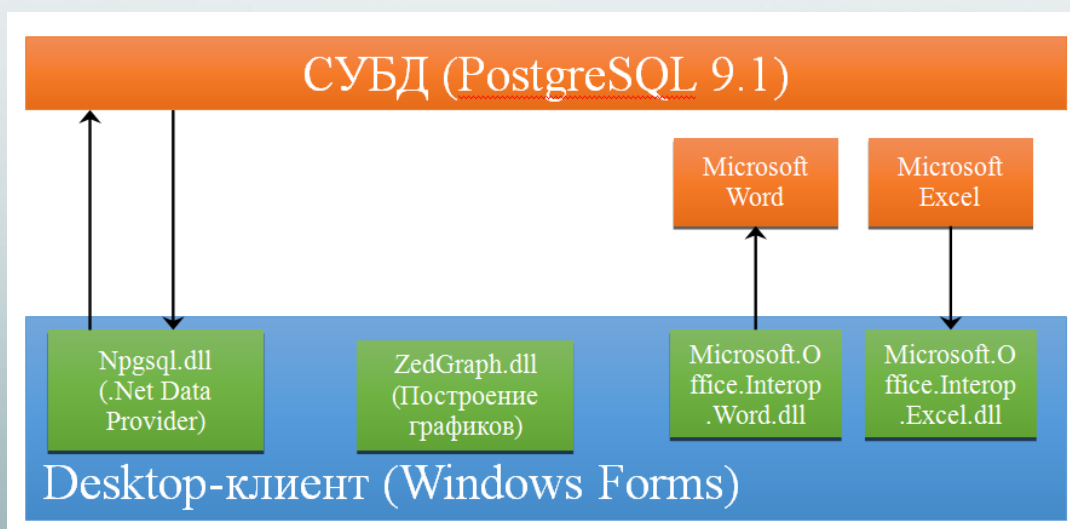


Рисунок 2 - Архитектура системы



Для создания подсистем экспресс-анализа и просмотра графиков необходимо работать с двоичными файлами в которых содержатся записанные параметры полета. Для этого необходимо знать структуру этих двоичных файлов.

Вся информация записываемая в файл копии летных параметров состоит из так называемых информационных кадров. Каждый кадр записывается бортовым устройством регистрации в течении 4 секунд. Кадр состоит из 4 односекундных подкадров, каждый из которых содержит 64 двенадцатиразрядных слова (примерная структура подкадра показана на рисунок3.).

1.Синхро- слово	9.Общий шаг НВ	17.Темпера- тура газов правого двигателя	25.Общий шаг НВ	33.Опозна- вательные данные	41.Общий шаг НВ	49.Темпера- тура газов правого двигателя	57.Общий шаг НВ
2.Перегруз- ка по вертикали	10.Пере- грузка по вертикали	18.Пере- грузка по вертикали	26.Пере- грузка по вертикали	34.Пере- грузка по вертикали	42.Пере- грузка по вертикали	50.Пере- грузка по вертикали	58.Пере- грузка по вертикали
3.Угол крена лев. АГ	11.Попереч. отклонение ручки ЦШ	19.Угол крена лев. АГ	27.Попереч. отклонение ручки ЦШ	35.Угол крена лев. АГ	43.Попереч. отклонение ручки ЦШ	51.Угол крена лев. АГ	59.Попе- речн. откл. ручки ЦШ
...	...	...	...	...	...	...	...

Рисунок 3 - Структура информационного подкадра

Для обеспечения выборки при обработке записанной полетной информации и повышения достоверности регистрируемой информации первое слово в каждом подкадре является синхрословом. Оно используется в качестве адресного признака и имеет постоянное, строго определенное значение кода для каждого подкадра.

Для того чтобы закодировать каждую единицу измерения времени, будь то секунды, минуты или часы, используется по 4 бита для десятков и единиц (показано в презентации). В нашем случае для работы с двоичными данными удобно использовать логический оператор "И" (побитовое "И"), а также оператор сдвига битов (в С# - "<<" (сдвиг влево), ">>" (сдвиг вправо)) (пример расшифровки показан в презентации).

Однако большинство полетных данных шифруется несколько иным способом. В них младший бит используется для хранения разовых команд. Разовая команда представляет появление или отсутствие некоторого события (или признака) воздушного судна. Остальные одиннадцать разрядов слова предназначены для хранения данных измерения самого параметра. Однако эти данные не являются непосредственным физическим значением параметра, а являются аргументом функции, которая отображает зависимость между кодом и физическим значением (более подробно показано на рисунке 4.).



Исходное значение: 00 0010 00 0110₂ (134 в десятичной системе счисления)

int units = 134 & 15; //получение количества единиц секунд

//в переменной **units** хранится число 6

Операция побитовое “И”:

```
00 0010 00 0110
& 00 0000 00 1111
-----
00 0000 00 0110
```

110₂ = 6₁₀

int tens = (134 & 960) >> 6; //получение количества десятков секунд

// в переменной **tens** хранится число 2

```
00 0010 00 0110
& 00 1111 00 0000
-----
00 0010 00 0000
```

Операция сдвига разрядов вправо:

10 00 0000 >> 6 = 10₂ (2 в десятичной системе счисления)

int sec = tens * 10 + units; // итоговое значение количества секунд: 26.

Рисунок 4 - Принцип расшифровки времени

Теперь, зная как получать данные летных параметров из файлов копий, можно создать подсистемы просмотра графиков и экспресс-анализа. Если говорить о просмотре графиков, то все что требуется для их отображения, это получить набор значений летных параметров и разместить их на временном отрезке (цена деления временного отрезка, не более секунды для большей точности) (изображение формы просмотра графиков представлено на рисунке5.).

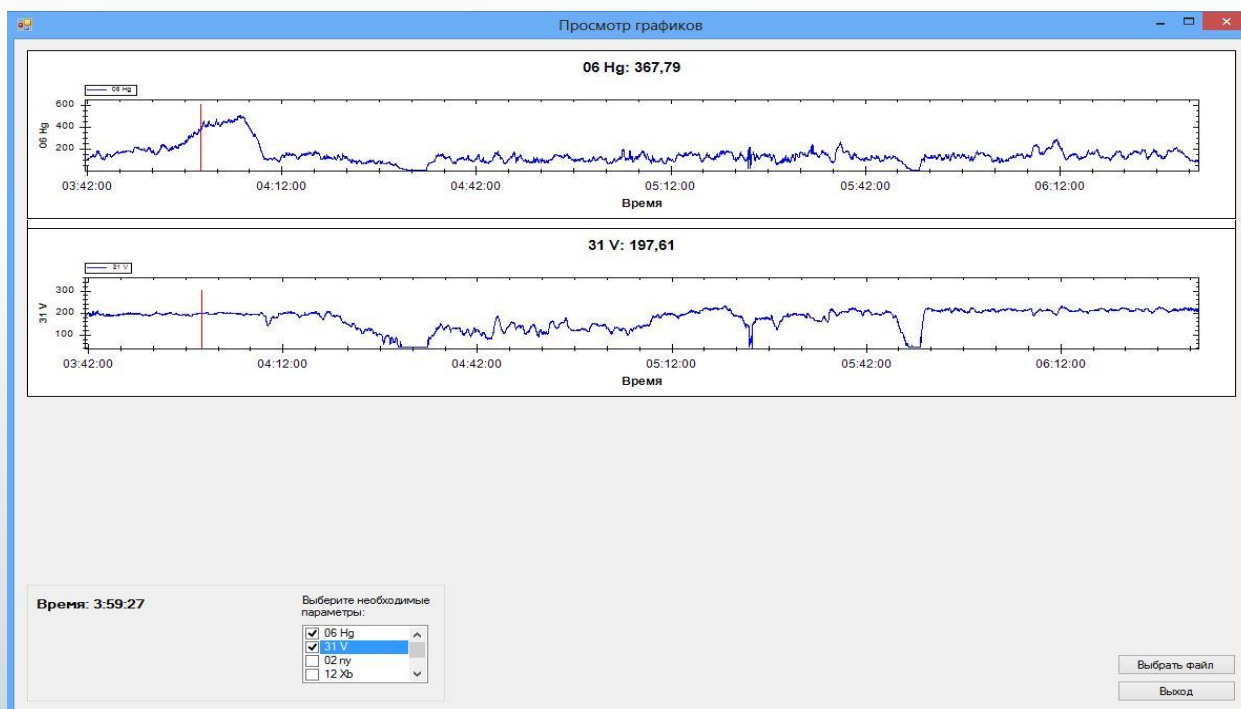


Рисунок 5 - Форма просмотра графиков летных параметров

Экспресс-анализ полетных данных состоит из решения большого количества логических выражений определяющих признаки, готовности и события (пример логического выражения показан на слайде). Алгоритм экспресс-анализа состоит в том чтобы пройти все информационные подкадры, решая для каждого из них логические выражения и записывая необходимые события в случае их возникновения.

В итоге, была разработана информационная система, в которой были воспроизведены следующие функции: работа с полетными данными (ввод, обновление, хранение данных), авторизация (также в зависимости от типа пользователя, происходит разграничение функций



системы), создание отчетности по данному БП. Также был разработан основной функционал для подсистемы просмотра графиков и подсистемы экспресс-анализа.

Список источников:

1. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем
М: «Финансы и статистика», 2004
2. Принципы проектирования и разработки программного обеспечения. Учебный курс MCSD / пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: ИТД "Русская Редакция", 2002. – 736 с.
3. Троелсен, Эндрю. C# и платформа .NET 3. пер. с англ. В. Щербинин Publication СПб. Питер 2008

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ PROTEUS ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

А.Ю. Иноземцев, студент группы ИТб-112,
Научный руководитель: И.С. Сыркин, доцент кафедры ИиАПС
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Современный мир полон механических устройств, управляемых электроникой. Совокупность этих компонентов называется мехатроникой. Главным элементом многих механических устройств являются электрические двигатели разных типов: двигатели постоянного тока, асинхронные, синхронные, и многие другие. Одним из перспективных типов двигателей является бесколлекторный двигатель постоянного тока. К его достоинствам можно отнести:

- Широкий диапазон изменения частоты вращения
- Бесконтактность и отсутствие узлов, требующих техобслуживания — бесколлекторная машина
- Возможность использования во взрывоопасной и агрессивной среде
- Большая перегрузочная способность по моменту
- Высокие энергетические показатели КПД равно 93 %
- Большой срок службы, высокая надёжность и повышенный ресурс работы за счёт отсутствия скользящих электрических контактов.

Эти достоинства привели к широкому распространению этих двигателей. Применение бесколлекторных двигателей имеет весьма широкий спектр, начиная от двигателей вращения CD/DVD приводов и до индустриального оборудования. Бесколлекторные двигатели нашли свое применение даже в космической индустрии.

Преимущества данных двигателей компенсируются сложностью их управления. Для того, чтобы двигатель вращался, на его обмотки необходимо подавать напряжение нужной формы в зависимости от положения вала. За положением вала следят датчики холла. Основываясь на их показаниях, система управления коммутирует напряжение на выводах, как показано на рисунке .

Цель данной работы – моделирование мехатронных устройств в среде Proteus.

Задачи: изучить устройство и технические характеристики микроконтроллера, изучить устройство, управление и характеристики бесколлекторного электродвигателя, смоделировать управление бесколлекторного электродвигателя с помощью микроконтроллера.

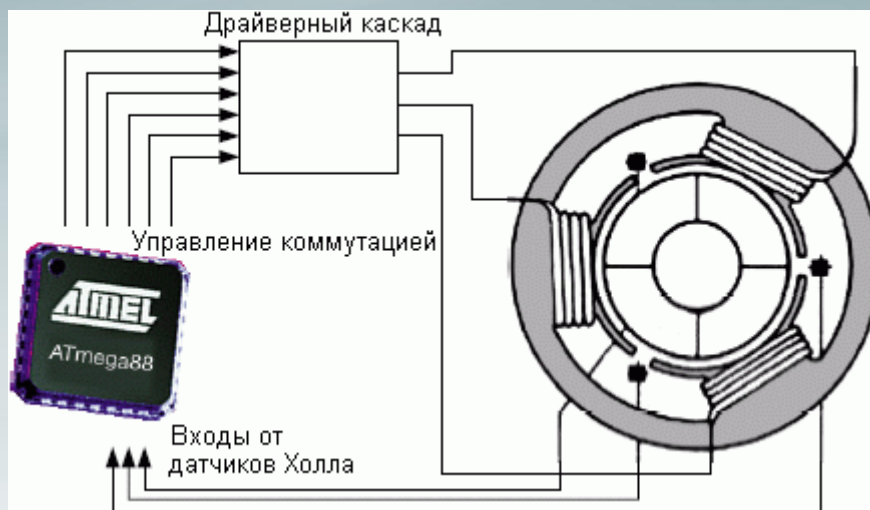


Рисунок 1 - Правила коммутации обмоток

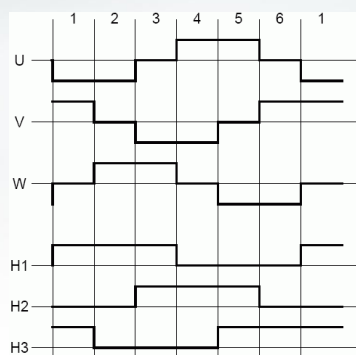


Рисунок 2 - Правила коммутации обмоток

Основой создаваемой модели системы управления бесколлекторным двигателем будет микроконтроллер PIC16F877. Его возможности позволяют обрабатывать данные, поступающие с датчиков Холла и вырабатывать выходные значения, подаваемые на силовой каскад в соответствии с рисунком .

Слабые токи на выходах микроконтроллеров не позволяют непосредственно подключать к ним выводы электродвигателей. Силовой коммутацией электрического тока занимается специальный модуль схемы - силовая часть (3-фазный модулятор, драйверный каскад). Силовая часть построена по полномостовой схеме. Управление силовыми транзисторами требует подачи на их затворы больших токов, для этого используются драйверы, собранные на слаботочных транзисторах. Схемы логической части на микроконтроллере и силовой части приведены на рисунках , .

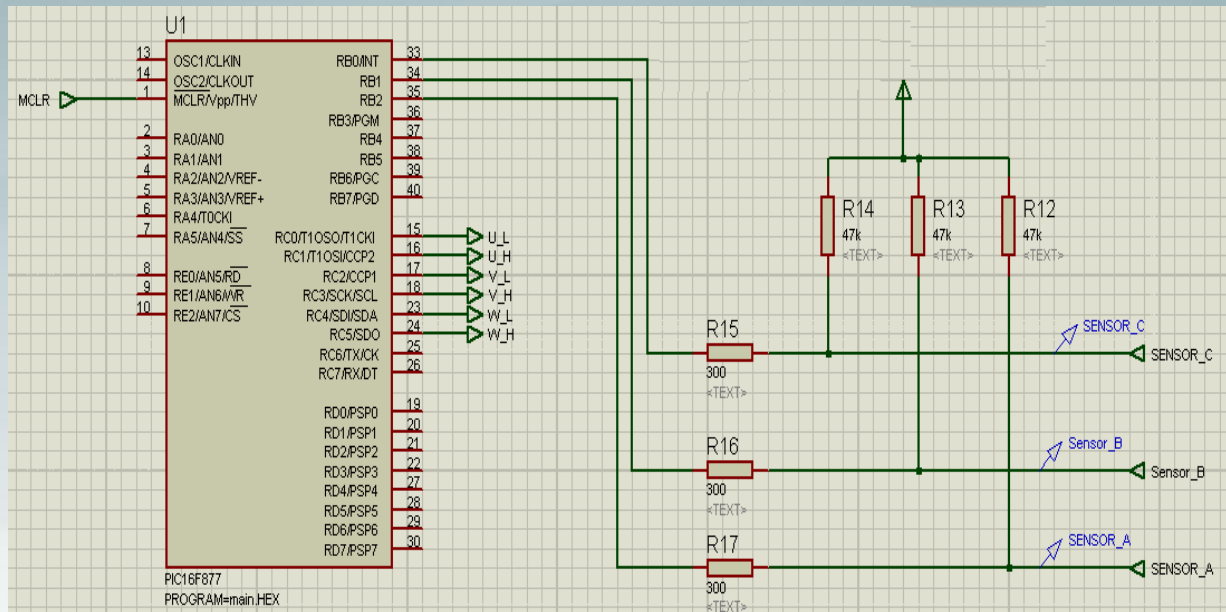


Рисунок 3 - Схема логической части

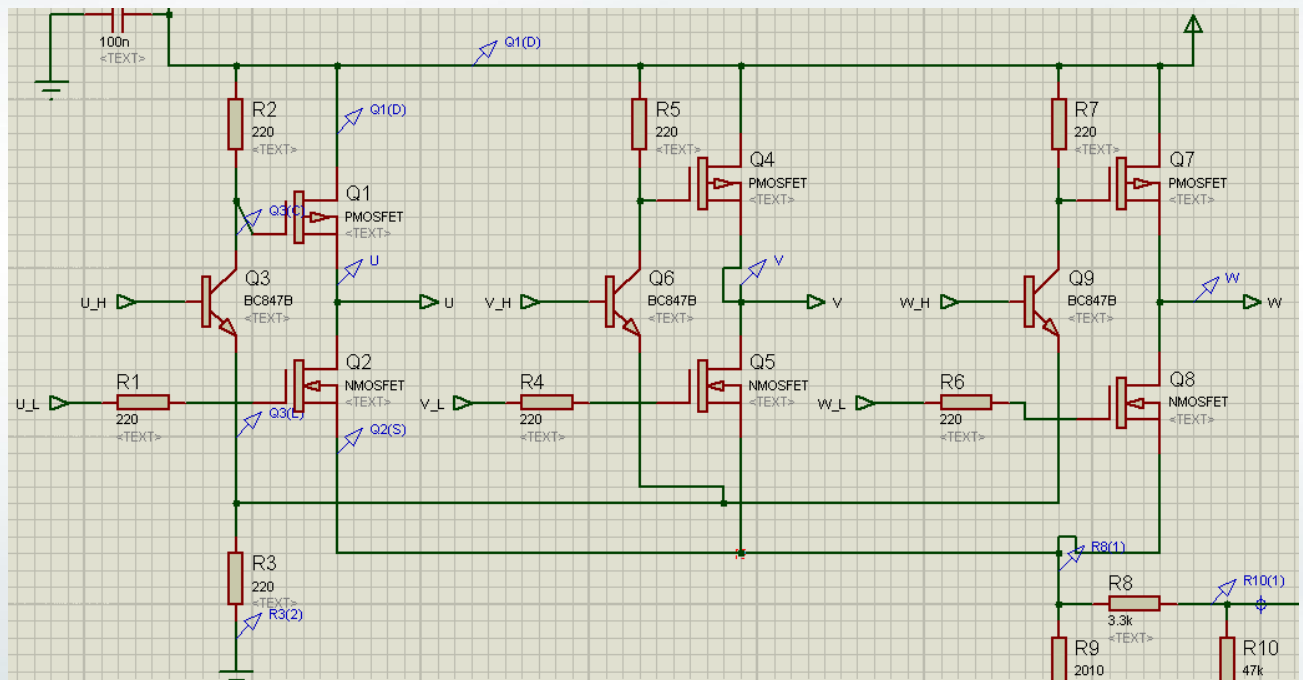


Рисунок 4 - Схема силовой части

Диаграмма работы схемы приведена на рисунке

Алгоритм управления бесколлекторным двигателем я выбрал наиболее простой и помехоустойчивый.

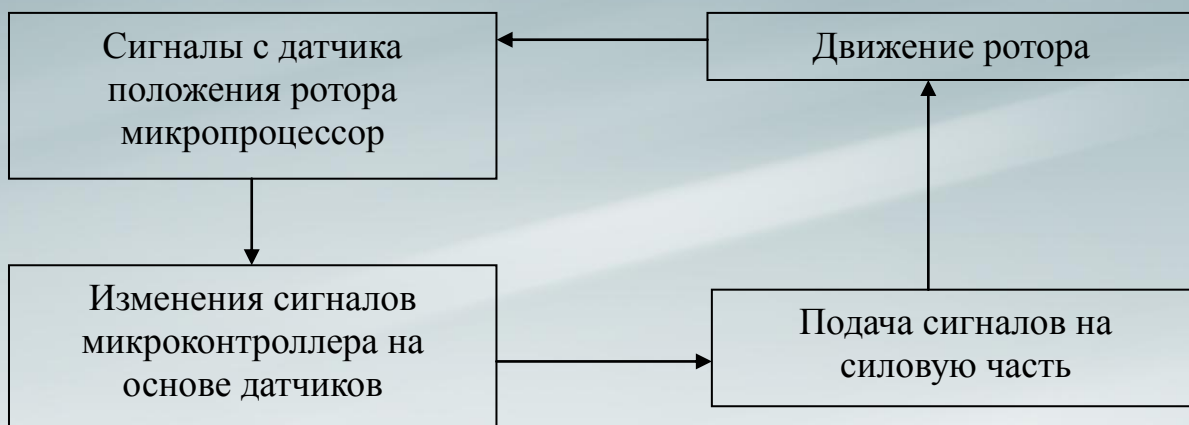


Рисунок 5 - Диаграмма работы системы управления бесколлекторным двигателем

После разработки электрических схем была написана программа для микроконтроллера, реализующая диаграмму работы устройства (рисунок) в соответствии с рисунком .

В результате моделирования данной схемы была продемонстрирована возможность моделирования мехатронных систем в среде Proteus.

Список источников:

1. www.microchip.com
2. www.atmel.com

УДК519.876.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Полетаев В.А., Зиновьев В.В., Стародубов А.Н., Цигельников А.И.
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Система имитационного моделирования автоматизированных производств, рассмотренная в работе [2], позволяет создавать различные варианты автоматизированных производственных систем (АПС) и производить их оценку по следующим параметрам: коэффициент загрузки оборудования, производительность системы и коэффициент приведенных затрат.

В данной работе проводятся исследования направленные на повышения производительности АПС при максимальной загрузке оборудования:

- определение минимально необходимого количества станков-дублеров в каждом РТК;
- определение минимального числа транспортных средств.

Задачей первого исследования являлась оценка минимально необходимого количества станков-дублеров в каждом РТК на производительность АПС. АПС состоит из 5 РТК, с программой выпуска 150 деталей в сутки. В ходе серии экспериментов постепенно снижалась средняя загрузка РТК, входящих в состав АПС, за счет увеличения количества станков дублеров.Порядок проведения экспериментов был следующим. Первоначальная структура АПС оценивалась с помощью имитационных моделей GPSS/H, выявлялась наиболее загруженная РТК. Производительность комплекса оценивалась по времени изготовления партии деталей. Для увеличения снижения коэффициент загрузки РТК, в его состав добавлялся



еще один обрабатывающий станок. Затем производилась оценка полученной структуры АПС и выбор новой РТК, для добавления дополнительной единицы оборудования. В результате проведения серии экспериментов построен график, представленный на рисунке 1.

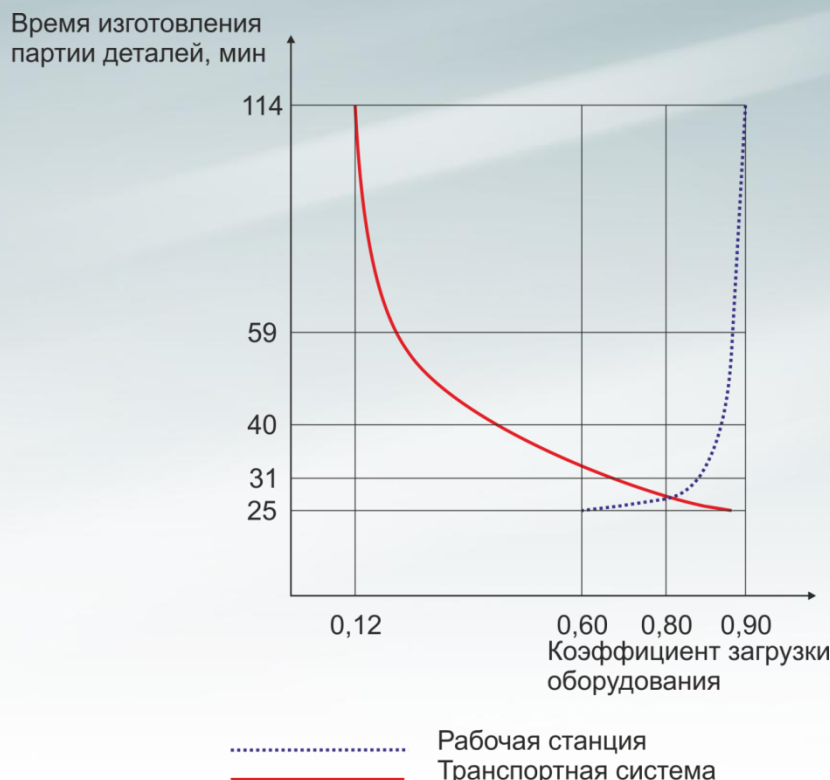


Рисунок 1 - График зависимости времени изготовления партии деталей от среднего коэффициента загрузки оборудования и транспортной системы.

Как видно из графика, с уменьшением коэффициента загрузки РТК, уменьшается время изготовления партии деталей, следовательно, происходит рост производительности АПС, при этом увеличивается загрузка транспортной системы (увеличивается число заявок на транспортировку). При достижении коэффициента загрузки транспортной системы значения 0,8, рост производительности прекращается. Дальнейший рост производительности достигим улучшением характеристик транспортной системы.

Задачей второго исследования являлось определение минимального количества роботизированных тележек, обеспечивающих максимальную производительность. Для решения этой задачи была произведена серия экспериментов, варьировалось количество роботизированных тележек от 1 до 7. Для каждого варианта создана имитационная модель, получены данные о производительности АПС и загрузке оборудования. На рисунок 2 приведен график зависимости времени необходимого на производство заданного количества деталей от количества роботизированных тележек.

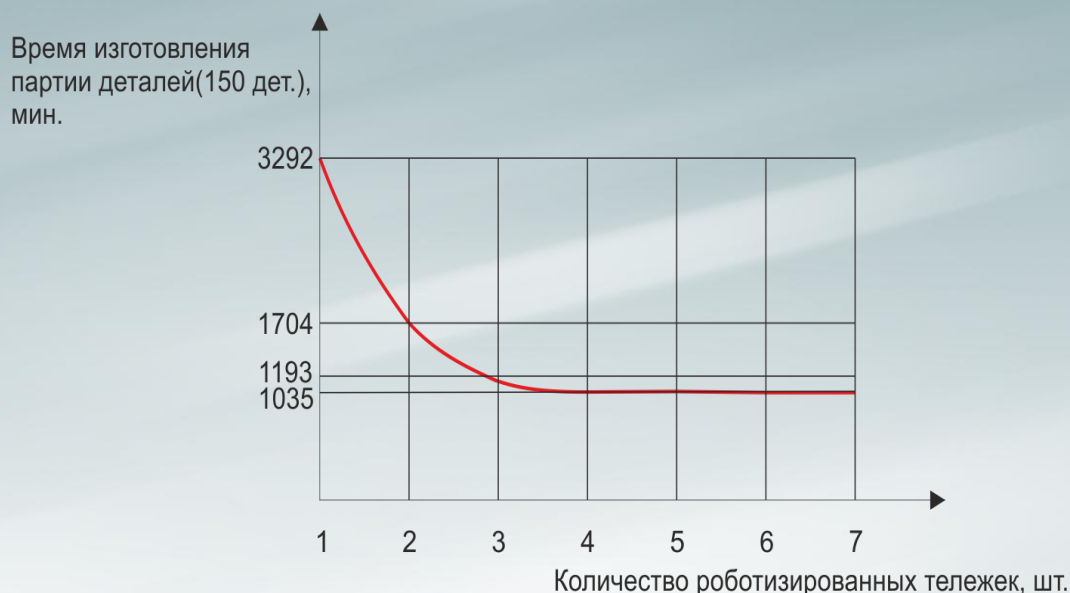


Рисунок 2 - График зависимости времени изготовления партии деталей от количества роботизированных тележек.

При увеличении количества роботизированных тележек, отмечается рост производительности. Рост производительности наблюдается до тех пор, пока он не ограничивается производительностью обрабатывающего оборудования.

На рисунок 3 представлен график зависимости загрузки оборудования от количества роботизированных тележек.



Рисунок 3 - График зависимости коэффициента загрузки оборудования (наиболее загруженного участка технологической цепочки) от количества роботизированных тележек

Из графиков 2 и 3 видно, что рост производительности АПС (сокращение времени изготовления партии деталей) наблюдается при увеличении количества транспортных средств, до тех пор пока не ограничивается производительностью РТК. При загрузках хотя бы одной из РТК технологической цепочки до 80%, происходит постепенное замедление роста и при величине загрузки РТК более 93%, дальнейшее увеличение числа роботизированных тележек становится не целесообразно.



Для приведенного частного случая 3 роботизированные тележки обеспечивают наибольшую производительность АПС.

Результаты исследований:

- Увеличение производительности РТК, увеличивает производительность АПС, до тех пор пока загрузка транспортной системы не достигает 80%, дальнейший рост производительности возможен лишь за счет увеличения пропускной способности транспортной системы.
- При коэффициенте загрузки РТК равном 80-90%, увеличение производительности транспортной системы оказывается не эффективным.

Список источников:

1. Зиновьев В. В., Стародубов А.Н. Моделирование систем при помощи компьютерной имитации и анимации : учеб.пособие / – Кемерово, Кузбас. гос. техн. ун-т. 2010. – 118 с.
2. Полетаев, В. А., Зиновьев, В. В., Стародубов, А. Н., Чичерин, И. В. Проектирование компьютерно-интегрированных производственных систем / под ред. В. А. Полетаева. – М. : Машиностроение, 2011. – 324 с.
3. Полетаев, В. А., Зиновьев В.В., Стародубов А.Н., Дорофеев Д.Ю. “Энерготехнологический комплекс по глубокой переработке угля” .Вестник КузГТУ. – Кемерово, – 2011. – № 6

Секция «Металлорежущие комплексы и оборудование»

УДК 621.922.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ И РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ ОТРЕЗНЫХ КРУГОВ НА ИХ РЕЖУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И ОБЩИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ПРИ ОТРЕЗНОМ ШЛИФОВАНИИ

Е.С. Шмаков, аспирант

Научный руководитель: В.А. Коротков, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

С целью установления целесообразности перехода на повышенные рабочие скорости отрезного шлифования, на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты» КузГТУ проведены исследования влияния повышения увеличения прочности и рабочей скорости отрезных кругов на их эксплуатационные показатели.

Исследования проводились на базе специально сконструированного стенда с бесступенчатым регулированием скорости вращения шпинделя. Вместо штатного асинхронного электродвигателя на стенде установлен двигатель постоянного тока мощностью 2,2 кВт, запитываемый от тиристорного привода. За счет этого обеспечивалось бесступенчатое регулирование скорости вращения шпинделя в пределах 860 – 20740 об/мин. Наружные диаметры испытываемых шлифовальных кругов могли варьироваться в пределах 115 – 300 мм; диаметры посадочных отверстий кругов $d \geq 22$ мм; высота испытываемых шлифовальных кругов $h \leq 5$ мм; обеспечиваемые максимальные рабочие скорости кругов составляли $V \geq 125$ м/с.

Для проведения испытаний на различных рабочих скоростях использованы круги фирмы “Kronenflex” 300x3x25,4 A 24 R Supra BF 100 m/s (14A 80H T1 БУ 100 м/с). Основными исследуемыми показателями являлись режущая способность кругов, коэффициент шлифования, эффективная мощность резания и температура вблизи зоны отрезки.



Поиск рациональных режимов резания состоял в нахождении оптимального усилия прижатия заготовки к кругу при рабочей скорости 100 м/с. В данном случае это усилие прижатия заготовки к кругу составило $F=42\text{Н}$. В качестве заготовок использовались трубы 21,3×2,8 из конструкционной стали марки 10, трубы 20×2 из нержавеющей стали 12Х18Н10Т и трубы 20×2 из стали ШХ15, закалённые в масле на твёрдость HRC 60.

Повышение прочности отрезных кругов позволило увеличить их максимальную рабочую скорость с 80 до 100 м/с. Вследствие этого, с целью получения достоверных результатов и построения соответствующих зависимостей, скорость кругов дискретно изменяли в пределах от 80 до 100 м/с через каждые 5 м/с. Испытания проводились на выбранных режимах резания, оборудовании и заготовках.

Оценка эффективной мощности резания опытных отрезных кругов при различных рабочих скоростях проводилась одновременно с оценкой их режущей способности и коэффициентов шлифования. Полученные результаты представлены на графике (рисунок 1).

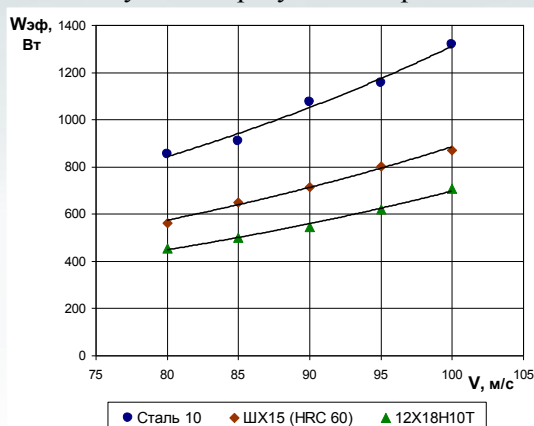


Рисунок 1 - Зависимость эффективной мощности резания ($W_{\text{эф}}$) от рабочей скорости отрезных кругов (V) при обработке различных материалов.

Установленные зависимости эффективной мощности резания при работе отрезных шлифовальных кругов от их рабочей скорости адекватно выражаются экспоненциальными функциями следующего вида:

$$\text{Сталь 10: } W_{\text{эф}} = 143,47 \cdot e^{-0,0221 \cdot V} \quad R^2 = 0,98 \quad (1)$$

$$\text{ШХ15 (HRC 60): } W_{\text{эф}} = 101,15 \cdot e^{-0,0217 \cdot V} \quad R^2 = 0,99 \quad (2)$$

$$\text{12Х18Н10Т: } W_{\text{эф}} = 76,133 \cdot e^{-0,0221 \cdot V} \quad R^2 = 0,98 \quad (3)$$

Выявленные зависимости (рисунок 1) свидетельствуют о том, что увеличение рабочей скорости кругов повышает эффективную мощность при отрезке. Так, при переходе от рабочей скорости $V=80$ м/с к $V=100$ м/с, эффективная мощность резания возрастает, в среднем, на 55% при разрезке сталей 10, ШХ 15 и 12Х18Н10Т. При этом, наибольшие значения наблюдаются при разрезке стали 10, ввиду наибольшей толщин стенок разрезаемых труб (2,8 мм). При одинаковой толщине стенки разрезаемых труб, равной 2мм, (у труб из ШХ15 и 12Х18Н10Т) эффективная мощность пропорциональна режущей способности кругов.

Оценка эффективной мощности резания позволила также определить общие затраты электроэнергии при работе отрезных кругов на различных рабочих скоростях. Для определения общих затрат электроэнергии при эксплуатации шлифовальных кругов необходимо знать величины мощностей рабочих ходов, а также продолжительность обработки. Мощности рабочих ходов, в свою очередь, включают эффективные мощности резания (рисунок 1) и мощности холостых ходов (рисунок 2, а). Экспериментальные данные зависимости режущей способности отрезных кругов от их рабочей скорости, позволяют рассчитать время работы отрезного круга при выполнении заданного объема работы. На этой основе определено время работы отрезных кругов при осуществлении на разных рабочих скоростях 25-ти резов трубы (срезаемая масса металла составляла ≈ 100 г). Полученные зависимости представлены на рисунок 2, б.

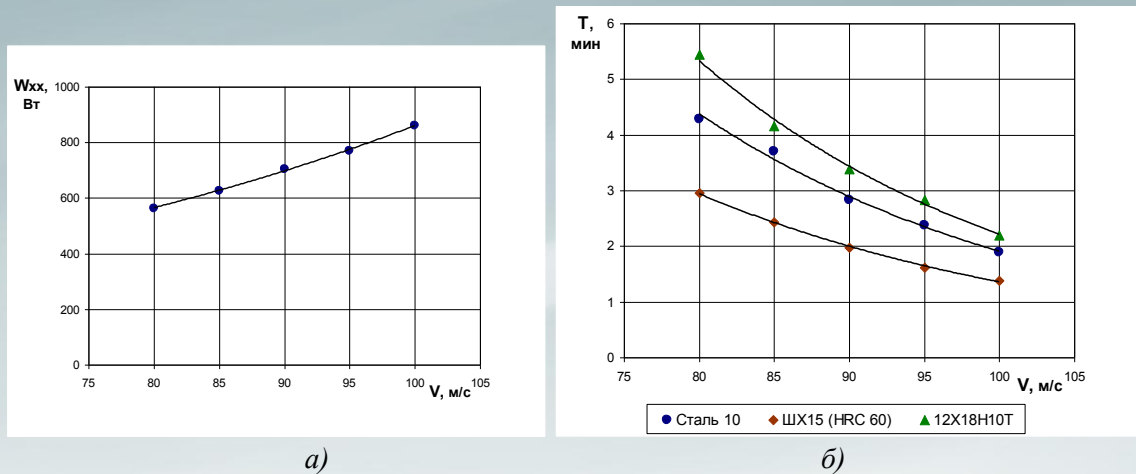


Рисунок 2 - Зависимость мощности холостых ходов W_{xx} (а) и машинного времени T (б) от рабочей скорости кругов (V)

Известные величины мощностей рабочих ходов, а также времени работы отрезных кругов позволили определить общие затраты электроэнергии при переходе 100 г заготовки в стружку на каждой сравниваемой рабочей скорости. Результаты по оценке энергозатрат при различных рабочих скоростях отрезных кругов представлены на графике (рисунок 3).

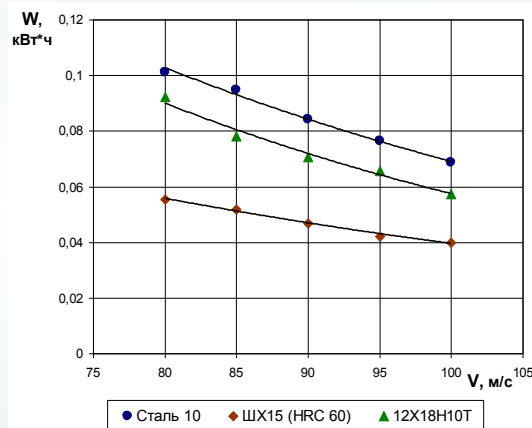


Рисунок 3 - Энергозатраты (W) при срезании 100 г заготовки на различных рабочих скоростях кругов (V)

Из зависимостей, представленных на рисунок 3, следует, что при переходе от рабочей скорости $V=80$ м/с к $V=100$ м/с, затраты электроэнергии снижаются на 32%, 28% и 37% раза при обработке сталей 10, ШХ 15 и 12X18H10T соответственно (т.е., в среднем, - на 32%). Наименьшие затраты электроэнергии характеризуют работу отрезных кругов на скорости 100 м/с.

Основная причина, определяющая характер выявленной зависимости, состоит в том, что значительно сокращается время отрезки заготовок при увеличении рабочей скорости отрезных шлифовальных кругов (в среднем, - в 2,3 раза). При этом, рост эффективной мощности резания и мощности холостого хода не столь значителен (в среднем, - в 1,5 раза). При повышении рабочей скорости отрезных кругов процесс резания протекает более благоприятно, с меньшими деформациями обрабатываемых материалов и, соответственно, общие энергозатраты уменьшаются. Полученные данные коррелируют с результатами исследований [5], где выявлено, что на ряде машиностроительных предприятий при модернизации шлифовального оборудования и переходе на повышенные скорости резания, несмотря на возросшие единовременные затраты электроэнергии, ввиду сокращения времени операций шлифования в целом зафиксирована экономия энергоресурсов.



Список источников:

1. Коротков А.Н. Повышение эксплуатационных возможностей шлифовальных инструментов: Монограф. – Кемерово: изд-во ГУ КузГТУ, 2005. – 232 с.
2. Коротков В.А. Повышение эксплуатационных возможностей отрезных шлифовальных кругов: Монограф. – М.: Машиностроение, 2009. – 178 с.
3. Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей. – М.: Машиностроение, 1974. – 279 с.
4. Маслов Е.Н. Теория шлифования металлов. – М.: Машиностроение, 1974. – 319 с.
5. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. – Л.: Машиностроение, 1979. – 246 с.

УДК 621.922.02.001.5

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОРИЕНТИРОВАННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ЗЁРНАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИЛОВЫХ НАГРУЗКАХ

Е.М. Минкин, аспирант

Научный руководитель: В.А. Коротков, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Для определения объёмной прочности зёрен на кафедре металлорежущих станков и инструментов КузГТУ проведены исследования по оценке напряжённого состояния на границе их заделки в связку. Для этого, в связи с особенностями функционирования программного комплекса «SolidWorks», контур моделей зёрен преобразован по характерным точкам в единую криволинейную поверхность без разбивки на секторы. К полученной модели зерна прикладывались силы, действующие на реальное единичное шлифовальное зерно марки 13A40H в отрезном шлифовальном круге ($P_y=0,533$ Н; $P_z=0,141$ Н), при различных вариантах ориентации и заделки в связку [1]. При этом установлено, что, в зависимости от конкретного варианта ориентации, максимальные напряжения возникают на различных участках модели зерна по границе заделки в связку.

Для более полного представления о напряженном состоянии модели шлифовального зерна при всех вариантах её ориентации снимались и анализировались данные в трёх характерных зонах по границе заделки зерна в связку: слева, по-центру и справа (рисунок 1) (рисунок 2).

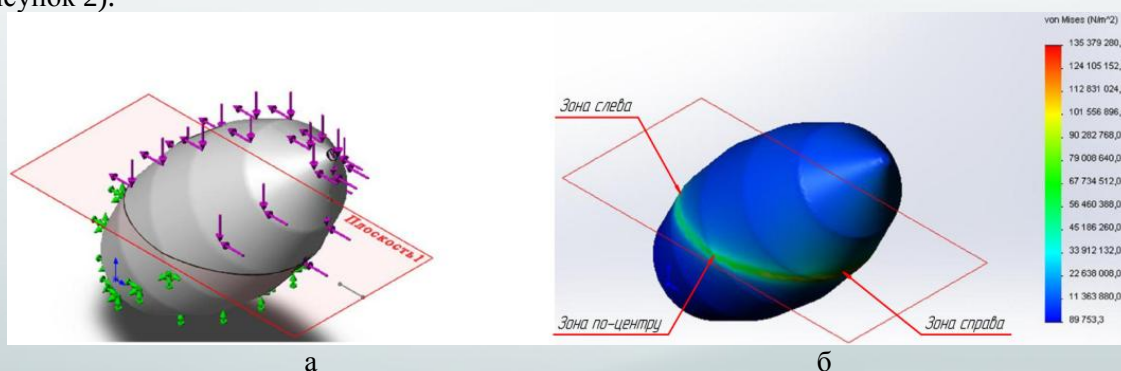


Рисунок 1 - Схема нагружения (а) и картина напряжений по границе заделки в связку (б) в модели шлифовального зерна 13A40H с $K_f=2,4$ и углом ориентации $\Theta=45^\circ$ до $1/2L$ закреплённой в связке.

Данные графика (рисунок 2) показывают, что наименьшие напряжения возникают при тангенциальной ориентации зерна. Далее, в диапазоне от $\Theta=11^\circ 15'$ до $\Theta=45^\circ$ происходит существенный рост напряжений, при этом максимальные значения достигаются в «зоне справа» под свесом выступающей части зерна.

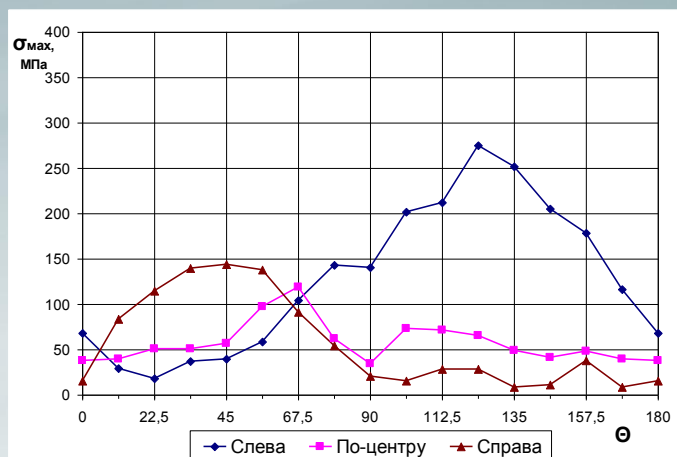


Рисунок 2 - Напряжения в модели шлифовального зерна 13A40H, закреплённой до 1/2L, с $K_f=2,4$ по границе заделки в связку при различных углах ориентации.

В следующем диапазоне от $\Theta=45^\circ$ до $\Theta=67^\circ30'$ происходит снижение максимальных напряжений до значений, приближённых к варианту тангенциальной ориентации. При этом, очевидно, что снижение максимальных напряжений при $\Theta=67^\circ30'$ происходит в результате равномерного распределения напряжений в объёме зерна (слева, по-центру и справа) по границе заделки в связку. Такое распределение напряжений достигается за счёт того, что угол ориентации зерна $\Theta=67^\circ30'$ близок к направлению вектора результирующей силы R от действия сил P_y и P_z . При последующем увеличении угла ориентации в диапазоне от $\Theta=67^\circ30'$ до $\Theta=123^\circ45'$ происходит значительный рост напряжений до наибольших наблюдаемых значений. Максимально нагруженная зона здесь - «зона слева» под свесом выступающей части зерна.

Дальнейшие исследования по установлению рациональных углов ориентации шлифовальных зёрен с учётом разновидностей их формы ($K_f=1,6$; $K_f=2,4$; $K_f=3,2$; $K_f=4,0$; $K_f=4,8$) выявили аналогичный характер распределения максимальных напряжений (рисунок 3).

Полученные данные (рисунок 3) показывают, что для всех углов ориентации зёрен при увеличении их коэффициента формы максимальные напряжения существенно возрастают. При наиболее рациональном угле ориентации $\Theta=67^\circ30'$ при переходе от $K_f=1,6$ до $K_f=4,8$ максимальные напряжения возрастают в 4,2 раза (с $\sigma_{\max}=79,8$ МПа до $\sigma_{\max}=335,6$ МПа). При наименее рациональном угле ориентации $\Theta=123^\circ75'$ при переходе от $K_f=1,6$ до $K_f=4,8$ максимальные напряжения возрастают в 7,7 раза (с $\sigma_{\max}=187,7$ МПа до $\sigma_{\max}=1443,9$ МПа).

Далее были проведены сравнительные исследования по установлению напряженного состояния зёрен 13A40H в отрезных кругах при обработке различных материалов – разрезке труб 21,3x2,8 из стали 10, труб 20x2 из стали ШХ15 (HRC 60) и стали 12X18H10T (рисунок 4). При разрезке заготовок из стали 10 силы, действующие на реальное единичное шлифовальное составляли $P_y=0,533$ Н, $P_z=0,141$ Н (соотношение сил 3,78 : 1), из стали ШХ15 (HRC 60) – $P_y=0,74662$ Н, $P_z=0,15778$ Н (соотношение сил 4,73 : 1), из стали 12X18H10T – $P_y=0,74662$ Н, $P_z=0,1505$ Н (соотношение сил 4,96 : 1) [2].

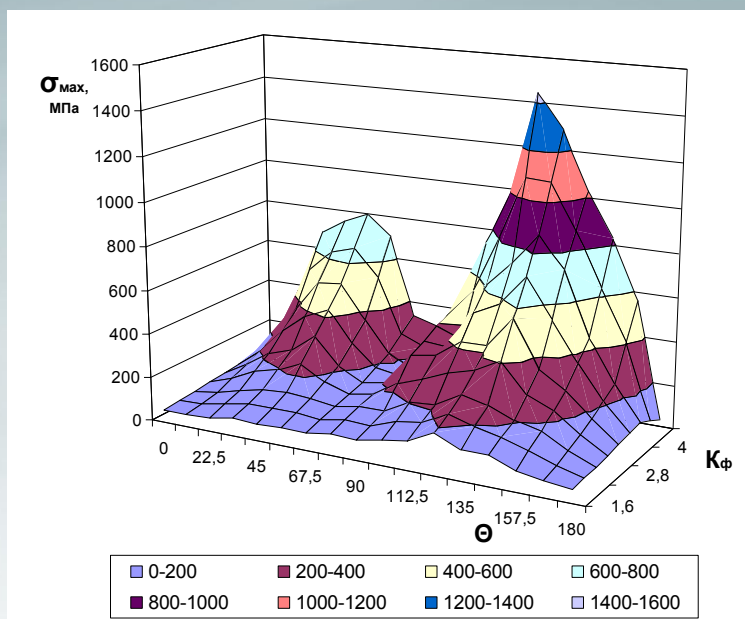


Рисунок 3 - Зависимость максимальных напряжений в моделях шлифовальных зёрен 13A40H по границе заделки в связку при закреплении до $1/2L$ от угла ориентации (Θ) и коэффициента формы ($K\phi$).

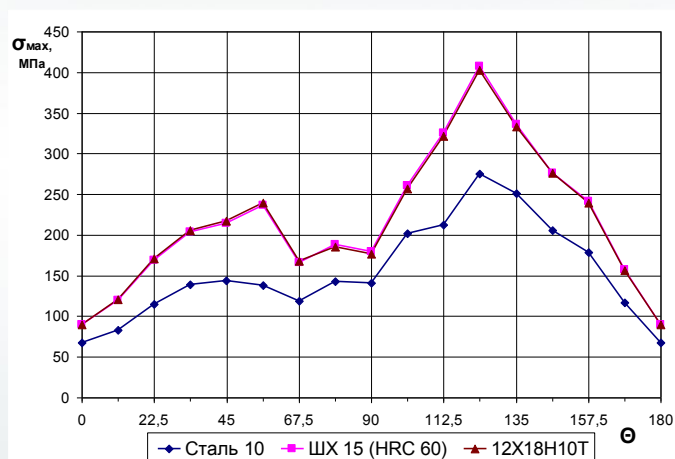


Рисунок 4 - Максимальные напряжения в шлифовальных зёрнах 13A40H с $K\phi=2,4$ по границе заделки в связку при различных углах ориентации в процессе обработки различных сталей отрезными шлифовальными кругами.

Полученные данные (рисунок 4) показывают, что с ростом величин составляющих силы резания напряжения в шлифовальных зёрнах возрастают, при этом, характер распределения напряжений при различных углах ориентации зёрен практически не меняется. Кроме того, несмотря на некоторые различия в соотношениях составляющих силы резания, наиболее приемлемым для снижения максимальных напряжений и рационализации передних углов зёрен во всех рассматриваемых случаях является угол ориентации $\Theta=67^\circ30'$.

Вместе с тем, следует также отметить, что с увеличением соотношения $P_y : P_z$ относительная разница величин напряжений в зёрнах при углах ориентации $\Theta=67^\circ30'$ и $\Theta=90^\circ$ сокращается.

Таким образом, в процессе исследований выявлены зависимости напряжений в шлифовальных зёрнах от угла ориентации и коэффициента формы при различных силовых нагрузках, а также зависимости передних углов зёрен от угла ориентации и коэффициента формы [1, 3]. Разработана методика, позволяющая проектировать шлифовальные инструменты с рациональной геометрией зёрен для конкретных условий обработки и силового нагружения.



Список источников:

1. Коротков В.А., Минкин Е.М. Исследование геометрических и прочностных характеристик ориентированных шлифовальных зёрен / Обработка металлов, 2012, №3, С. 42 – 48.
2. Коротков В.А. Повышение эксплуатационных возможностей отрезных шлифовальных кругов: Монограф. – М.: Машиностроение, 2009. – 178 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011615114. Передние углы ориентированных шлифовальных зёрен / Коротков В.А., Минкин Е.М. – №2011613167; заявл. 4.05.11; опубл. 29.07.11.

УДК 005.962.13:005

«ШЕСТЬ СИГМ» – МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ И ДЕФЕКТОВ

Д. В. Россиева, магистр МРм – 121

Научный руководитель: А. Н. Коротков, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В наше время интенсивного развития разнообразных подходов к обеспечению качества продукции как неперемного условия успешной деятельности любой организации достаточно большое внимание уделяется применению статистических методов. Анализ трудностей освоения таких методов на российских предприятиях, а также разработки и внедрения систем менеджмента качества (СМК) уделяется большое внимание, хотя по сути это одна единая проблема. Практическое внедрение систем менеджмента качества на отечественных предприятиях лучше начинать именно с применения инструментов качества. Их эффективность в управлении качеством общепризнанна, однако статистические методы, все же не могут заменить отлажено функционирующую на предприятии постоянно развивающуюся и совершенствующуюся систему гарантированного обеспечения качества выпускаемой продукции, учитывающую также интересы заинтересованных сторон.

Статистические методы управления качеством продукции предполагают применение статистического регулирования технологическими процессами и статистического контроля.

Статистическое регулирование технологического процесса представляет собой корректировку параметров процесса по результатам выборочного контроля параметров продукции, осуществляемого для технологического обеспечения заданного уровня качества.

Обострение конкуренции на национальном и международном уровнях заставило многих обратиться к инструментам качества. Статистические методы признаются важным условием рентабельного управления качеством, а также средством повышения эффективности производственных процессов и качества продукции.

Для решения проблем, связанных с качеством продукции, широко применяется методология 6 сигм. «Шесть сигм» – популярная во всем мире методика снижения потерь и дефектов. Система очень эффективна и может применяться в различных процессах, видах деятельности и при разных уровнях технологической культуры.

Для отслеживания процесса и выявления его дефектов, разработана методика контроля качества процесса изготовления:

1. На этапе планирования продукции при помощи метода «Шесть сигм» и
2. На этапе производства при помощи группы статистических методов.

Этапы методики по которым нужно проводить анализ:

1. Исследование потерь;
2. Выбор проекта;
3. Этап «Определение»;
4. «Измерение дефектов»;
5. Анализ дефектов;
6. Измерение причин;



7. Анализ причин (факторов влияния);
8. Совершенствование;
9. Завершающий этап контроля.

Общий инструментарий для реализации этапов цикла DMAIC составляющий основу концепции «Шесть сигм» показан на рисунке 1.

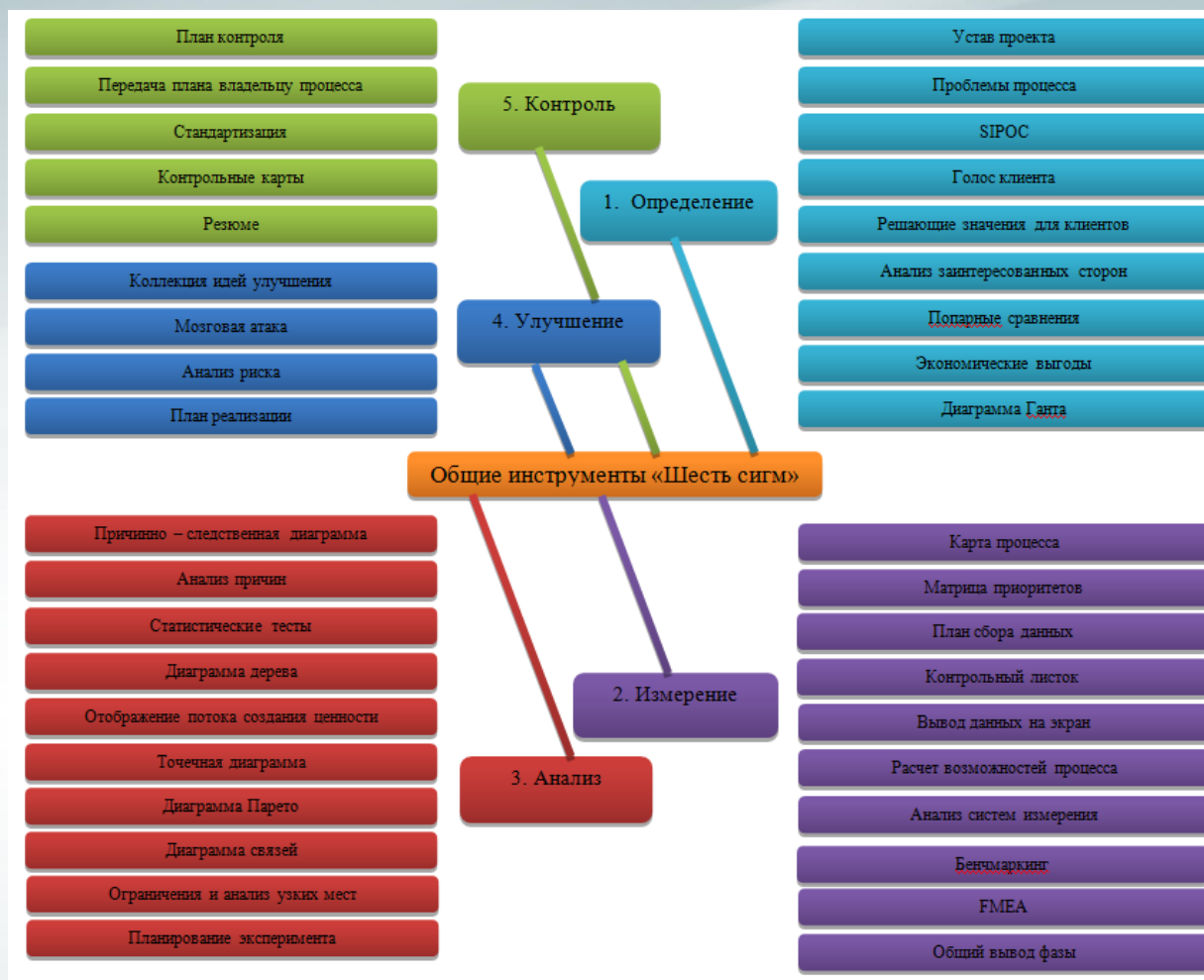


Рисунок 1 - Общий инструментарий «Шесть сигм»

При внедрении статистических методов в условия реального производства, следует обязательно помнить, что для большего достижения результата, рекомендуется использование статистических методов в комплексе а не отдельно друг от друга. Все затраты, связанные с внедрением системы менеджмента качества и статистических методов в частности, окупаются, как показывает практика, в течение 3-5 лет. Более того, прибыль от внедрения системы менеджмента качества увеличивается в разы за счет улучшения качества, что в свою очередь выводит предприятие вперед по сравнению с конкурентами, а это в свою очередь приводит к увеличению потока покупателей, а соответственно и прибыли.

Постепенное встраивание технологии «Шесть сигм» в корпоративную и технологическую культуру предприятия предполагает переход к проактивному управлению процессами на основе достоверных и актуальных количественных данных. В результате на предприятии образуется совершенно новая технологическая среда, которая становится реальным конкурентным преимуществом, позволяющим оперативно и, что очень важно, своевременно адаптировать предприятие к динамично изменяющимся условиям российского бизнеса.

Список источников:



1. Заика, И.Т. Документирование системы менеджмента качества : учебное пособие / И.Т. Заика, Н.И. Гительсон. – М.: КНОРУС, 2010. – 192 с.
2. Репин, В.В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. - М.: Инфра-М, 2005. — 319 с.

Секция «Прикладная механика»

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕКРЕСТКА «ЛАПЛАНДИЯ» В Г. КЕМЕРОВО

А.А. Ткаченко, А.Е. Нерадовский, Е.И. Шитин, А.В. Батуев студенты группы ОЭ-101
Научный руководитель: Латышенко М.П. к.т.н., доцент,
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва
г. Кемерово

Перекресток "Лапландия" (рисунок 1) – пересечение ул. В. Терешковой и пр. Октябрьский, является одним из напряженных. Регистрация проходящего транспорта производилась в суточном режиме в четырех точках перекрестка (1,2,3,4). По ул. В. Терешковой и пр. Октябрьский трехрядное движение. Светофоры работают в двухминутном режиме.



Рисунок 1 - Перекресток "Лапландия"



Анализ статистических данных позволил получить (рисунок 2) загруженность перекрестка.

На (рисунок 2) представлены наиболее нагруженные временные участки суток, а именно с 9:00 до 9:30 — первый режим, второй с 13:32 до 13:48, третий с 15:00 до 16:38 и четвертый с 17:00 до 17:30. Первый участок объясняется выездом на работу транспорта, второй связан непосредственно с обеденным перерывом, и четвертый с окончанием работы. Полученный статистический материал обработан по формулам

$$n_{cp} = (n_{max} + n_{min}) / 2 \quad (1)$$

$$\delta = (n_{max} - n_{min}) / n_{cp} \quad (2)$$

где: n_{max} , n_{min} — максимальное и минимальное количество автомобилей проходящих перекресток.

n_{cp} — среднее количество автомобилей,

δ — коэффициент неравномерности количества автомобилей.

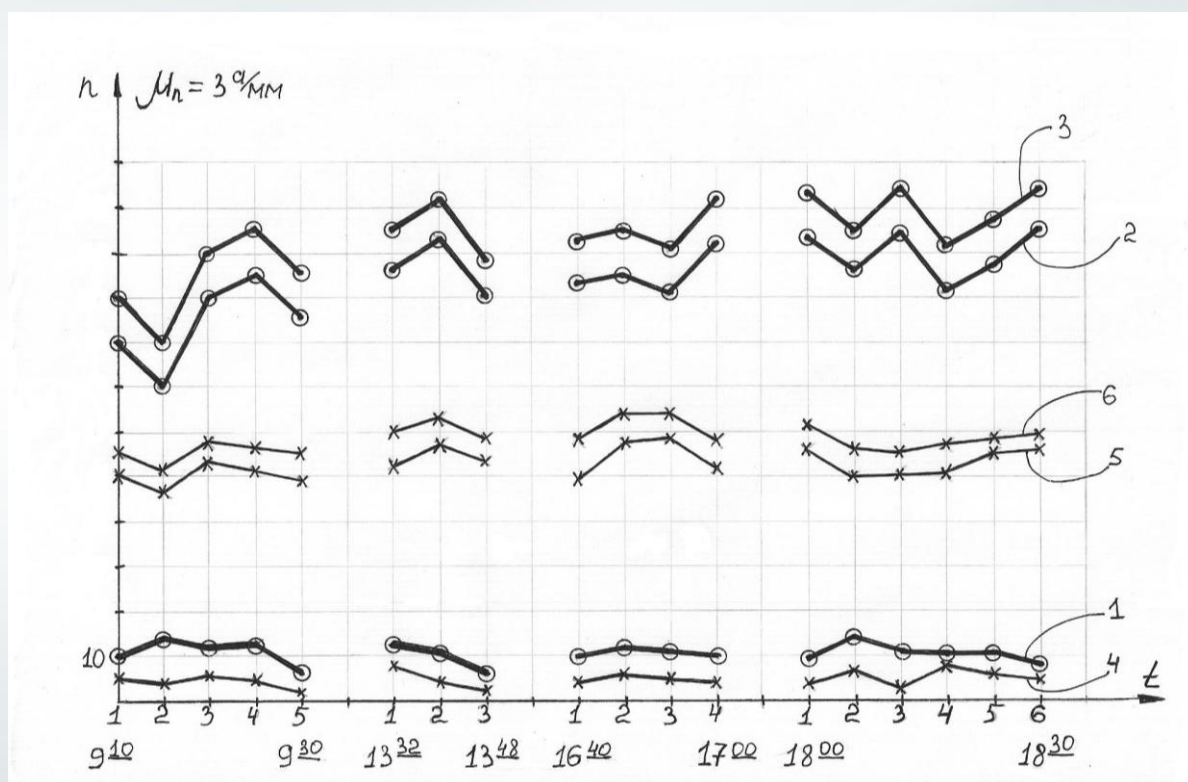


Рисунок - 2 Нагруженные участки в суточном режиме:

1,4-грузовые автомобили; 2,5-легковые автомобили; 3,6-суммарное количество автомобилей.

Авторами в точках (1,2,3,4) строго регистрировалось количество легковых, грузовых автомобилей и их сумма, проходящая через перекресток. Среднее количество автомобилей, коэффициент неравномерности по четырем временным периодам представлен в таблице №1.



Таблица 1

ул.В.Терешковой					пр. Октябрьский		
временной интервал		$\Pi_{\text{ср}}$	δ	кол-во авто.	$\Pi_{\text{ср}}$	δ	кол-во авто.
легковые	9:00-9:30	67	0,53	1009	40	0,3	616
	13:32-13:48 (13:00-14:00)	67	0,54	2211	44	0,45	1422
	16:38-17:00 (16:00-17:00)	68	0,56	2119	44	0,5	1468
	17:00-17:30	71	0,38	1080	36	0,19	584
грузовые	9:00-9:30	11	0,85	155	6	1,3	66
	13:32-13:48	10	1	322	6	1,7	171
	16:38-17:00 (16:00-17:00)	10	1	320	7	1,7	181
	17:00-17:30	11	0,73	164	5	1,6	83
суммарное	9:00-9:30	74	0,51	1164	46	0,35	682
	13:32-13:48 (13:00-14:00)	74	0,51	2533	49	0,28	1539
	16:38-17:00 (16:00-17:00)	81	0,51	2439	52	0,42	1649
	17:00-17:30	81	0,28	1244	44	0,32	667
сумма	Легковые			6419			4090
	Грузовые			961			501
	Сумма			7380			4537

По данным таблицы 1 и рисунок 2 получено, что количество легковых автомобилей в 6, а иногда и в 7 раз превышает количество грузовых проходящих перекресток. При этом среднее количество легковых автомобилей составляет 224 автомобиля в час в дневное время, а грузовых 32 автомобиля в час.

Анализ пропускной способности перекрестка в рассматриваемый период с 8:00-20:00 составляет более 12000 автомобилей.

Таким образом, применение коэффициента неравномерности количества автомобилей позволяет более точно прогнозировать пропускную способность перекрестка «Лапландия» в г. Кемерово.

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РОЛИКОВ
ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ**

К.С. Вотолин, Р.И. Рахимов студенты группы МТ-101

Научные руководители: Котурга В.П., к.т.н., доцент,

Смыслова И.В. старший преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Рассматривая работоспособность роликов ленточных конвейеров, рисунок 1, особенно угольных предприятий, следует отметить, что нарушение работоспособности наступает по следующим причинам, таблица 1:

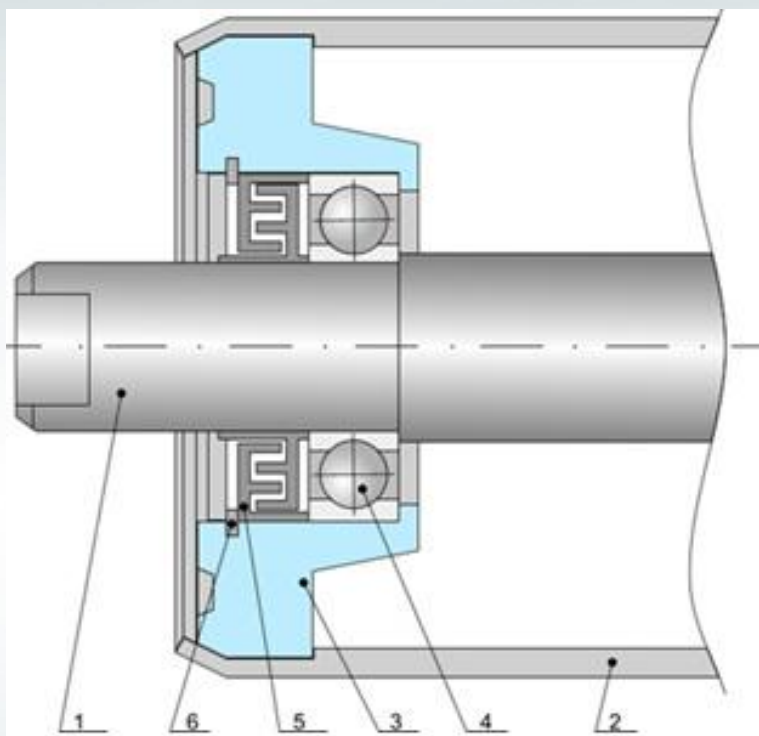


Рисунок 1 - Конструкция ролика ленточного конвейера

Таким образом, 3/4 отказов роликов верхней ветви и 1/2 отказов роликов нижней ветви напрямую связаны с функцией герметизации и смазывания опор ролика.

При этом, использование контактных уплотнительных систем ограничено значительными потерями энергии в контакте. Бесконтактные уплотнения, (рисунок 1, п.5), являются более энергоэффективными, чем контактные уплотнения. В результате, они значительно снижают потери энергии и могут работать в десятки раз дольше.

С точки зрения минимизации потерь в уплотнении, рассмотрим, как наиболее эффективные, бесконтактные лабиринтные уплотнения, которые сохраняют смазку внутри корпуса подшипника и предотвращают попадание жидких и твердых загрязняющих частиц, проникающих через малые зазоры в подшипниковый узел.



Таблица 1

Критерий отказа роликов	Количество, %	
	Верхней ветви	Нижней ветви
Проникновение среды в подшипник и его заклинивание	38	12
Отсутствие или недостаток смазки подшипников	37	36
Несоответствующая (слабая) посадка подшипника в корпусе	12	10
Несоответствующая (слабая) посадка подшипника на ось	3	3
Равномерный износ обечайки	2	30

Вращающиеся лабиринтные уплотнения представляют собой достойное развитие технологий герметизации с минимальными энергетическими потерями. Однако, у лабиринтных уплотнений подшипниковых узлов присутствует постоянный воздушный зазор, через который осуществляется связь между корпусом подшипника и внешней средой. Следовательно, бесконтактные вращающиеся лабиринтные уплотнения не могут обеспечить полностью эффективный барьер против попадания атмосферной пыли или влаги.

С целью повышения герметизирующей функции данных уплотнений, рассмотрим возможности взаимодействия динамических объектов подшипникового узла - вращающихся частей бесконтактного уплотнения и смазки.

Для проявления эффекта вариации вязкости в зазорах уплотнения, необходимо изменять сдвиговые напряжения в смазочном веществе.

С этой целью в конструкцию уплотнения вводится сложная поверхностная структура, или взаимосвязь поверхностных структур.

Моделирование поверхностных структур элементов лабиринтных уплотнений возможно методами аналитической геометрии или созданием параметрических моделей.

В данной работе разработка поверхностей производилась в системе автоматизированного проектирования T-FLEX CAD, позволяющей создать параметрическую модель, рисунке 2.

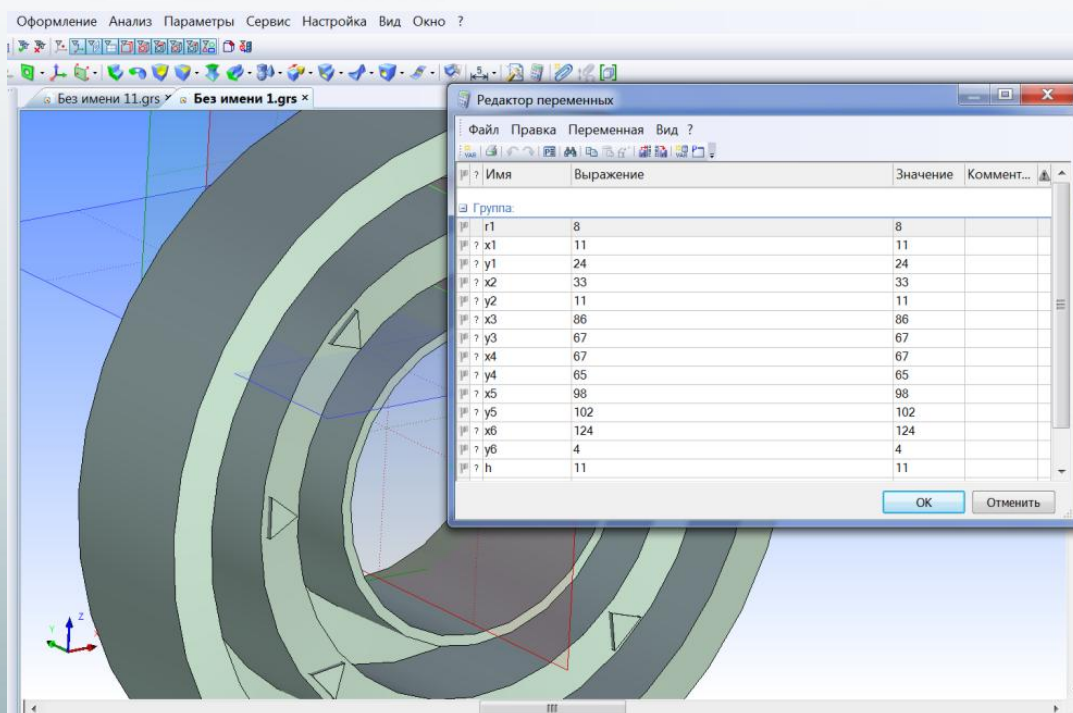


Рисунок 2 - Фрагмент процесса разработки параметрической модели в среде T-FLEX CAD



Для организации лабораторных исследований, технологий FDM (Fused Deposition Modeling) напечатаны на 3-D принтере детали лабиринтного уплотнения, рисунок 3 -



Рисунок 3 - Элементы лабиринтного уплотнения изготовленные технологией FDM

Параметрическое моделирование поверхностей деталей лабиринтного уплотнения и технология трехмерной печати позволили значительно сократить цикл проектирования и изготовления лабораторных образцов деталей уплотнения, почувствовать перспективы и концепции данной работы.

ПРОТОТИП СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ БУРОВЫХ МАШИН

Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарёв, студенты группы МР-101,

Я.Е. Мещеряков, П.М. Обоянский студенты группы МР-091

Научные руководители: Н.П. Курышкин, О.В. Любимов, к.т.н., доценты

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва
г. Кемерово

Кузбасс является угольным сердцем России, где в 2012 году были добыты рекордные 200 млн. тонн угля, а к 2020 году добыча увеличится более чем в два раза. Главным приоритетом развития угольной отрасли региона должно стать применение безопасных технологий путём увеличения доли добычи угля открытым способом, а также использования предварительной дегазации угольных пластов. Всё это будет сопровождаться значительным увеличением объёма буровых и буровзрывных работ.

Второй отличительной особенностью развития экономики региона является увеличение объёмов строительства жилья и объектов инфраструктуры городов. При этом расширяется сфера использования новых технологий бестраншейной прокладки коммуникаций на территориях существующей застройки – технологий горизонтального и горизонтально-направленного бурения.

Качество проведения как вертикальных, так и горизонтальных буровых работ определяется точностью позиционирования платформы бурового станка, а также точностью



положения в пространстве исполнительного органа – буровой коронки. Так при проходке буровзрывных скважин на угольных разрезах постоянный мониторинг горизонтальности платформы бурового станка исключит заклинивание и последующую поломку бурового става. Постоянный мониторинг положения бурового инструмента при горизонтальном бурении, с последующей его корректировкой, позволит обеспечить точность выхода инструмента в завершающей фазе бурения.

Таким образом, целью проекта стали:

- разработка функциональной и элементной схемы автоматической телеметрии и мониторинга положения в пространстве элементов буровых станков вертикального бурения;
- отслеживание положения базовой рамы бурошнековой машины, каретки с вращательно-падающим механизмом и бурошнекового инструмента в подвижной колонне обсадных труб буровых станков горизонтального бурения;
- разработка программного обеспечения для отслеживания, фильтрации и визуализации данных с датчиков.

Принцип работы системы основывается на принятии и обработке показаний с платы датчиков, где расположены трёхосевые гироскоп и акселерометр. По данным гироскопа вычисляется угол его отклонения, а при помощи акселерометра определяется направление и ускорение отклонения.

Основными функциональными элементами электронного устройства непрерывного мониторинга являются:

- датчик (первичный преобразователь), включающий гироскоп и компас-акселерометр;
- микроконтроллер;
- помехоустойчивая линия связи
- вычислительное устройство;

Если контролируется положение буровой коронки, то датчик должен быть дополнен излучателем, а по пути бурения должен находиться модуль с приёмником.

Современная электронная промышленность выпускает достаточно разнообразную гамму элементов таких функциональных устройств. Разработанный авторами прототип включает (рисунок 1):

- трёхосевой микроэлектромеханический (MEMS) гироскоп L3GD20 – 1;
- трёхосевой MEMS компас-акселерометр LSM303DLHC – 2;
- микроконтроллер р891рс932а1 с установленной операционной системой – 3;
- LIN трансмиттер TJA1021 – 4;
- вычислительный модуль на основе одноплатного компьютера EBOX-3350MX – 5;
- источник стабилизированного питания;
- специализированное программное обеспечение.

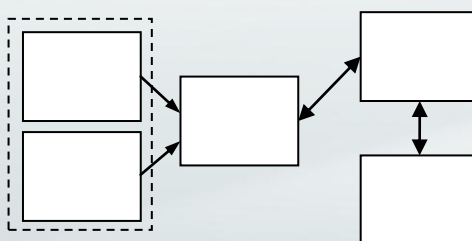


Рисунок 1 - Функциональная блок-схема устройства

Таким образом, разработанная система имеет 6 степеней свободы и позволяет измерять:

- с помощью гироскопа – величину угловой скорости крена, тангажа и рысканья;
- с помощью компаса-акселерометра – проекции ускорения на оси x,y,z.

Гироскоп имеет встроенный датчик температуры для компенсации дрейфа нуля.



Следует отметить, что выходные сигналы с гироскопа очень сильно зашумлены и наблюдается сильный дрейф нуля, так же есть накапливающаяся ошибка в результате суточного вращения Земли.

Компас-акселерометр представляет собой высокой чувствительности компас с присоединённым к нему акселерометром, необходимым для вычисления поправки. Дело в том, что когда компас находится в горизонтальном положении, его показания достаточно точны, а стоит его наклонить, как в выходных данных начинается хаос и неразбериха. Для устранения этой проблемы необходимо высчитать склонение, которое определяется положением интегральной микросхемы в пространстве.

Микроконтроллер (МК) используется в качестве «сборщика» информации, он «собирает» данные с датчиков, подключенных по интерфейсу I2C, и передает их по помехозащищённому каналу LIN к вычислительному модулю.

Разработка программного обеспечения выполнялась в средах программирования: Delphi 7 и Atmel Studio 6. При этом использовались языки программирования: Object Pascal и C++. Программное обеспечение выполняло следующие функции:

- согласование работы всей системы;
- фильтрация шумов;
- визуальное отображение положения датчиков в пространстве;
- сохранение данных.

Согласование работы системы обеспечивалось соответствующей коммутацией функциональных элементов согласно рисунку 1. Фильтрация шумов осуществлялась с использованием алгоритма Калмана. Визуализация положения датчиков в пространстве представлена на рисунок 3, где показаны значения сигналов с акселерометра (ACC), гироскопа (ROT) и компаса (Compass) до и после фильтрации. По положению белой отметки в чёрном квадрате можно оценивать горизонтальность расположения датчиков в пространстве.

Таким образом, разработанную систему позиционирования уже можно использовать для непрерывного мониторинга горизонтальности положения платформы бурового станка вертикального бурения. Машинисту станка достаточно, имея на мониторе изображение (рисунок 2), осуществить корректирующие управляющие воздействия на работу соответствующих гидроцилиндров, обеспечивающих наклон платформы. Достаточно совместить белую метку с центром чёрного квадрата.

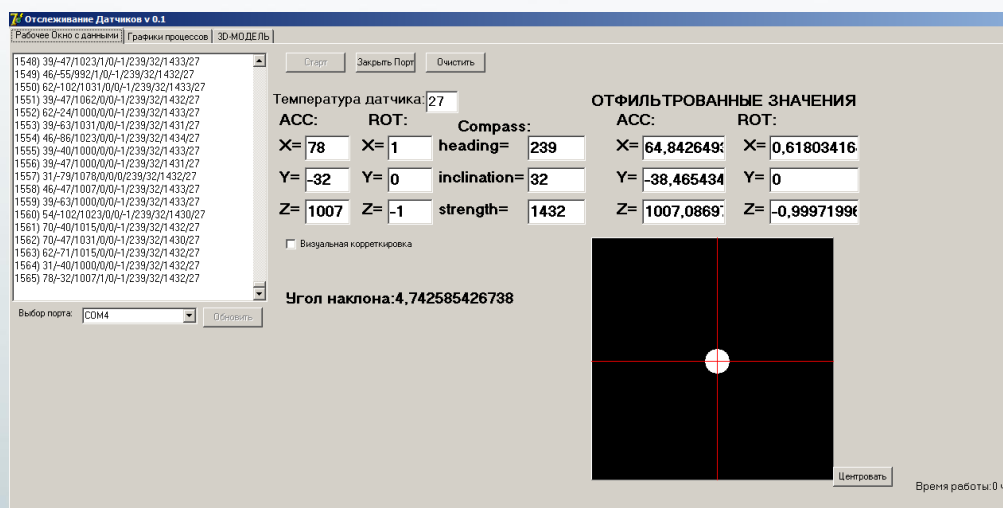


Рисунок 2 - Интерфейс программы визуализации

Дальнейшая работа по внедрению системы будет заключаться в исключении машиниста из процесса корректировки положения платформы.

Мониторинг положения узлов машин горизонтального бурения, как указывалось выше, требует установки трёх датчиков, оценивающих положение в пространстве различных узлов бурового станка: базовой рамы бурошнековой машины, каретки с вращательно-падающим



механизмом и бурошнекового инструмента. Это потребует, в свою очередь, усложнения функциональной структурной схемы системы и изменения интерфейса программы.

Заключение. Скомпонованная из функциональных блоков автоматическая система оценки положения исполнительных органов горных машин является пока прототипом реальной системы, тем не менее, она доказала свою работоспособность. До конца не решена задача эффективной фильтрации данных. Следующим шагом в её решении станет экспериментальное получение параметров фильтрации данных, а также переход на помехоустойчивую сеть CAN. Разработано программное обеспечение, позволяющее обрабатывать, фильтровать и визуализировать данные. Следующим этапом работы будут установка комплекта и проведения экспериментов на реальном оборудовании.

Секция «Технология металлов»

УДК 620.1.081

МЕРЫ ДЛИНЫ В НАНОРАЗМЕРНОМ ДИАПАЗОНЕ

Е.В. Яковлева, студентка группы УК–101

А.А. Пузанкова, студентка группы УК–101

Научный руководитель: Д.М. Дубинкин, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Практические измерения в нанометровой области проводятся в основном с помощью растровых электронных (РЭМ) и сканирующих зондовых (СЗМ) микроскопов. Для обеспечения единства измерений необходимо проводить калибровку этих сложных измерительных устройств по эталонным образцам – мерам малой длины. В таблица 1 приведены параметры некоторых мер, используемых для калибровки РЭМ и СЗМ в разных странах мира, а в таблица 2 указаны параметры РЭМ и СЗМ, которые можно определить с помощью этих мер в процессе калибровки [1].

Таблица 1

Линейные меры для РЭМ и атомно-силовых микроскопов (АСМ)

Мера Страна	Метод аттестации	Аттестуемый параметр	Номинальный размер, нм
HJ-1000 Япония	Дифракция	Период	240
SRM-2090 США	Интерференция	Шаг	200
BCR-97A/G-7 Германия	Интерференция	Шаг	400
МШПС-2.0К Россия	Интерференция	Шаг, ширина линии, высота рельефа	100÷1500

Таблица 2

Параметры РЭМ и СЗМ, определяемые с помощью линейных мер

Мера	Калибровка РЭМ	Калибровка СЗМ
HJ-1000	Увеличение	Цена деления шкал X и Y
SRM-2090	Увеличение	Цена деления шкал X и Y
BCR-97A/G-7	Увеличение	Цена деления шкал X и Y
МШПС-2.0К	Увеличение, линейность шкал диаметр зонда	Цена деления шкал X, Y и Z линейность и ортогональность шкал радиус острия кантилевера



В настоящее время в мировой практике линейных измерений на РЭМ в качестве линейных мер используются периодические, шаговые и одиночные рельефные структуры на поверхности твердого тела [1].

В АСМ используются два типа линейных мер: на малые (атомарные) и большие (микронные и субмикронные) размеры. В качестве линейных мер малых размеров используются периодические структуры в виде атомарно-гладких поверхностей монокристаллов (кристаллических решеток), параметры которых измерены с помощью рентгеновской дифракции. В области больших размеров используются рельефные периодические структуры, аналогичные используемым в РЭМ [1].

Периодическая структура представляет собой структуру с большим количеством составляющих ее повторяющихся элементов (шагов). Причем количество шагов таково, что невозможно гарантировано дважды попасть на один и тот же элемент структуры [3]. На рисунок 1 показаны изображения японской периодической меры НЖ-1000 полученные на РЭМ. Аттестуемым размером является период. Период представляет собой среднее значение шага и определяется по большому числу элементов структуры.

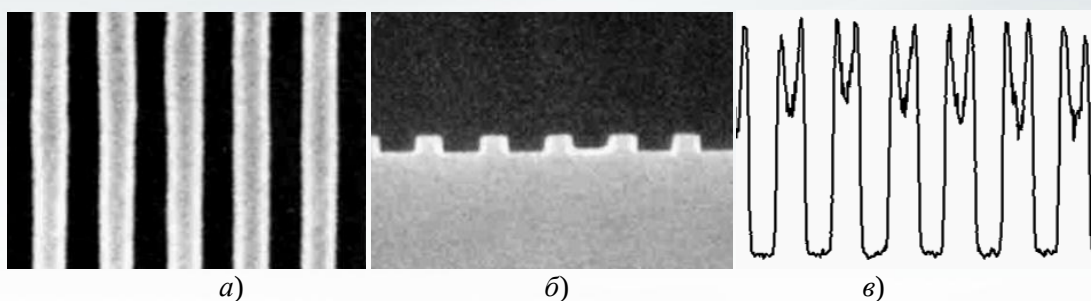


Рисунок 1 - Микрофотографии периодической меры НЖ-1000 (а) и ее скола (б), полученные на РЭМ, и форма сигнала (в)

Шаговая структура – это такая структура, в которой количество элементов (шагов) так мало, что можно гарантировать попадание любое количество раз на один и тот же элемент. Обычно число шагов составляет не более десяти [1]. На рисунок 2 приведено изображение немецкой меры BCR-97A/G-7, полученное на РЭМ Stereoscan 360 FE в режиме сбора ВМЭ [2].

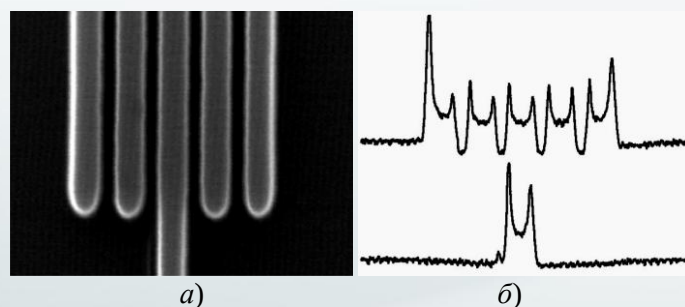


Рисунок 2 - Микрофотография шаговой меры BCR-97A/G-7 (а) и видеосигналы (б) от нее, полученные на РЭМ Stereoscan 360 FE

Аттестация шаговых структур производится интерферометрическим методом, при котором возможно измерить величины каждого шага с погрешностью, близкой к дифракционной погрешности для измерения периода [1].

Одиночные структуры – это структуры, в которых аттестуется ширина линии. В настоящее время известны только рельефные прямоугольные структуры (РПС), выполненные в виде щелевидных канавок в кремнии с прямоугольным профилем. На рисунок 3 приведено изображение скола канавки РПС полученное в режиме сбора ВМЭ [3].

Аттестация ширины канавок РПС осуществляется с помощью эллипсометрии [3] – метода исследования свойств границы (поверхности) раздела различных сред и происходящих



на ней явлений (адсорбция, окисление и др.) по параметрам эллиптической поляризации отраженного света. Разработано несколько способов калибровки РЭМ (определение увеличения и диаметра зонда) с помощью РПС. При этом точность калибровки РЭМ очень высока.

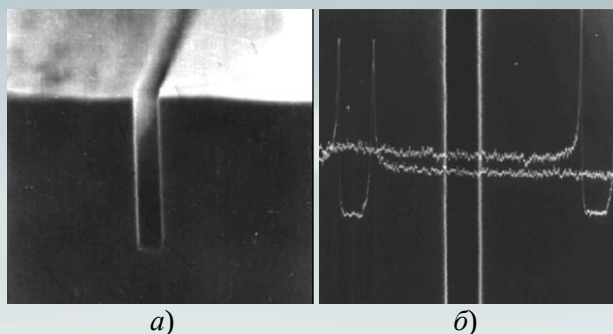


Рисунок 3 - Микрофотографии скола (а) и изображения (б) с видеосигналами (сдвинуты относительно своего истинного положения) щелевидной канавки РПС с шириной 150,7 нм и глубиной 850 нм, выполненные на РЭМ S-806

В АСМ рельефные прямоугольные структуры не применимы в силу особенностей конструкции структуры. Узкая и глубокая щелевидная канавка (рисунок 4, а) не позволяет современным кантилеверам достигнуть ее дна [1].

Таким образом:

- мера МШПС-2.0К является универсальной, так как перекрывает микрометровый и нанометровый диапазоны, и позволяет определять все параметры микроскопов РЭМ и СЗМ (см. таблица 1 и таблица 2);
- недостатки использования периодических структур в качестве линейных мер устраняются при использовании в этом качестве шаговых структур;
- шаговые структуры необходимо делать с малой (несколько микрометров) длиной элементов, однако такие структуры служат очень короткое время из-за их зарастания под действием электронного пучка рабочего микроскопа;
- несмотря на высокое качество РПС, аттестацию ширины линии и возможность с их помощью измерять диаметр электронного зонда РЭМ, в широкой практике использовать РПС в качестве линейных мер не удастся, так как эллипсометрия не признается метрологами в качестве аттестационного метода.

Список источников:

1. Новиков Ю.А., Озерин Ю.В., Плотников Ю.И., Раков А.В., Тодуа П.А. Линейная мера микрометрового и нанометрового диапазонов для растровой электронной и атомно-силовой микроскопии // Труды Института Общей физики им. А.М. Прохорова, 2006, т. 62, с.36–76
2. Новиков Ю.А., Раков А.В. Проблемы РЭМ-измерений размеров субмикронных элементов рельефа поверхности твердого тела // Микроэлектроника, 1996, т. 25, № 6, с. 426–435.
3. Новиков Ю.А., Раков А.В. Измерение размеров субмикронных элементов резистовых масок на РЭМ // Микроэлектроника, 1998, т. 27, № 5, с. 346–353.



УДК 620.1:669.14.018.291

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ В СОСТОЯНИИ ПОСТАВКИ В УСЛОВИЯХ ЗАВОДА ООО «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ»

А.В. Рыжикова, студент группы АП - 082

Научные руководители: Л.П. Короткова, к.т.н., доцент

С.В. Лацинина, ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время остро стоит проблема качества конструкционных металлических материалов. Часто в состоянии поставки и в готовых деталях обнаруживаются несоответствия структуры требованиям стандартов. Это подтверждается рядом исследований, проводимых на кафедре «Технология металлов» при контроле качества материалов.

В данной работе приводятся результаты контроля качества сталей в состоянии поставки, выполненного по заданию предприятия ООО «Красный Октябрь». Для этого были изучены две партии образцов труб (партия 1: образцы №1, 3, 5 и партия 2: образцы №2, 4, 6), которые отличаются заводом-изготовителем. Исследование проведено для определения соответствия труб различного сортамента (№1,2 – Ø299 мм; №3,4 – Ø273 мм; №5,6 – Ø203 мм) на соответствие требованиям ГОСТ 8731, ГОСТ 8732.

Была поставлена задача - проверить стали в состоянии поставки на соответствие требованиям стандартов и предоставить рекомендации для термической обработки готового изделия с целью достижения следующих характеристик: HB 241-285 кгс/мм², σ_t не менее 450 Н/мм², σ_b не менее 750 Н/мм².

Исследования включали в себя: химический анализ (ГОСТ 7565), визуально-измерительный контроль (ГОСТ 8732, ГОСТ 10243), металлографические исследования микроструктуры (ГОСТ 1778, ГОСТ 5639), механические испытания (измерение твердости, ГОСТ 9454). Результаты исследований приводятся ниже.

Химический анализ

Позволил идентифицировать стали на соответствие маркам: №1,3,5,2 – сталь 45 (ГОСТ 1050); №4 – 30ХГСА и №6 – 35Х (ГОСТ 4543). Стандарту не соответствует труба №5 по несколько завышенному содержанию серы (0,0038-0,0047).

Визуально-измерительный контроль

Состояние наружной и внутренней поверхности труб удовлетворительное, дефектов - закатов, плевен, наружных трещин не обнаружено. Измерение диаметра образцов труб проведено штангенциркулем в двух диаметрально противоположных направлениях. Измерение толщины стенки образцов труб проведено штангенциркулем по периметру труб с указанием минимального и максимального замера. Отклонения в размерах превышают допустимые в образцах №5,2,4.

Металлографические исследования

Включали в себя: оценку загрязненности неметаллическими включениями по ГОСТ 1778 ($\times 100$, в продольном направлении); определение величины зерна по ГОСТ 5639 ($\times 200$, после травления методом сравнения по шкале в поперечном направлении); полосчатости; исследование микроструктуры ($\times 500$, после травления на шлифах в продольном направлении).

Получены следующие результаты металлографических исследований: таблица 1. Первая партия из стали 45 имеет структуру горячекатаного проката, а именно феррито-перлитную (Ф+П), с ферритной сеткой по границе зерна, балл зерна 6-8, в пределах допустимого (рисунок 1,а). Труба №5 имеет признаки дефектной, а именно перегретой структуры (Ф+П) с признаками видманштетта, с размером зерна 5 балла (рисунок 1,б). В структуре присутствуют неметаллические включения в виде недеформируемых оксидов 2а - 4а и 2б - 4б баллов, превышающие предельно допустимые значения. Признаки строчечной структуры отсутствуют.



Таблица 1

Металлографические исследования

Клеймо №	Неметаллические включения		Полосчатость, балл	Величина зерна, балл	Микроструктура
	сульфиды, балл	оксиды и силикаты, балл			
Первая партия					
«1» Сталь 45	0	4а, 3б	0	6	Ф+П
«3» Сталь 45	0	4а, 3б	0	6	Ф+П
«5» Сталь 45	0	2а, 4б	0	5, видманштетт	Ф+П
Вторая партия					
«2» Сталь 45	0	3а, 2б	0	8-9	Ф+П
«4» Сталь 30ХГСА	0	4а, 4б	0		С+Ф
«6» Сталь 35Х	0	4а, 4б	0		С
Допускаемые значения	2	2а, 2б	1	6-8	С

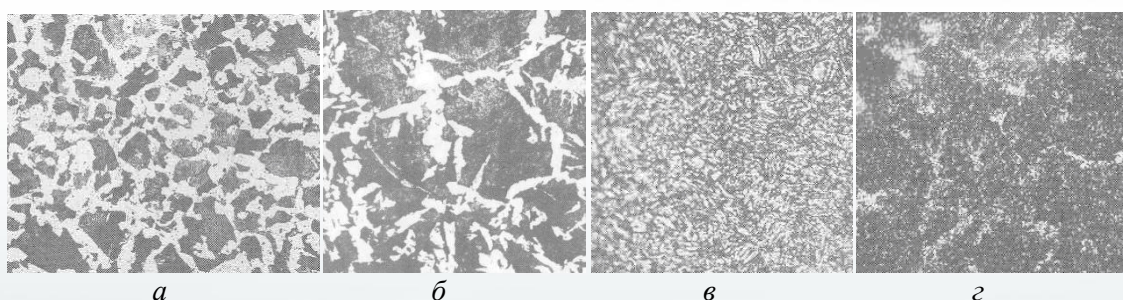


Рисунок 1 - Микроструктура сталей в состоянии поставки:

а – пластинчатый перлит и сетка феррита (горячекатаный прокат, №1,2,3); б – пластинчатый перлит и сетка феррита, видманштетт 1,5 балла (горячекатаный прокат, №5); в – сорбит (улучшенный прокат, №6); г – сорбит и феррит (улучшенный прокат, №4)

Металлографические исследования второй партии свидетельствуют о различиях в термическом состоянии металла: образец №2 из стали 45 находится в горячекатаном состоянии без термообработки, балл зерна 8; образец №4 из стали 30ХГСА – улучшенный горячекатаный прокат со структурой сорбит (С) и наличием небольшого количества зерен феррита (рисунок 1,в). Образец №6 из стали 35Х - улучшенный горячекатаный прокат со структурой сорбит (рисунок 1,г). В структуре также присутствуют неметаллические включения в виде недеформируемых оксидов 2а - 4а и 2б - 4б баллов, превышающие предельно допустимые значения. Признаки строчечной структуры отсутствуют.

Механические испытания

Механические испытания заключались в измерении твердости по Бринеллю (ГОСТ 9013). Их результаты приведены в таблице 2. Испытания на механическую прочность и ударную вязкость не проводились. В таблице приведены ожидаемые механические свойства из справочной литературы в соответствии с термическим состоянием сталей. Анализ механических свойств показывает, что трубы №1,2,3,5 из стали 45 и №6 из стали 35Х не могут



удовлетворить по механическим свойствам требованиям заказчика даже после термического улучшения. Наиболее приближенны к требуемым свойствам трубы №4 из стали 30ХГСА.

Таблица 2

Механические свойства

Первая партия						
Клеймо №	Т-е испытания, °С	Временное сопротивление разрыву, σ_B (Н/мм ²)	Предел текучести, σ_T (Н/мм ²) кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость КСЧ МДж/м ²	Твердость, НВ, кгс/мм ² , не более
«1» Сталь 45	20°	598 (61)	39,2 (384)	16	8	214
«3» Сталь 45	20°	598 (61)	39,2 (384)	16	8	214
«5» Сталь 45	20°	598 (61)	39,2 (384)	16	8	204
Вторая партия						
«2» Сталь 45	20°	598 (61)	39,2 (384)	16	8	237
«4» 30ХГСА	20°	84 (835)	69 (685)	13	–	311
«6» 35Х	20°	66 (655)	49 (490)	13	–	233

Заключение

По результатам визуально-измерительного контроля, химического анализа, механических испытаний и металлографического исследования металл труб №1,2,3,5 из стали 45 и №6 из стали 35Х не может удовлетворять требования заказчика, даже после термического улучшения.

Требованиям заказчика может удовлетворять труба № 4 из стали 30ХГСА после термического улучшения. Однако в структуре этих труб присутствуют дефекты: недеформируемые оксидные включения 4а, 4б балла – дефект металлургического производства; наличие зерен феррита наряду с сорбитом в термически улучшенной стали – дефект упрочняющей термической обработки.

Список источников:

1. Короткова, Л. П. Контроль качества материалов (в машиностроительном производстве): учебное пособие / Л. П. Короткова, Д. Б. Шатько, Д. М. Дубинкин ; ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2011. – 171 с.
2. Марочник сталей и сплавов / под. ред. А. С. Зубченко. – Москва : Машиностроение, 2003. – 1066 с.



Секция «Технология машиностроения»

УДК 621.822-192

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТИНОК
ИЗ СТАЛИ ШХ-15**

Д.А. Бородин, аспирант

Научный руководитель: В.Ю. Блюменштейн, д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время актуальной является проблема повышения надежности изделий машиностроения. Исследования в этой области проводятся во многих научных организациях. Такие изделия, как подшипники качения хорошо изучены с точки зрения технологии изготовления, влияния макросостояний на показатели качества. Исследование формирования и трансформации тонкого поверхностного слоя и последующее выявление закономерностей этих процессов является одной из приоритетных задач машиностроения на пути к новому этапу качества изделий.

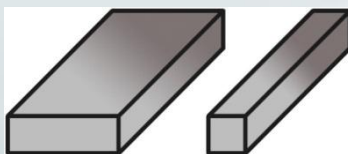
В рамках данной задачи разработан план экспериментальных исследований, включающий 3 типа объектов исследования, которые стали основой для трех различных направлений исследования (рисунок 1):

- 1) Исследование технологического наследования свойств тонкого поверхностного слоя при изготовлении и эксплуатации подшипников №310.
- 2) Исследование технологического наследования свойств тонкого поверхностного слоя при изготовлении и эксплуатации двух типоразмеров (40x15x5 и 40x5x5 мм) пластинок из стали ШХ-15.
- 3) Исследование влияния технологической наследственности и модифицированных смазочных композиций на долговечность сферических подшипников ШСЛ-60.

Второе направление эксперимента было разработано для моделирования процесса изготовления и эксплуатации дорожек качения подшипников 310 на плоской поверхности. Были изготовлены пластинки из стали ШХ-15 в количестве 180 штук (по 90 штук на один типоразмер) согласно схеме (рисунок 2), кроме этапа эксплуатации. Шлифование проводилось на 3 режимах, первый – основной режим, на котором шлифуются подшипники согласно технологическому процессу. Второй и третий – режимы с увеличенной скоростью обработки. После каждой операции изымались образцы, необходимые для исследования поверхностного слоя на стадиях производства.



Подшипник №310



Пластины из стали
ШХ-15



Сферический подшипник
ШСЛ-60

Рисунок 1 - Объекты исследования

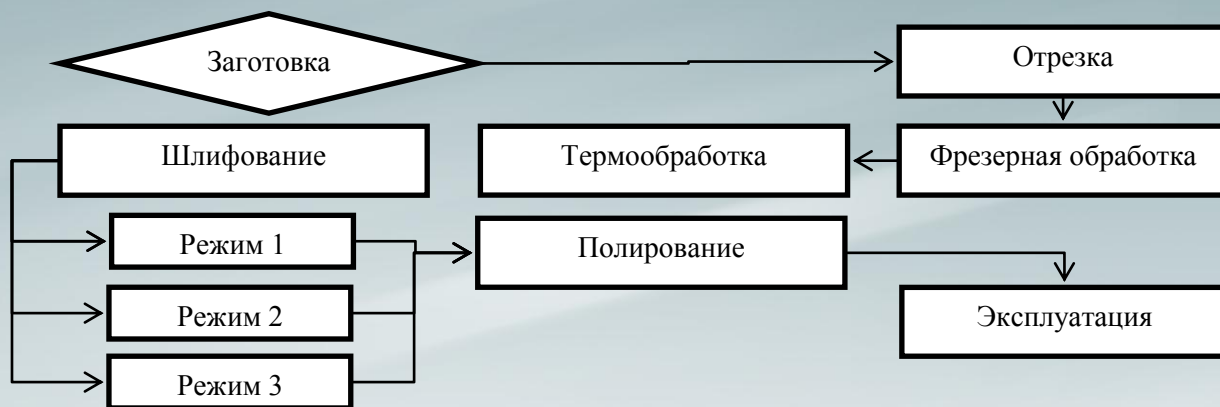


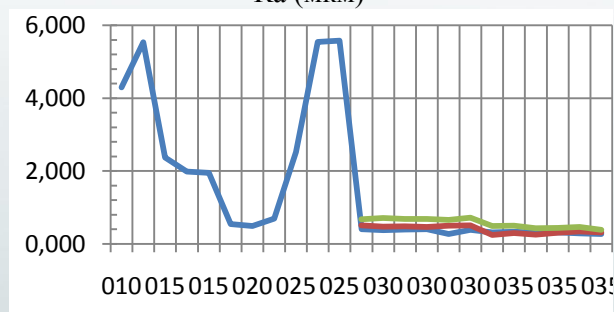
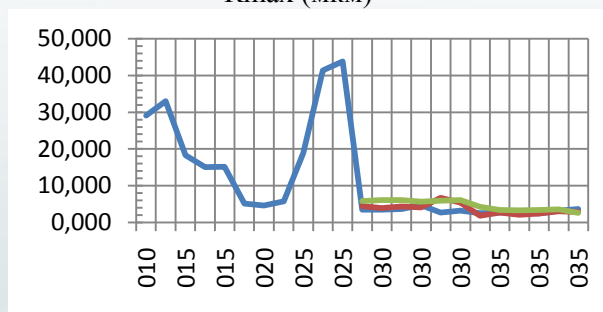
Рисунок 2 - Схема эксперимента по пластинам из стали ШХ-15

Для исследования влияния технологической наследственности на этапе шлифования желоба пластинок были поделены на 3 группы, которые шлифовались на 3 различных режимах.

При проведении исследований применялись приборы: профилограф-профилометр «Talyserf» 5M120, микротвердомер для проведения испытаний по Виккерсу Durascan 20, оптический интерферометр ZygoNewViewTM 7300, Инвертированный металлографический микроскоп Axio Observer A1m.

Результаты исследований показаны на рисунках 3-7. На рисунках синим цветом показаны значения, соответствующие основному режиму обработки, а красным и зеленым – второму и третьему режимам соответственно. Разграничение идет по операциям: 010 – отрезка, 015, 020 – фрезерные черновая и чистовая, 025 – термообработка, 030 – шлифование, 035 – полирование.

Значения R_a соответствуют ожидаемым и контролируемым значениям на стадиях обработки. Большие различия при разных режимах шлифования вызваны в первую очередь погрешностью оборудования и невозможности точного контроля шероховатости на предприятии. График R_{max} повторяет форму графика R_a , что соответствует закономерности изменения шероховатости на стадиях обработки (рисунок 3).

Среднее арифметическое отклонение профиля
 R_a (мкм)Наибольшая высота неровностей профиля
 R_{max} (мкм)Рисунок 3 - Графики значений R_a и R_{max} на стадиях обработки

Из графика (рисунок 4) видно, что после операции отрезки поверхность имеет равное распределение впадин и выступов. При черновом фрезеровании возрастает количество «острых» выступов, но при чистовом фрезеровании картина меняется в обратную сторону. Закономерно наблюдается появление «острых выступов» при закалке и их последующее уменьшение, с появлением «острых» впадин при шлифовании и полировании.

Параметр R_{sk} является одним из ключевых показателей качества поверхности, так как при одном параметре R_a или R_z R_{sk} может быть различным. соответственно вид профиля неровностей также будет отличаться. Наличие «острых» выступов при положительном значении параметра приводит к более высокой общей шероховатости, к увеличению времени приработки детали. Наличие же острых впадин благоприятно сказывается на общей



шероховатости поверхности и на приработке, однако в таком случае сильнее прогрессируют усталостные разрушения, ввиду наличия сильных концентраторов напряжений в виде более глубоких впадин, что хорошо видно на трехмерном и двухмерном изображениях профиля на рисунке 5.

Параметр шероховатости Δq характеризует «остроту» вершин и впадин профиля. Чем ниже величина показателя, тем меньше средний угол наклона неровностей относительно средней линии, соответственно менее опасны концентраторы напряжений.

Согласно рисунку 4 значение параметра Δq изменяется в широких диапазонах, но на стадии полирования достигает 0,01. Анализ позволил установить, что вследствие влияния технологической наследственности поверхностный слой приобрел высокую усталостную прочность. Которая в свою очередь выше, чем на операциях фрезерование и закалки. Также стоит отметить, что различие режимов не сказалось кардинальным образом на конечном значении Δq .

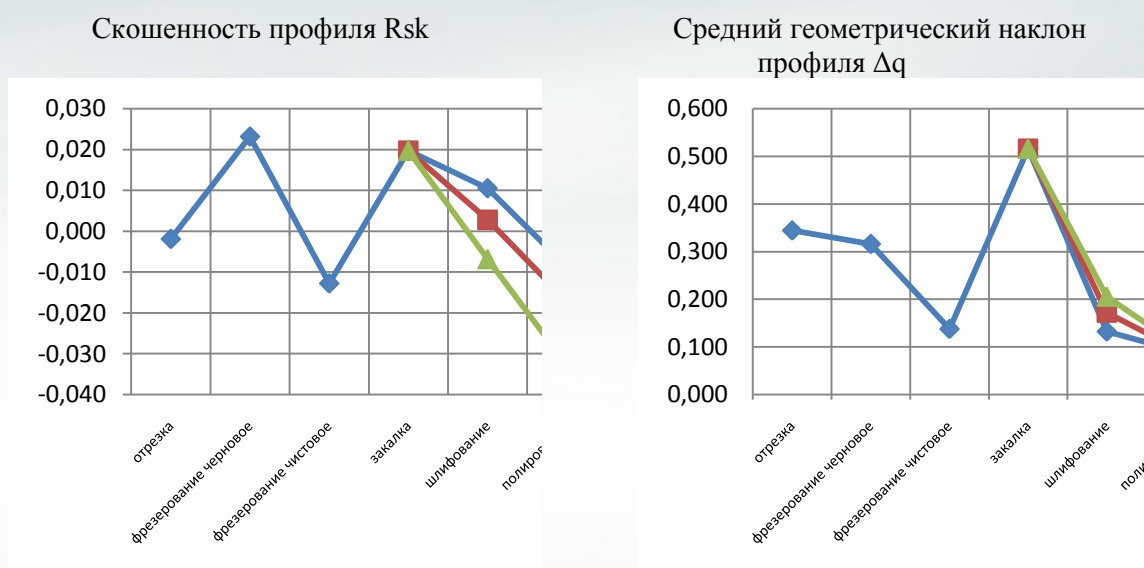


Рисунок 4 - Графики значений Rsk и Δq на стадиях обработки

Исследования микроструктуры на инвертированном металлографическом микроскопе Axio Observer A1m (Carl Zeiss) позволили установить, что полученные образцы соответствуют ГОСТ (рисунок 7).

В виду небольшой толщины образцов и режимов закалки полученные изделия имеют как твердый поверхностный слой, так и сердцевину, о чем свидетельствуют полученные результаты. После исключения значений грубых наблюдений, являющихся погрешностями измерения, получается постоянное значение твердости в поверхностном слое (рисунок 6).

В зависимости от режимов обработки микротвердость практически не меняется и после полирования образцы, обработанные на разных режимах, имеют схожую твердость.

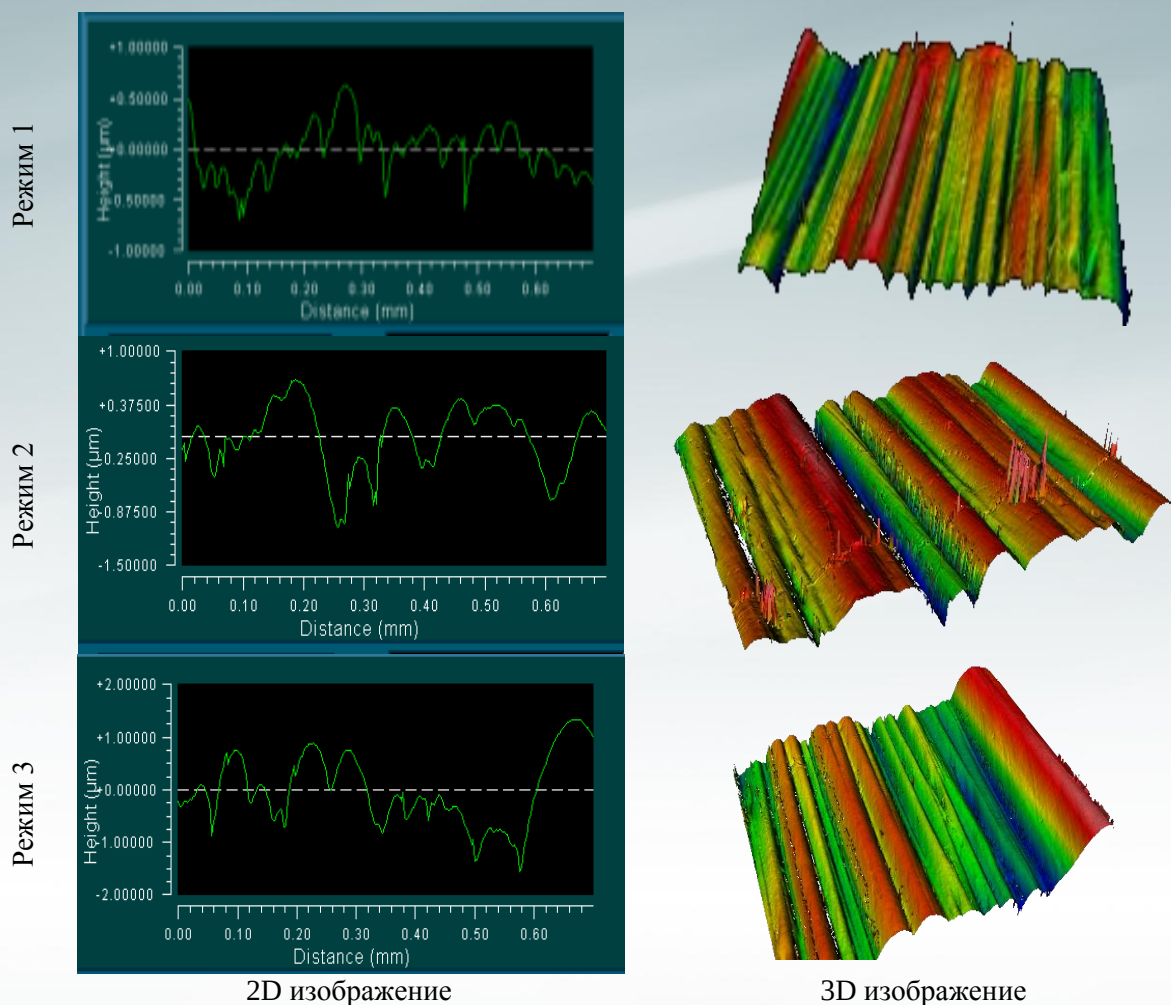


Рисунок 6 - Графики значений микротвердости на стадиях обработки

На рисунке 8 видно, что образцы имеют микроструктуру отпускаемого мелкоигольчатого мартенсита и равномерно распределенных избыточных карбидов, что соответствует ГОСТ (рисунок 7).

Однако в структуре четко прослеживаются полосы неизвестного состава. На рисунке 8 они видны на каждом образце в виде голубых светлых полос. Предположительно они состоят из карбидов железа. Более полная картина станет видна после исследования химического состава образцов. С уверенностью можно сказать, что данные полосы диаметром от 30 до 60



мкм проходят вдоль прутка заготовки и распределены по всему объему заготовки. После исследования химсостава и испытаний образцов на усталость можно будет судить о составе полос и их влиянии на качество подшипников.

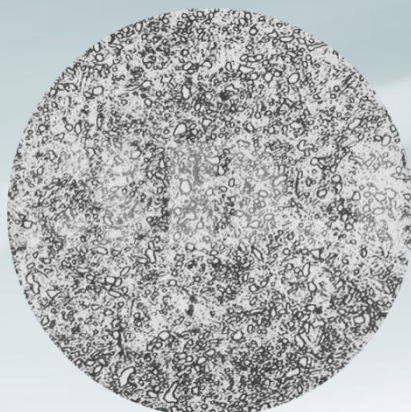


Рисунок 7 – Микроструктура стали ШХ-15 после термической обработки согласно ГОСТ 800-78



1 режим шлифования

2 режим шлифования

3 режим шлифования

Рисунок 8 – микроструктура образцов после операции полирования

Полученные результаты говорят о том, что на шероховатость поверхности опытных образцов оказывают влияние режимы обработки. При этом режимы обработки в меньшей степени влияют на высотные характеристики, в большей степени - на форму поверхности, что, в конечном счете, увеличивает количество концентраторов напряжений и опасность возникновения микро- и макротрещин.

При механической обработке происходит упрочнение поверхности, однако при используемых размерах опытных образцов в процессе закалки происходит полное прокаливание материала. Это не позволяет говорить, что режимы шлифования влияют на последующие значения микротвердости.

Микроструктура после закалки соответствует ГОСТ и существенно не изменяется при различии режимов шлифования.

Изменение формы поверхности, то есть увеличение количества глубоких и острых впадин приводит к лучшему заполнению их наноалмазами, что повышает КПД наномодифицированных смазочных материалов и снижает общую шероховатость поверхности.



УДК 621.91.01

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЛУЧЕНИЯ
ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ОБЪЕМНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

А.С. Сивушкин, аспирант

Научный руководитель: А.А. Кречетов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одной из важнейших задач машиностроения является повышение механических свойств материалов и эксплуатационных свойств деталей машин: твердости, прочности, выносливости. Существует большое количество традиционных способов их повышения для металлических материалов. Одним общим недостатком для данных способов является заметное понижение пластичности при повышении прочностных характеристик. Применение нано- и субмикрорекристаллических (НК и СМК) материалов позволяет решить эту проблему. [1].

Одними из наиболее перспективных в данном направлении являются технологии получения объемных наноматериалов с помощью способов интенсивной пластической деформации (ИПД). Они обеспечивают измельчение микроструктуры в металлах и сплавах до наноразмеров за счет больших деформаций сдвига. Наиболее изученными способами ИПД являются: равноканальное угловое прессование (РКУП), всесторонняя изотермическая ковка (ВИК) и кручение под высоким давлением (КВД) [2]. Заготовки, получаемые данными способами, имеют высокие эксплуатационные характеристики (микротвердость и предел прочности повышаются в 1,5-2 раза, пластичность понижается незначительно) [3].

Основными недостатками данных способов являются относительно малый размер и простая форма получаемых заготовок, тогда как изделия машиностроения, как правило, имеют сложную форму. Простая форма получаемых заготовок затрудняет промышленное внедрение способов ИПД и вызывает необходимость дальнейшей механической обработки полученных образцов. Кроме того, существенным препятствием для широкого применения наноматериалов является их структурная нестабильность. Температура рекристаллизации в наноструктурированных металлах на 20–30% ниже, чем в обычных [4]. Таким образом, механическая обработка наноматериалов, в частности резанием, приводит к росту зерен и частичной потере полученных при наноструктурировании свойств. Это вызвано влиянием температурного и силового факторов, действующих при механической обработке.

Частично эту проблему можно решить с помощью электроэрозионной обработки, которая практически не меняет свойств обрабатываемых наноматериалов [5]. Однако далеко не все виды деталей можно получить данным способом (например, тела вращения). Также электроэрозионная обработка приводит к насыщению поверхности углеродом. Следовательно, изучение влияния режимов именно механической обработки на структурное состояние объемных наноматериалов является актуальным.

Свойства наноматериалов во время механической обработки, как уже говорилось, меняются под воздействием температурного и силового факторов. Рассмотрим влияние этих факторов отдельно, а также влияние непосредственно механической обработки.

Влияние термической обработки

Влиянию режимов термической обработки на структуру и свойства объемных наноматериалов посвящено большое количество работ. Исследования проводились на чистых металлах, сплавах, твердых растворах и интерметаллидах. Для всех этих видов наноматериалов можно выделить общие этапы эволюции структуры в процессе нагрева.

1. Перераспределение и уменьшение числа дислокаций, существующих в зернах материала, подвергнутого ИПД.
2. Перераспределение дислокаций в неравновесных границах зерен, образовавшихся при интенсивной деформации (создание более равновесной структуры).
3. Одновременное уменьшение дальнедействующих полей напряжений и упругих искажений кристаллической решетки.
4. Укрупнение зерен при нагреве [1].



Температуры, при которых происходят те или иные процессы эволюции структуры, зависят от нескольких факторов и прежде всего от:

- природы исследуемого материала и его химического состава.
- метода и параметров интенсивной деформации [1].

Влияние деформационной обработки

Исследования влияния деформационной обработки на изменение структурного состояния НК и СМК материалов практически отсутствуют.

В работе [6] исследование влияния холодной прокатки со степенью обжатия 83% наноструктурированной с использованием РКУП меди показало, что данный вид деформационной обработки приводит к увеличению размера зерен в направлении (200) с 37 нм до 104 нм и уменьшению величины микроискажений кристаллической решетки в этом направлении с 52×10^{-4} до 37×10^{-4} . Одновременно происходит увеличение микротвердости наноструктурной Си в процессе холодной прокатки со значения 1180 МПа до 1250 МПа.

Небольшое количество работ, посвященных влиянию деформационной обработки на структурное состояние НК ИСМК материалов, не позволяет выделить общие этапы эволюции структуры различных материалов при разных способах обработки. Соответственно необходимо дальнейшие исследования в данном направлении.

Влияние резания

Имеющиеся работы, посвященные исследованию влияния режимов резания на структурное состояние объемных наноматериалов, не позволяют делать обобщенные выводы. В частности, есть ряд работ украинских ученых из Национального технического университета «ХПИ» и Кременчугского государственного университета имени Михаила Остроградского. Исследования проводились на титане и меди, изучалось точение и фрезерование. Результаты этих исследований [7, 8, 9] показывают, что механическая обработка точением и фрезерованием НК и СМК металлов, в частности титана ВТ1-0 и меди технической чистоты (Си: 99,98%), полученных с помощью ВИК, приводит к снижению микротвердости обработанных образцов. При увеличении подачи и скорости резания эксплуатационные характеристики падают до уровня крупнокристаллических металлов. Помимо этого, в работах [7, 8] были установлены рациональные режимы механической обработки для титана и меди, при которых материал сохраняет свои высокие эксплуатационные характеристики. Также в работе [9] была разработана методика определения рациональных режимов лезвийной обработки. Данная методика позволяет определить режимы лезвийной обработки для различных чистых НК и СМК металлов, обеспечивающие сохранение в обрабатываемой заготовке исходных физико-механических свойств. Недостатком методики является то, что она не учитывает влияние силового фактора при механической обработке, что требует дальнейшего развития.

Выводы: НК и СМК материалы позволяют успешно решать проблему повышения эксплуатационных характеристик изделий машиностроения при сохранении удовлетворительной пластичности. Вместе с тем, существует ряд проблем, связанных с обработкой таких материалов в связи с их структурной нестабильностью.

Имеющиеся результаты в области исследования влияния режимов механической обработки на структурное состояние НК и СМК материалов практически не описывают рассматриваемые процессы для традиционных углеродистых конструкционных сталей, тогда как именно эти стали имеют наибольшее распространение в машиностроении. Поэтому изучение эволюции структуры НК и СМК наноструктурированной углеродистой конструкционной стали в процессе механической обработки является актуальной задачей.

Конечной целью исследования является разработка методики проектирования технологических процессов механической обработки объемных НК и СМК материалов. Создание такой методики позволит повысить эффективность изготовления изделий сложной формы с наименьшими потерями свойств, полученных на стадии наноструктурирования, что позволит получать более конкурентоспособную продукцию.

Список источников:

1. Валиев Р. З. Наноструктурные материалы, полученные методом интенсивной пластической деформации / Р. З. Валиев, И. В. Александров. - М.: Логос, 2000. - 272 с.



2. Лякишев Н.П. Наноматериалы конструкционного назначения // Российские нанотехнологии. Т. 1. № 1–2. 2006. С. 71–81.
3. http://www.ocean.ru/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=374&Itemid=78
4. Дегтярев М.В. О термической нестабильности микрокристаллической структуры в однофазных металлических материалах / М.В. Дегтярев, А.В. Воронова, В.В. Губернаторов, Г.И. Чашухина // ДАН. 2002. Т.386. №2. С. 180–183.
5. Нанотехнологии в Республике Башкортостан. <http://www.minpromrb.ru/upload/news/2011.08/nanotech.pdf>
6. Alexandrov I.V., Wang Y.D., Zhang K., Lu K., Valie v R. Z.—In: Proceedings of the Eleventh International Conference on Textures in Materials. – Beijing: Intern. Acad. Publ., 1996. V. 2. P. 929.
7. Вerezub Н.В. Влияние механической обработки на микротвердость заготовок из титана с субмикрокристаллической структурой, полученных интенсивной пластической деформацией / Н.В. Вerezub, Л.И. Пупань, А.А. Симонова // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. прац. – Харьков, 2011. – С. 214–221.
8. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vcpi/TvM/2010_54/st017.pdf
9. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vcpi/TvM/2010_53/st015.pdf

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ СТАЛИ ШХ15 ПО СТАДИЯМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

А.Р. Миндиярова, студентка группы КТМ-121

Научный руководитель: Р.А. Понкрашкин, ст.преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Прокопьевск

Технологическая наследственность – это явление переноса свойств изготавливаемых изделий (деталей) от предшествующих технологических процессов (операций) к последующим и их частичное или полное сохранение.

Установлено, что изготовление деталей из одного и того же материала, но по различной технологии и с разными режимами обработки приводит к резкому изменению физико-механических свойств поверхностного слоя, таких как ударная вязкость, предел прочности, предел текучести, твердость, теплоемкость и других, при этом долговечность таких деталей различна. Наиболее простым и универсальным способом определения механических характеристик является испытание на твердость.

Для исследования тонкого поверхностного слоя металла необходимо применить метод микротвердости, отличающийся от испытания на твердость использованием незначительных нагрузок, не достигающих по величине 200 грамм [1]. Так микротвердость представляет собой твёрдость отдельных фазовых и структурных составляющих.

Для экспериментальных исследований была разработана технология изготовления наружного и внутреннего колец подшипника 310А (изготавливаемого из стали ШХ15 ГОСТ 801-78). По ходу технологического процесса кольца изымались и подвергались исследованиям.

Для установления соответствия микрошлифа образцов ГОСТу 2789-73 перед измерением микротвердости была измерена их шероховатость на приборе "Сейтроник ПШ8-3".

Испытание твердости проводим на микротвердомере DuraScan 20, производящим измерение по методу Виккерса - наиболее точному и универсальному методу измерения твёрдости.

Согласно ГОСТ 2999-75 подготавливаем образцы и формируем схему опыта, представленную на рисунке 1. Обеспечиваем расстояние между центром отпечатка, краем образца и краем соседнего отпечатка не менее 2,5 длины диагоналей отпечатка. С целью получения объективного результата измерений и подтверждения того, что кольцо прокалилось насквозь, производим серийное измерение микротвердости каждого образца в 25 точках, по пять точек в каждой полосе, удаляющихся от дорожки качения вглубь кольца. Таким образом были определены следующие расстояния:



Образец	a, мкм	b, мкм	c, мкм	c1, мкм	c2, мкм
После термической обработки	60	60	70	60	95
До термической обработки	60	80	80	60	100

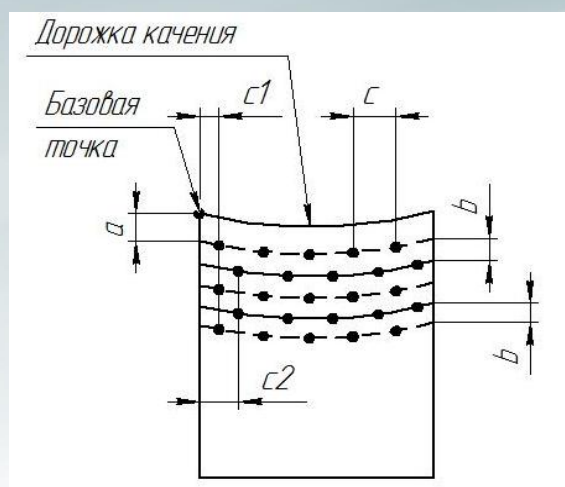


Рисунок 1 - Расположение исследуемых точек на образце при измерении микротвердости.

Выбираем программу нагружения HV0,1, которая обеспечивает оптимальную глубину внедрения индентора в поверхностный слой образца.

По полученным экспериментальным данным были построены графики по каждому образцу: 1) Изменение величины микротвердости по точкам на исследуемой полосе. График на примере образца Н07 представлен на рисунок3. Из графика видно, что значения микротвердости не зависят от положения полосы, что доказывает равномерную прокаливаемость колец на всю глубину.

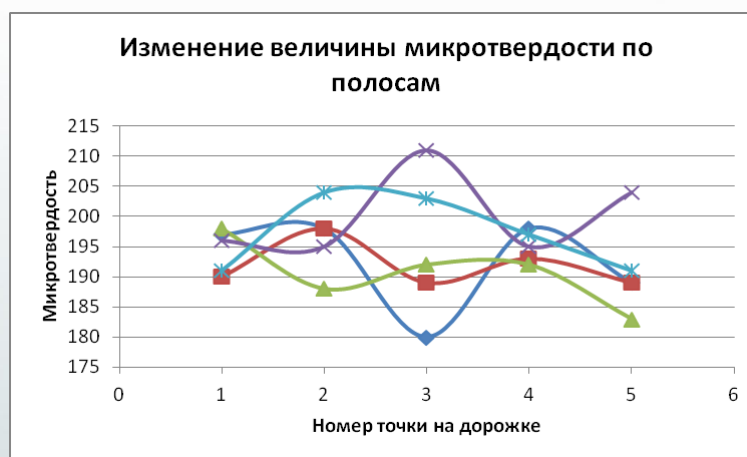


Рисунок 2

2) Изменение величины микротвердости по исследуемым точкам. График на примере образца Н07 представлен на рисунок4.

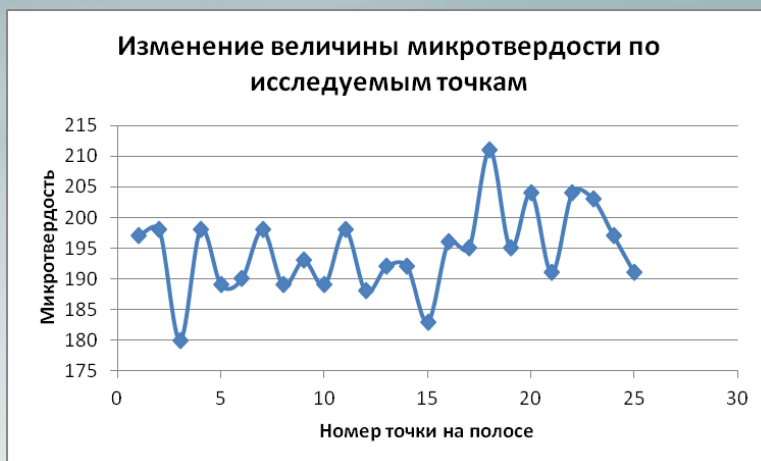
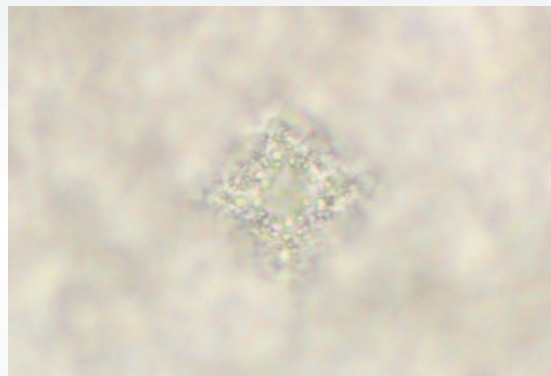
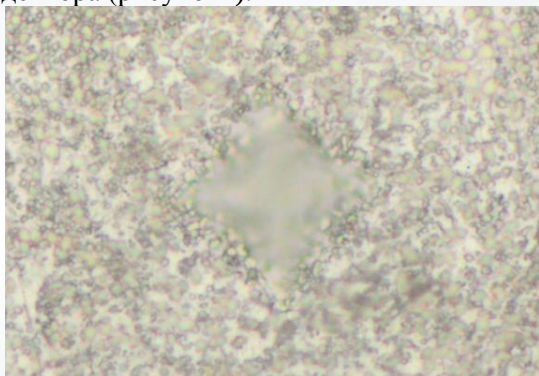


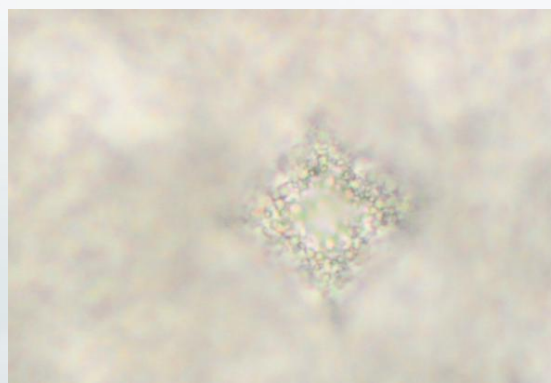
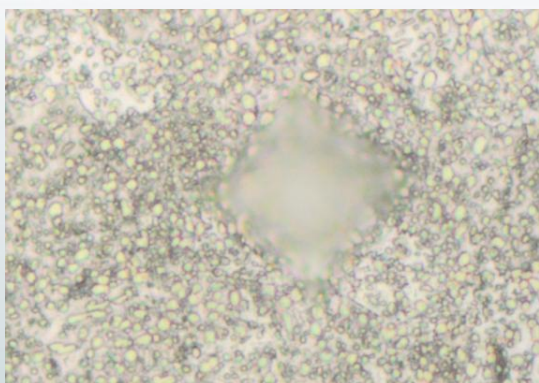
Рисунок 3

На графике наблюдается колебание значений микротвердости относительно средней её величины по образцу равной 194 единицам, что входит в регламентируемый интервал (ГОСТ 801-78), максимальное отклонение составляет 32 единицы.

Для выявления причины колебания была исследована структура образцов и отпечатков индентора (рисунок4).



Структура в точке 1. Увеличение $\times 1000$



Структура в точке 3. Увеличение $\times 1000$

Рисунок 4

Анализ изображений показал, что различие между микротвердостью отпечатков вызвано неоднородностью структуры (мелкозернистый перлит, балл 3).

Исследование микротвердости колец подшипников качения показало, что все образцы соответствуют ГОСТ 801-78.

Список источников:

1. Твердость и микротвердость металлов/ В.К. Григорович. – М.: Изд-во Наука, 1976. – 229 с.: ил.



2. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве/ А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 364 с.: ил.
3. ГОСТ 801-78. Сталь подшипниковая. Технические условия.
4. ГОСТ 2999-75. Металлы и сплавы. Методы измерения твердости по Виккерсу.

**ФОРМИРОВАНИЕ НАЧАЛЬНЫХ И ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ
ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОУВ, С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «АНАЛИЗА УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ»**

С.А. Мосунова, студентка группы КТм-121

Научный руководитель: Р.А. Понкрашкин, ст.преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Прокопьевск

Технологическая наследственность - это явление переноса свойств изготавливаемых изделий (деталей) от предшествующих технологических процессов (операций) к последующим и их частичное или полное сохранение.

Для установления технологической наследственности были проведены экспериментальные исследования, на примере подшипника качения 310А.

Исследованию подлежали наружные и внутренние кольца, а также готовые подшипники, при этом тело качения принято за идеальное. После проведения экспериментальных исследований необходим анализ полученных результатов. Однако, большое количество варьируемых факторов, комплексно влияющих на эксплуатационные свойства деталей, обуславливает невозможность построения общих моделей методами традиционного анализа.

В связи с этим для интерпретации имеющегося эмпирического материала был применен «Анализ уникальных объектов» так называемый энтропийный анализ, разработанный профессором А.Б. Логовым [2], позволяющий оценивать комплексное влияние факторов, имеющих различную размерность и физический смысл.

Исходными данными для анализа явилась сводная таблица условий и результатов экспериментов. При этом каждому эксперименту было присуще различное сочетание показателей, которое практически не совпадало в рамках одного этапа; следовательно, каждый эксперимент имел ряд пробелов в некоторых показателях.

Исходная таблица для наружных и внутренних колец содержит:

По столбцам (показатели), такие как: режимы обработки колец подшипника; данные, полученные при контроле геометрии на стадии изготовления, а также их стандартные значения; средние значения твердости и микротвердости, а также глубины внедрения индентора; среднее значение шероховатости дорожек качения.

По строкам - значения по каждому исследуемому образцу.

Исходная таблица для колец в сборке содержит такие показатели как: величина радиального зазора; торцевые и радиальное биение; общий уровень вибрации.

На стадии подготовки данных к энтропийному анализу из таблицы исходных данных удаляем столбцы, содержащие величины различных отклонений реальных параметров от стандартных (в том числе и отрицательные), т.к эти величины без соотнесения с реальными размерами образца не несут информации, необходимой для анализа.

Для уточнения роли влияния финишных операций на формирование общего уровня вибраций и свойств поверхностного слоя, сформировали две группы колец, которые отличаются режимами резания на желобошлифовальной операции. Поэтому в таблице данных для наружных и внутренних колец формируем столбец, содержащий режимы резания для



данной операции, который будет содержать значения первой и второй группы по образцам соответственно обработке.

С целью установления степени отклонения параметров исследуемых образцов от стандартных значений, добавляем в таблицу данных (в дополнительную строку) стандартный образец (т.е. кольцо со стандартными значениями по всем показателям) соответственно убираем из исходной таблицы столбцы с показателями стандартных значений.

В дальнейшем для проведения энтропийного анализа на основе таблицы исходных данных создаем новую таблицу, содержащую только индивидуальные данные образцов.

Итак, выполняем необходимые для анализа преобразования в таблицах.

Согласно алгоритму анализа состояния данных были выполнены следующие действия:

1. Суммирование в столбцах

$$Q(j) = \sum_{i=1}^A Q(i/j) \quad (1)$$

где $Q(i/j)$ - элемент таблицы исходных данных; i - номер строки таблицы; j - номер столбца таблицы, A - число строк таблицы.

2. Находим доли элементов

$$q(i/j) = \frac{Q(i/j)}{Q(j)} \quad (2)$$

3. Основная модель U

$$U(i/j) = -q(i/j) \ln q(i/j) = \ln q(i/j)^{-q(i/j)} \quad (3)$$

производные модели V

$$V(i/j) = \ln Q(i/j) \quad (4)$$

производные модели W

$$W(i/j) = -Q(i/j)^{-1} \quad (5)$$

Полная энтропия показателя

$$U(j) = \sum_{i=1}^{I \leq 91} U(i/j) \quad (6)$$
$$\frac{U(j)}{\ln I} < 1$$

4. Находим статистические характеристики по столбцам
математическое ожидание

$$\hat{M}[V(i/j)] = M[j] = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^A V(i/j) \quad (7)$$

среднее квадратичное отклонение

$$\sigma[V(i/j)] = \sigma[j] = \sqrt{\frac{1}{A-1} \sum_{i=1}^A \{V(i/j) - \hat{M}[j]\}^2} \quad (8)$$

5. Находим отображения на оси координат

Абсцисса

$$X(i/j) = \frac{V - \hat{M}[j]}{\sigma[j]} \quad (9)$$

Ордината

$$Y(i/j) = \frac{W - \hat{M}[j]}{\sigma[j]} \quad (10)$$

Проектируем на ту же плоскость и стандартный показатель



6. После проведенной обработки каждой таблицы по столбцам, проводим инверсию (аналог факторного анализа), обрабатывая каждую таблицу по строкам и находим среднее значение (по заполненным клеткам строки) $\bar{M}$ и Средний квадратичный разброс в строке σ .

Получен вариант фазового портрета $X(i/j)$; $Y(i/j)$, на этом завершается подготовительный этап энтропийного анализа.

В дальнейшем планируется при помощи анализа уточнить степень влияния исследуемых показателей друг на друга, их взаимосвязь, а также влияние на процесс наследования свойств поверхностного слоя и общего уровня вибрации исследуемых подшипников качения.

Список источников:

1. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве/ А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 364 с.: ил.
2. Анализ состояния уникальных объектов (Анализ «плохих» данных)/ А.Б. Логов, Р.Ю. Замаев, А.А. Логов - Учебное пособие. Кемерово, 2009.-88с.
- 3.ГОСТ 520-2002. Подшипники качения. Общие технические условия.

УДК 629.039.58

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОРПУСА ИЗОЛИРУЮЩЕГО ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ СПАСЕНИЯ ШАХТЕРОВ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Д.А. Сухов, А.А. Николаев, А.Н. Семибратов, студенты 4-го курса специальности «Оборудование и технологии сварочного производства»,
Научный руководитель: В.Л. Князьков, к.т.н., доцент кафедры «Технологии машиностроения»
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В связи с периодическими случаями возникновения на шахтах аварийных ситуаций, повышение надежности средств защиты жизни и здоровья шахтеров, является актуальной задачей.

Корпус автономного изолирующего дыхательного аппарата для горноспасателей изготавливается в настоящее время из тонколистовой коррозионно-стойкой, жаропрочной стали 12Х18Н10Т, толщина которой составляет 0,5 мм. Швы сварных соединений выполняются контактной точечной и шовной сваркой, а также пайкой, как это показано на рисунке 1.

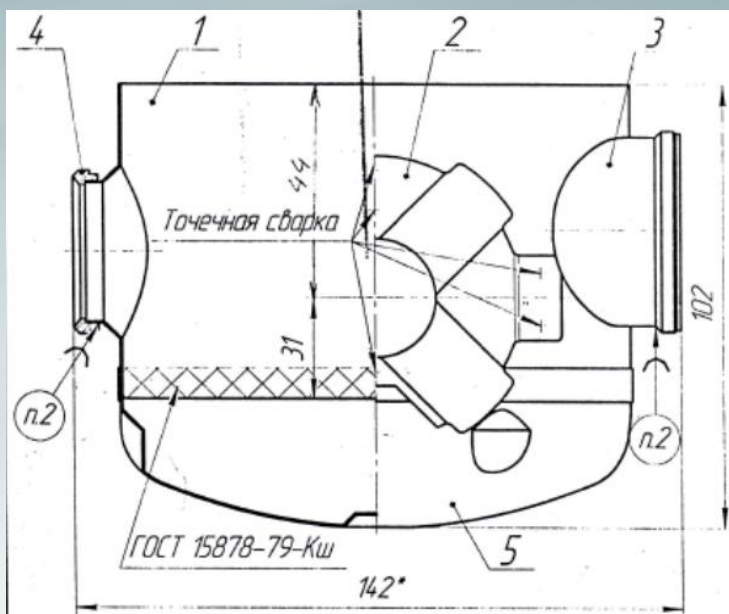


Рисунок 1 - Сварные соединения детали внешний стакан холодильника

Контактная и шовная сварка имеют ряд недостатков, такие как шунтирование тока сварки, низкую технологичность при сварке угловых соединений. Угловые соединения, выполняемые пайкой имеют дефекты, определяемые визуально-измерительным контролем, которые представлены на рисунок 2 а) и 2 б).



а)

б)

Рисунок 2

а) - дефекты соединения штуцера в виде наплывов, неравномерного сечения шва,
б – дефекты нарушения размеров шва

Замена пайки угловых швов контактно-шовной сваркой возможна при изменении конструкции детали поз.4, воротниковой горловиной, однако такая замена может привести к снижению надежности сварного соединения.

Исследования технологических возможностей перспективных технологий сварки показывают, что для повышения качества сварных соединений, а также замены швов, выполняемых пайкой на сварку возможно применение импульсной лазерной сварки [1, 2, 3].

Наибольшей надежностью, на наш взгляд обладают швы сварных соединений тонкостенных, выполненных сваркой трением с перемешиванием. Надежность свариваемых швов обеспечивается отсутствием деформаций и разупрочнения околошовной зоны в связи с отсутствием существенного нагрева [4, 5].



Выводы:

1. Внедрение новых перспективных технологий позволит повысить качество и надежность сварных соединений корпуса автономного изолирующего дыхательного аппарата для горноспасателей.
2. Для внедрения перечисленных выше технологий необходимо проведение комплексных исследований сварки тонколистовых конструкций из алюминиевых сплавов.

Список источников:

1. Левин Ю.Ю., Ерофеев В.А. Оптимизация процесса при импульсной лазерной сварке тонкостенных изделий из сплавов алюминия / "XXX Гагаринские чтения" // Доклады международной научной конференции: Сб.докл., М.: "МАТИ" – РГТУ им. К.Э.Циолковского, 2006, 160 с.
2. Левин Ю.Ю., Ерофеев В.А., Судник В.А. Компьютерная модель формирования шва при импульсной лазерной сварке / 1-я Международная Интернет-конференция «Компьютерные технологии в соединении материалов» (Тула 2005).
3. Левин Ю.Ю. Компьютерное моделирование импульсной лазерной сварки тонколистовых алюминиевых конструкций / "XXX Гагаринские чтения" // Доклады международной научной конференции: Сб.докл., М.: "МАТИ" – РГТУ им. К.Э.Циолковского, 2004, 160 с.
4. Tanaka S. et al. Joining dissimilar alloys between AA5083 and A6N01 by friction stir welding // 3rd International Symposium on Friction Stir Welding. Kobe (Japan), 2001.
5. Служебные характеристики соединений алюминиевых сплавов 1201 и АМг6, выполненных фрикционной сваркой /В. А. Половцев, М. М. Штрикман, Г. В. Шилло и др. // Технология машиностроения. 2006. № 4. С. 30—34.

Секция «Эксплуатация автомобилей»

УДК 665.733.5

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА НА АЗС Г. КЕМЕРОВО

А.К. Кузнецов, К.В. Зыков, А.Н. Ходосевич, студенты группы ОД-101

Научный руководитель: А.И. Подгорный, к.т.н, доцент, зав. кафедрой «Эксплуатации автомобилей»,

А.Г. Кульпин, ст. преподаватель кафедры «Эксплуатации автомобилей»

Кузбасский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время идет большой рост автомобилизации. В связи с этим повышается спрос на ГСМ, от которых зависит мощность, лёгкость пуска, расход топлива и ресурс двигателя. Несмотря на широкий выбор и одинаковые цены, у автомобилистов возникают претензии к тем или иным заправкам г. Кемерово. Нами была проведена работа по физико-химическому анализу автомобильного бензина, проверка АЗС на «долив/недолив» топлива, а также были проведены мощностные испытания в условиях лаборатории 3007. Для проведения анализа был осуществлен отбор 16 проб различных марок бензина с 7 АЗС г. Кемерово: «Газпром, Фин-трейд, Роснефть, Лукойл, Tat-Neft, Пальма, Форус». В ходе исследования был произведен анализ образцов бензина на соответствие требованиям ГОСТа, а также были проверены эксплуатационные показатели. В процессе исследования были получены следующие результаты (в интересах эксперимента, образцы были зашифрованы, номера присвоены в случайном порядке):



Таблица 1

«Долив/недолив» топлива на различных АЗС

№ Образца	Фактический объем, мл	«Долив/недолив», мл
1	4660	340
2	4923	77
3	4828	172
4	5000	0
5	4882	118
6	4746	254
7	4932	68

Таблица 2

Октановое число по маркам бензина

АИ-92		
№ Образца	Исследовательский метод	Моторный метод
ГОСТ Р 51866-2002	Не менее 92,0	Не менее 83,0
1	89,5	86,8
2	89,2	81,6
3	93,2	81,8
4	85,3	80,0
5	92,8	83,6
6	93,3	83,9
7	90,1	82,0
АИ-95		
ГОСТ Р 51866-2002	Не менее 95,0	Не менее 85,0
1	95,2	85,2
2	95,4	85,4
3	95,2	85,2
4	95,2	85,2
5	95,1	85,1
АИ-98		
ГОСТ Р 51866-2002	Не менее 98,0	Не менее 88,0
1	97,1	86,8
2	97,5	87,2



Таблица 3

Фракционный состав по маркам бензина

АИ-92							
№ Образца	НР, °С (откл. - 5°С)	10%, °С (откл. +3°С)	50%, °С (откл. +3°С)	90%, °С (откл. +3°С)	КР, °С (откл. +3°С)	Остаток в колбе %, не более	Остаток и потери %, не более
ГОСТ Р 51866-2002	-	≤ 55	≤ 100	≤ 170	≤ 205	≤ 1,5	≤ 4,0
1	47	57	92	172	192	0,96	5,05
2	45	57	106	195	200	0,5	8,0
3	39	55	109	186	197	1,0	7,0
4	39	56	95	179	187	0,9	5,1
5	41	58	97	152	191	0,88	2,1
6	43	56	69	162	192	0,9	3,1
7	44	53	95	176	187	1,0	5,0
АИ-95							
ГОСТ Р 51866-2002	-	≤ 55	≤ 100	≤ 170	≤ 205	≤ 1,5	≤ 4,0
1	39	52	88	156	189	0,85	1,75
2	43	55	90	159	195	0,85	1,15
3	42	55	94	159	199	1,0	4,0
4	44	55	98	177	192	0,9	6,1
5	38	52	90	165	195	1,0	4,0
АИ-98							
ГОСТ Р 51866-2002	-	≤ 55	≤ 100	≤ 170	≤ 205	≤ 1,5	≤ 4,0
1	33	56	105	176	205	0,9	5,1
2	42	54	89	145	189	0,8	1,2

Таблица 4

Мощностные испытания

Двигатель УЗАМ 412, рекомендуемое топливо АИ-80			
№ Образца	Нагрузка, кг	Частота, об/мин	Мощность, л.с
1	7	2370	16,59
2	7	1900	13,30
3	7	2080	14,56

Вывод: Без нареканий испытания прошли образцы бензинов марки АИ-92 и АИ-95 под номером 5.

Список источников:

1. Масленников, Р.Р. Эксплуатационные материалы (автомобильные): учебник / КузГТУ. – Кемерово, 2002.-215 с.
2. Васильева, Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. Для вузов.- М.: Транспорт, 1968. – 279с.



УДК 622.684

**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА НА
РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА**

Д.И. Ильинчик, студент группы МА - 081

Научный руководитель: А.В. Кудреватых, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В настоящее время разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом с каждым днём становится всё масштабнее. С появлением новой карьерной техники производительность угольных разрезов Кузбасса существенно возрастает, а в связи с этим увеличивается глубина разрабатываемого месторождения. В данных условиях транспортирование горной массы является возможным только благодаря автотранспорту. Анализ состояния автопарка на ОАО «УК Кузбассразрезуголь» показал, что с 2009 года списочное количество автосамосвалов существенно возросло.

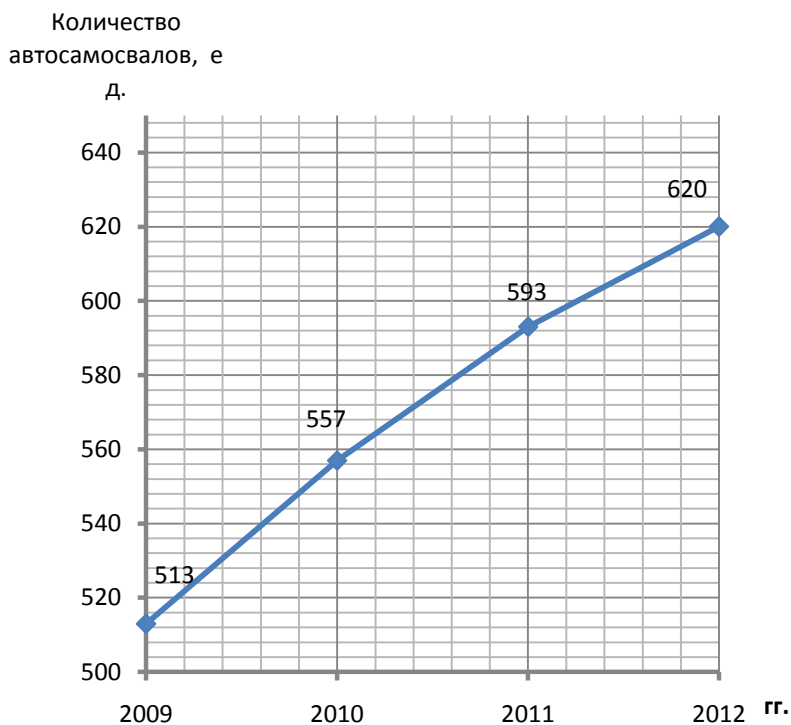
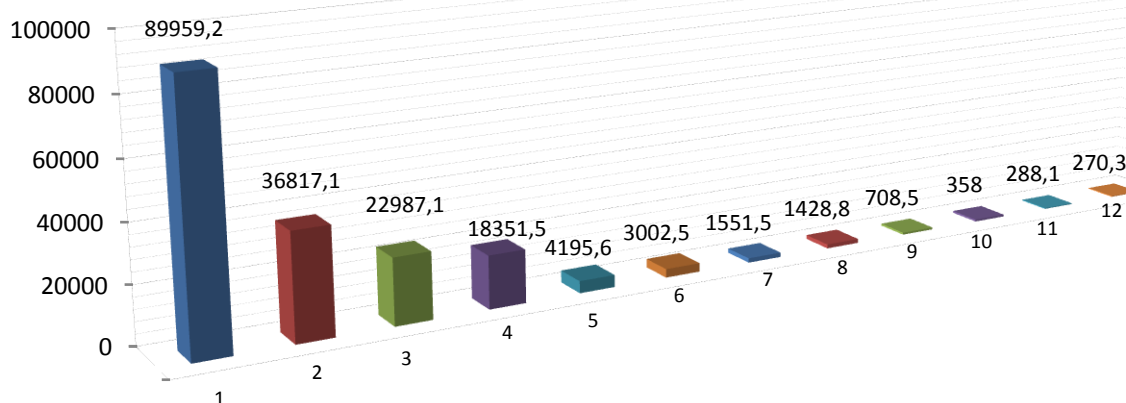


Рисунок 1 – Состояние автопарка на ОАО «УК Кузбассразрезуголь» за период 2009-2012 гг.

Следовательно, актуальным является анализ работы автосамосвалов.



Простои, моточасы



1 - ОАО УК КРУ	4 - Бачатский	7 - Моховский	10 - Осинниковский
2 - Талдинский	5 - Краснобродский	8 - Сартаковский	11 - Вахрушевский
3 - Кедровский	6 - Ерунаковский	9 - Караканский	12 - Калтанский

Рисунок 2 – Простои автосамосвалов за 2012 год на ОАО «УК Кузбассразрезуголь»

Существенное влияние на работу и срок эксплуатации оказывают горнотехнологические (глубина разреза, угол наклона трассы) и горнотехнические (грузоподъемность, мощность двигателя) факторы. По полученным данным были построены диаграммы причин простоев автотранспорта.

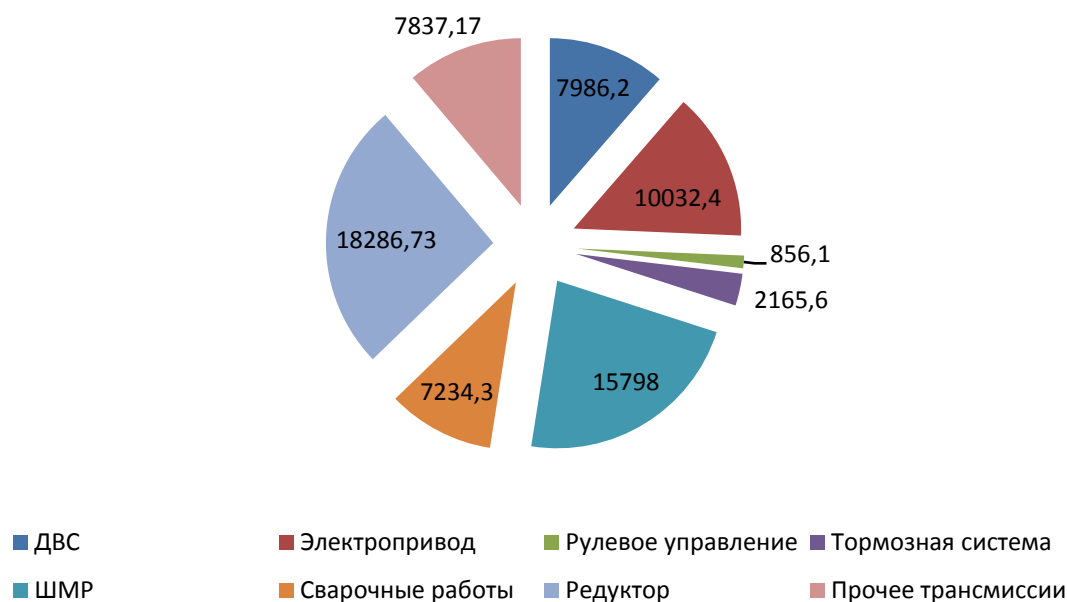


Рисунок 3 – Простои автосамосвалов на ОАО «УК Кузбассразрезуголь» за 2012 год (в моточасах)

Из полученных диаграмм видно, что наиболее часто выходит из строя редуктор-моторколесо (РМК). Существенно сократить время простоев и продлить срок эксплуатации РМК позволят способы комплексной диагностики. На Кедровском филиале ОАО «УК КРУ»



для анализа состава масла используется лаборатория эмиссионного спектрального анализа масла (ЭСАМ), а так же проводится тепловизионная диагностика. С помощью лаборатории эмиссионного спектрального анализа масла определяется состав работающего масла в редукторе-моторколесе. Однако использование данной лаборатории постоянно невозможно из-за высокой стоимости. Поэтому определять состав масла для того, чтобы предупредить простой автосамосвала, необходимо после проведения дополнительных диагностических мер. Нами предлагается использовать комплексное диагностирование путем использования ЭСАМ и тепловизионной диагностики совместно. Тепловизионная диагностика основана на том, что наличие практически всех видов дефектов оборудования вызывает изменение температуры дефектных элементов и, как следствие, изменение интенсивности инфракрасного (ИК) излучения, которое может быть зарегистрировано приборами.

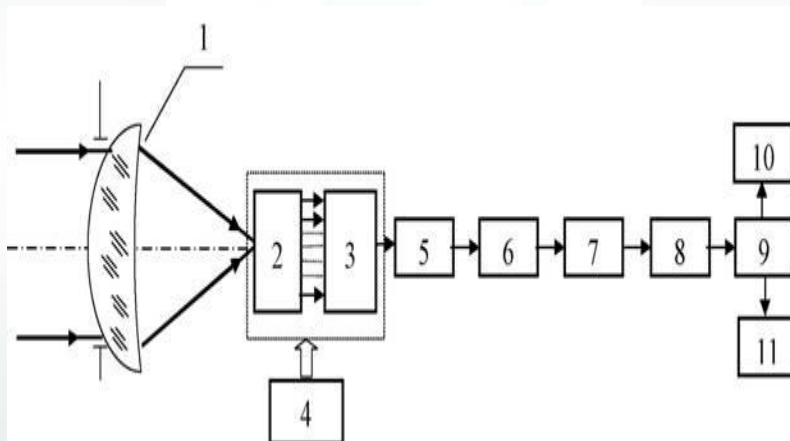


Рисунок 4 – Устройство тепловизора

1 – оптическая система; 2 – фокальная матрица с предусилителями; 3 – мультиплексор; 4 – система охлаждения; 5 – корректор неоднородности характеристик чувствительных элементов; 6 – аналого-цифровой преобразователь; 7 – цифровой корректор неоднородности; 8 – корректор неработающих ячеек; 9 – формирователь изображения; 10 – дисплей; 11 – цифровой выход.

Благодаря совместному использованию тепловизора и лаборатории ЭСАМ существенно сократится количество простоев автосамосвалов и увеличится срок эксплуатации редуктора-моторколеса. Это позволит сократить затраты на ремонт РМК.



УДК 622.684

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ УК «КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ»

Ю.А. Комарских, студент группы МА-092

Научный руководитель: А.Г. Кульпин, ст. преподаватель, Д.В. Стенин, к.т.н, доцент
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Для технологического транспорта важно снижение себестоимости перевозок, а также бесперебойная работа, так как потери от простоев из-за отсутствия транспорта очень велики. Одной из составляющих себестоимости перевозок является затраты на шины. В себестоимости одной тонны перевозимой продукции при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых 65% занимают затраты на автотранспорт, из которых 18% составляют затраты на шины (рисунок 1).

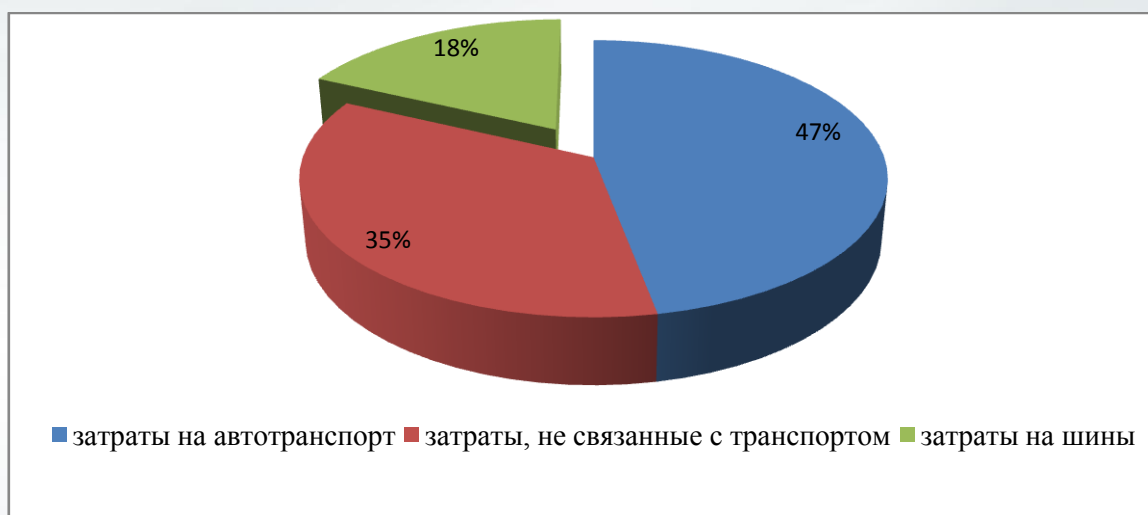


Рисунок 1 - Структура себестоимости транспортирования горной массы

Эксплуатация шин для автосамосвалов осуществляется в соответствии со специальными правилами, которые содержат разделы, описывающие назначение и технические характеристики, их маркировку, регламентируют порядок погрузочно-разгрузочных работ, транспортирования, хранения, монтажа и демонтажа, комплектования и учета и т.д.

При нарушении правил эксплуатации не обеспечивается полный срок службы шины, вследствие чего появляется необходимость в дополнительных материальных затратах на покупку новых шин.

На предприятии ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» шины, списанные в период с 2007 по 2012 год, были поделены на 4 группы:

Естественный износ – шины, вышедшие из строя по причине износа протектора. В эту группу вошли шины со следующими видами износа: равномерный, односторонний, пилообразный, пятнистый, усиленный по центру беговой дорожки, а также износ свыше предельно-допустимого.

Тепловые разрушения – шины, вышедшие из строя из-за расслоения элементов в зоне протектора, локальной деформации протектора, трещин в основании блоков протекторного слоя, пузырей по гермослою, отслоения герметизирующего слоя, расслоения каркаса и т.д.

Механические повреждения – шины, вышедшие из строя по следующим причинам: порез, пробой, повреждение инородным предметом, расслоение каркаса (последствие разрастания порезов, пробоев), разрыв одного или нескольких слоев каркаса, местное отслоение протектора, выкрашивание протекторных резин.



Заводской брак – шины, вышедшие из строя по причине нарушения процесса производства, что вызвало горение корда, отслоение протектора.

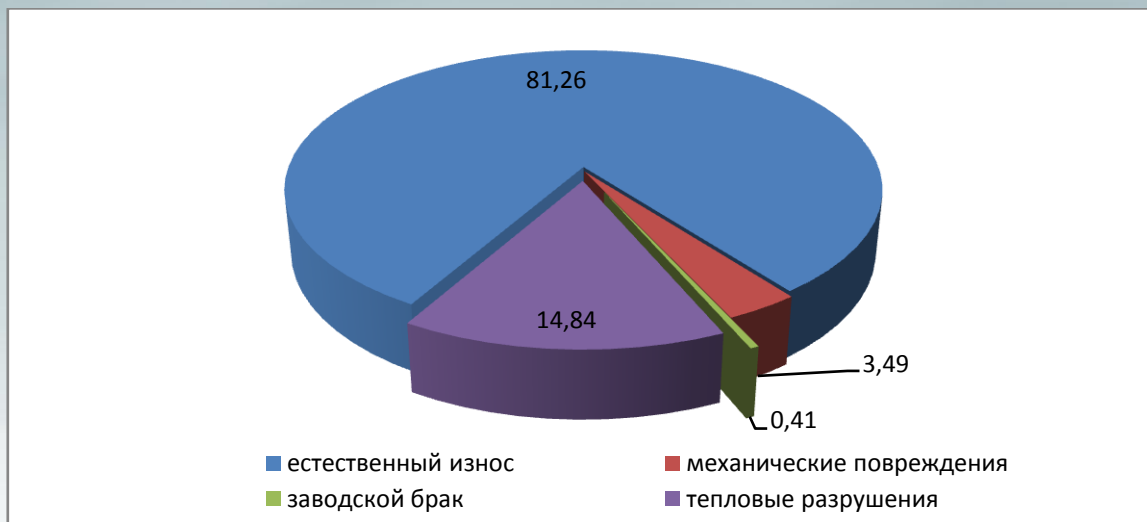


Рисунок 2 – Анализ причин списания шин на предприятии ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь»

Анализ причин выхода из строя автошин показал (рисунок 2), что значительная часть шин списывается по причинам, связанным с превышением температурного режима работы.

Основными факторами, определяющими эффективность использования автомобильных шин, являются: радиальная нагрузка на шину; максимальная допустимая скорость движения автосамосвала; среднеэксплуатационная скорость движения автосамосвала; давление воздуха в шине; качество технического обслуживания автосамосвала и шин; состояние дорог, забоев и отвалов.

Превышение допустимой радиальной нагрузки на шину снижает ее ресурс вследствие тепловых и деформационных разрушений, интенсивного износа протектора и увеличения числа и размеров механических повреждений. Ходимость шины приведена на рисунке 3.

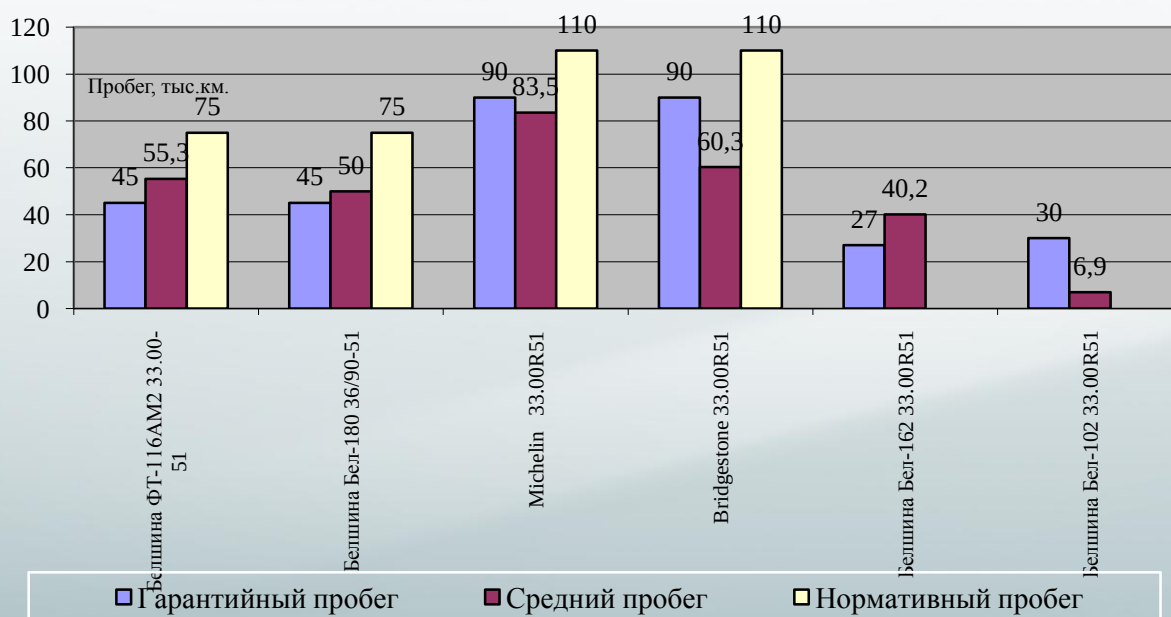


Рисунок 3 - Ходимость автошин 33.00-51, 36/90-51 и 33.00R51 за 2012 год

При эксплуатации шины при давлениях, меньших нормативных, ресурс уменьшается вследствие тепловых разрушений (отслоение протектора, расслоение и последующие



разрушения каркаса). Так же на тепловые разрушения влияет температура окружающего воздуха. Распределение отказов в течении года представлено на рисунке 4.

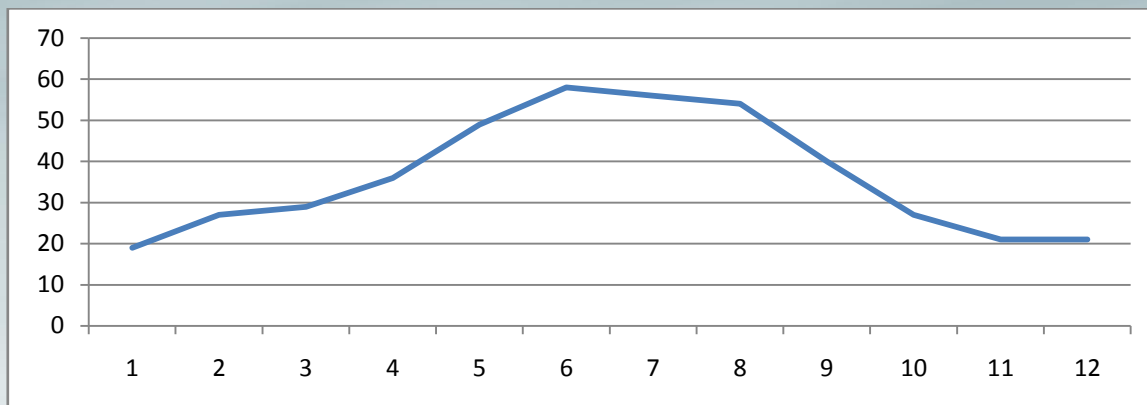


Рисунок 4 - Распределение отказов по сезонам года

Данные графика показывают, что пробег шин до списания изменяется в широком диапазоне. Если принять списание шин по износу за 100%, то пробег по порезам составит 61% от пробега по износу, а пробег по отслоениям около 78%. Так же наблюдается пиковые значения температурных разрушений на летние месяцы года.

Проведенный анализ теоретических и экспериментальных работ в области эксплуатации крупногабаритных шин позволяет поставить следующие цели для дальнейшего исследования: установить закономерности отказов, установить влияние окружающей среды на тепловые разрушения шин, влияние степени загрузки и скорости движения автосамосвалов.

УДК 621.436: 665.753.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКСИГЕНАТНОЙ ПРИСАДКИ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ

Д. В. Цыганков, к.х.н., доцент

Н. А. Андреева, доцент

Д. В. Зиневич, В. А. Исаев, студенты группы МА-082

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Применение оксигенатных добавок в автомобильных бензинах известно еще с 30-х годов XX века, но в случае с дизельным топливом они не прижились по причине плохой растворимости и выпадению в осадок. Однако в семействе оксигенатов есть эфир СЗ (окись пропилена), который, как оказалось после проведения теста на растворимость, лишен этого недостатка, что позволило провести исследование его влияния на выходные параметры дизельных двигателей. Результаты экспериментов, проведенных нами на моторной установке ВТЗ-40 показали, что максимальный эффект (увеличение угла распыла форсунки, оптимизация процесса сгорания) от внедрения окиси пропилена в дизельное топливо достигается при концентрации 0,04% (то есть она работает как присадка). Снижение расхода топлива составило 10,5% в режиме максимальной нагрузки.

Далее эта концентрация была испытана в реальных условиях на автомобилях марки КамАЗ-65115. В ходе этого эксперимента было выявлено снижение дымности отработавших газов в среднем на 33%, а расхода топлива на 8,3%. Также было отмечено, что двигатели стали работать мягче, приемистость увеличилась, что может говорить об увеличении мощности. Позже эта присадка была испытана на автомобиле Mitsubishi Pajero (2004 г.в., двигатель 4M40 с турбонаддувом) в загородных условиях. Расход топлива с присадкой составил 8,9 л/100 км



против 10 л/100 км без использования присадки, что составляет экономию топлива 11%. Дымность отработавших газов в режиме свободного ускорения снизилась на 8,5%.

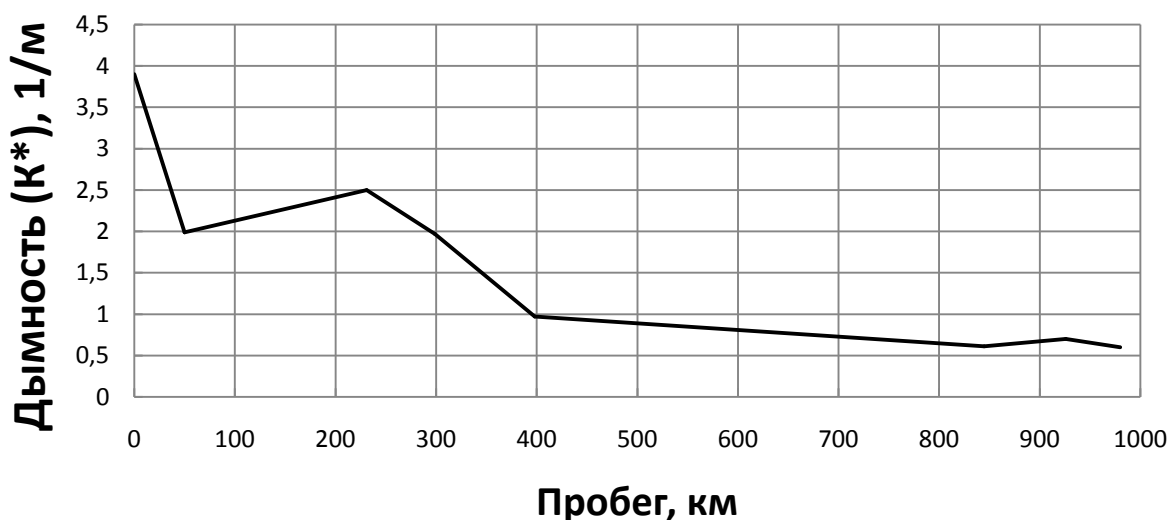
Более чем 3-х кратное расхождение по показателям дымности между этими экспериментами подтолкнуло нас на проведение нового исследования, целью которого стало изучение динамики снижения дымности отработавших газов на автомобилях с момента внедрения присадки, в зависимости от пробега. Испытания проводились на автомобилях марки Hyundai HD-78 и ГАЗ-3310 «Валдай», работающих на одном из предприятий города Кемерово. Замеры дымности проводились с помощью дымомера МЕТА-01МП согласно ГОСТ Р 52160-2003 в режиме свободного ускорения. Концентрация присадки в дизельное топливо – 0,04%. Перед использованием топлива с присадкой проводились замеры дымности отработавших газов в течение 5 дней, после чего были подсчитаны их средние арифметические значения для каждого автомобиля, послужившие точкой отсчета. Замеры при использовании присадки проводились перед выходом автомобилей на линию в течение трех недель с фиксацией их пробега.

Таблица 1.

Результаты снижения дымности отработавших газов

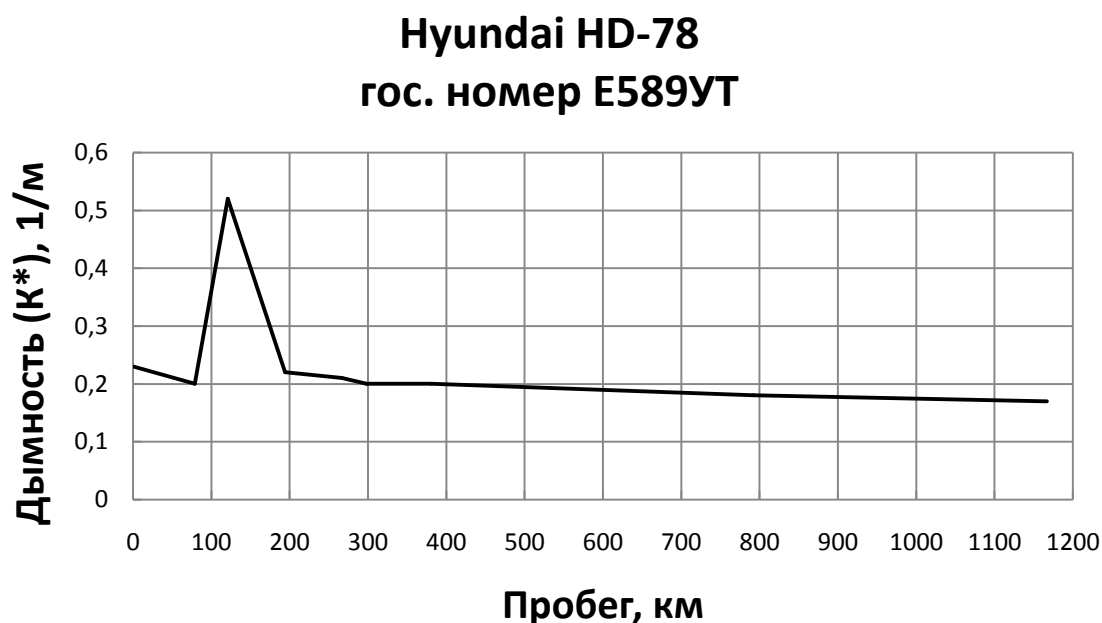
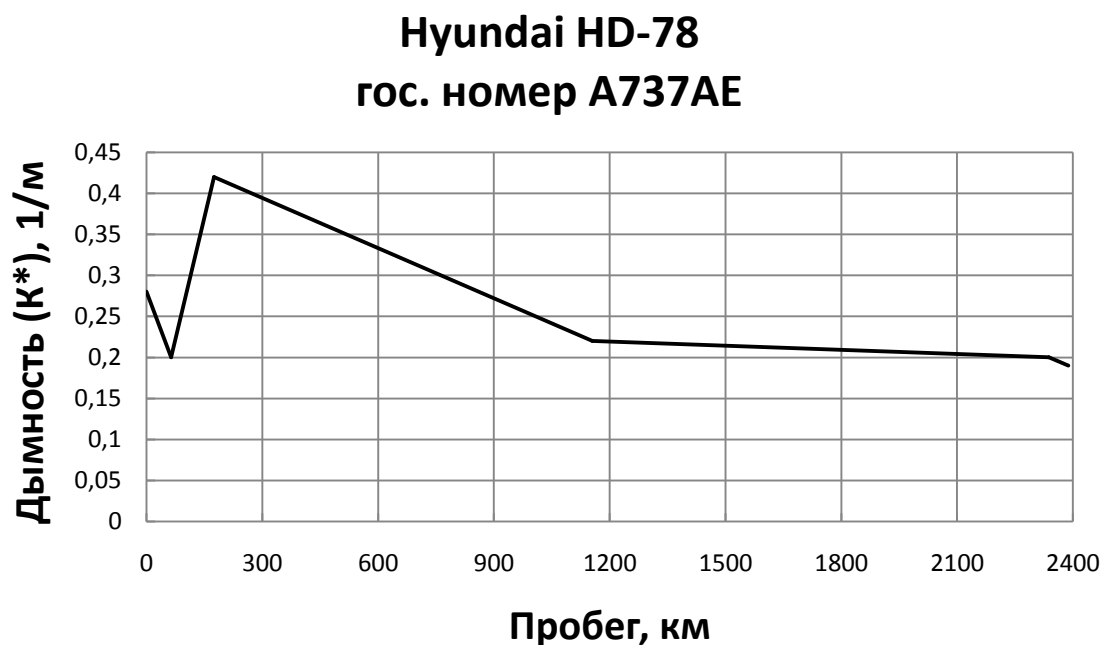
Марка и гос. номер автомобиля	Дизельное топливо без присадки	Дизельное топливо с присадкой	Общий пробег с использованием присадки, км	Снижение дымности, %
	Дымность отработавших газов, м ⁻¹			
Hyundai HD-78 A737AE	0,28	0,19	2388	32,2
Hyundai HD-78 E589UT	0,24	0,17	1167	29,2
ГАЗ 3310 «Валдай» B234UE	3,87	0,87	980	77,5

**ГАЗ 3310 «Валдай»
гос. номер B234UE**





Таким образом, выявлено, что в первый момент после введения присадки дымность уменьшается, а примерно через 50-150 км пробега происходит ее скачкообразное увеличение. Это говорит о том, что присадка обладает также моющими свойствами, т.е. выступает как ПАВ. В подтверждение этого факта проводились исследования угла распыла форсунки при впрыске дизельного топлива, в результате чего было выявлено увеличение угла распыла в присутствии окиси пропилена на 10^0 , а так ведут себя главным образом ПАВ.



В итоге мы подтвердили, что при использовании ОП дымность отработавших газов снижается от 29 до 77%. Также было выявлено, что в связи с моющим свойством присадки максимальный эффект от ее применения достигается в среднем после 1000-1500 км пробега. Примерно таких же рекомендаций советуют придерживаться разработчики моющих присадок.

**Список источников:**

1. ГОСТ Р 52160-2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния»

2. Цыганков Д.В. Исследование влияния оксигенатных добавок на работу дизеля/Д.В. Цыганков, А.М. Мирошников, Е. В. Питенев // Вестник КузГТУ. – 2007. – №5, С.91-92.

УДК 621.43: 622.753.1

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИГЕНАТНЫХ КОМПОНЕНТОВ К
АВТОМОБИЛЬНЫМ БЕНЗИНАМ**

Д.В. Цыганков, к.х.н., доцент, Н.А. Андреева, доцент,
А.С. Буторин, С.Ю. Ерошевич студенты 4 курса

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

На данный момент нефть является одним из главных источников энергии на планете Земля. Нефть является сырьем для автомобильных топлив: бензина и дизельного топлива. Во время сгорания автомобильного бензина выделяется много химических веществ, некоторые из них достаточно опасны для экологии природы и для человека монооксид углерода (СО), окись азота (NOx), несгораемые углеводороды (НС), твердые частицы (PM10), углекислый газ (CO₂), бензол (C₆H₆), альдегиды, такие как формальдегид (НСНО), полициклические ароматические углеводороды (РАН), серные соединения, такие как двуокись серы (SO₂) и триокись серы (SO₃).

Современные автомобили оснащенные каталитическими нейтрализаторами отработавших газов, основными веществами: используются платина, палладий и родий. Катализаторы ускоряют протекание химических реакций в нейтрализаторе. Платина и палладий относятся к окислительным катализаторам. Они способствуют окислению несгоревших углеводородов (СН) в водяной пар, оксида углерода (угарный газ, СО) в углекислый газ. Родий является восстановительным катализатором. Он восстанавливает оксиды азота (NOx) в безвредный азот. Условием эффективной работы каталитического нейтрализатора является температура 300°С. При такой температуре задерживается порядка 90% вредных веществ. Но катализаторы не работают пока не прогреются до рабочей температуры, и все это время в атмосферу выделяются вредные вещества. Для того чтобы снизить выделение вредных веществ необходимо вносит определенные добавки присадки в топлива, а именно оксигинаты. Оксигинаты это - общее название низших спиртов и простых эфиров, применяемых в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив, то есть эти вещества содержащие в своем составе кислород.

Использование оксигинатов широко расширяет ресурс топлива. В КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева была разработана и запатентована комплексная добавка в топливо на спиртовой основе [1].

Спирты [2] начали применять еще в далекие 1914 года в Германии. Применение спиртов обусловлено их способностью уменьшать выбросы вредных веществ в атмосферу и спирты обладают хорошими антидетонационными свойствами. Различают два типа обычных и спирты называемые абсолютным алкоголем.

Первый тип спиртов это спирты которые хорошо связываются с водой и при их использовании могут возникнуть проблемы: коррозия в топливных магистралях.

Второй тип спиртов Абсолютный алкоголь это спирты которые не связываются с водой и не приносят вред в виде коррозии.



Также используя спирты в качестве добавок в топливо можно поднять октановое число топлива, а используя такое топливо в моторе с большой степенью сжатия мы можем экономить топливо до 30 процентов.

В России применение спиртов в виде присадок нормировано в техническом регламенте. Их содержание доходит до 5 процентов.

В Америке широко распространен этанол или другими словами биоэтанол, это одно и то же. Просто биоэтанол получается в промышленности путем брожения бактерий и растительных культур.

E5, E7, E10 — смеси с низким содержанием этанола (5, 7 и 10 весовых процентов, соответственно), наиболее распространённые в наши дни. В этих случаях добавка этанола не только экономит бензин путём его замещения, но и позволяет удалить вредную окисгенирующую добавку МТБЭ.

E85 — смесь 85 % этанола и 15 % бензина. Стандартное топливо для т. н. «Flex-Fuel» машин, распространённых, в основном в Бразилии и США, и в меньшей степени — в других странах. Из-за более низкой энергоплотности продаётся дешевле, чем бензин.

E95 — смесь 95 % этанола и 5 % топливной присадки. Компания Scania начала разрабатывать дизельный двигатель для автобуса, работающий на 95 % этаноле в середине 80-х годов. Создана программа испытаний городских автобусов с двигателями, работающими на 95 % этаноле — BEST (BioEthanol for Sustainable Transport)..

E100 — формально 100 % этанол, однако в силу того, что этанол гигроскопичен, получение и использование этанола без остаточной концентрации воды невыгодно. Поэтому в большинстве случаев под E100 подразумевают стандартную азеотропную смесь этанола (96 % C_2H_5OH и 4 % воды, (по весу); 96,5 % и 3,5 % в объёмных процентах). Путём обычной дистилляции невозможно получить более высокую концентрацию этанола.

Список источников:

1. Многофункциональная добавка к автомобильному бензину, патент РФ №2349629 МПК C10L1/18/ А. М. Мирошников, Д. В. Цыганков, А. Р. Часовщиков; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет». – 2007111098/04; заявл. 26.03.2007; опубл. 20.03.2009, бюлл. 8.
2. Спирт как моторное топливо. А.С. Ирисов. 1933 год Москва, Ленинград.

Секция «Автомобильные перевозки и инновации в организации дорожного движения пассажирского, грузового и технологического автомобильного транспорта»

УДК 656.13.08.001.57

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДИТЕЛЯ

Ю.Н. Семенов, к.т.н., доцент

О.С. Семенова, к.т.н., доцент

А.К. Гончар, студент группы ОД-091

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

При проведении профессионального отбора кандидатов в водители проверяется не только состояние их здоровья, но и проводятся психофизиологические обследования. В настоящее время разработано достаточное количество методик выявления



психофизиологических особенностей водителей, чего нельзя сказать об автоматизации тестирования по данным методикам. Поэтому создание программного продукта, с помощью которого можно не только выявлять психофизиологические особенности водителей, но и оценивать влияние на них различных факторов, является перспективным направлением.

С целью оценки влияния режима деятельности на её качество в тестово-обучающий программный комплекс «Автотранспортная психология» внедрен соответствующий модуль. Тестовый модуль «Деятельность оператора» предназначен для выявления влияния режима на деятельность оператора. В психологии труда принято выделять 4 режима: учебно-тренировочный, минимальный, оптимальный и экстремальный.

Учебно-тренировочный режим имеет своей целью формирование, закрепление и усовершенствование профессиональных знаний, умений и навыков, применяемых в данном виде операторской деятельности.

Минимальный режим работы оператора имеет место при управлении нормально работающей, высокоавтоматизированной системой. Характерными особенностями этого режима являются: недогруженность полезной информацией, отсутствие необходимости в осуществлении управляющих воздействий, повышенный комфорт.

Выполнение операторских функций в **оптимальном режиме** осуществляется в комфортных условиях. Обстановка привычная для оператора, действия преимущественно выполняются автоматически на уровне навыков в произвольном темпе. Труд в оптимальном режиме не предъявляет к личности каких-либо повышенных требований.

Управление техникой в **экстремальных условиях** резко повышает требования к интеллектуальной и эмоционально-волевой сферам личности оператора. Работа в сложных ответственных и неожиданных ситуациях требует наличия у операторов высоко развитого самообладания, умения не поддаваться действиям нежелательных факторов, быстро анализировать текущие состояния системы и принимать правильные решения по управлению.

При определении критериев работы оператора обязательно необходимо учитывать возможные режимы его работы. Даже при одной и той же структуре деятельности, но выполняемой в различных режимах, характеристики работы оператора могут существенно различаться.

Для водителя транспортного средства основными являются 2 режима – оптимальный и экстремальный. Для реализации этих режимов были разработаны соответствующие формы: одна – стандартная, вторая – с мигающим раздражающим фоном. В центре форм размещалась «цель», по краям формы – «визир» (рисунок 1).

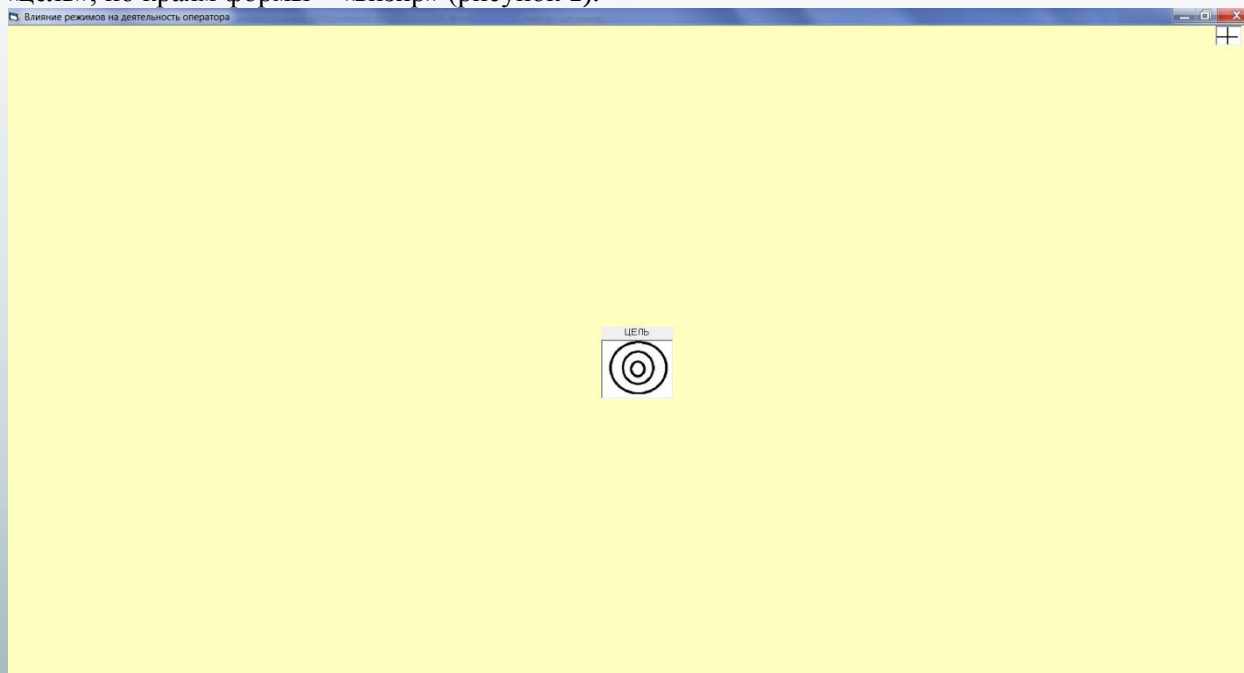


Рисунок 1 – Окно формы «Деятельность оператора»



Задачей оператора являлось совмещение визира с целью, высвечиваемой на экране монитора. Качество деятельности оператора для каждого из режимов работы оценивалось по коэффициенту слежения

$$k = \frac{t_{совм}}{T_{общее}}, \quad (1)$$

где $t_{совм}$ – время совмещения визира с целью;

$T_{общее}$ – общее время слежения.

Для каждого испытуемого оператора оценивается коэффициент влияния режима

$$k = k_s - k_o, \quad (2)$$

где k_s , k_o – коэффициенты слежения в экстремальном и оптимальном режимах соответственно.

При значениях $k < \pm 0,04$ режим не влияет на качество деятельности оператора, при $k > \pm 0,04$ режим оказывает влияние на деятельность оператора. При $k > 0,17$ влияние режима на деятельность оператора становится сильным.

Список источников:

1. Серeda, Г.К. Инженерная психология / Г.К. Серeda, С.П. Бочарова, Г.В. Репкина, Б.А. Смирнов. – Киев : Вища школа, 1976, 308 с.
2. Клебeльсберг, Д. Транспортная психология / Д. Клебeльсберг. – М. : Транспорт, 1989, 367 с.

УДК 656.073.72

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ ЖКХ

Д.Э. Давыдов, Э.И. Зиязова, студенты группы АП-091

Научные руководители: Е.А. Ощепкова, ст. преподаватель,

Ю.Н. Тимошенко, ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

На грузовом автомобильном транспорте использование навигационных систем связано с комплексными технологическими решениями, основанными на планировании транспортной работы, автоматическом мониторинге движения транспортных средств и оперативном диспетчерском управлении, получении выходных форм о работе подвижного состава.

Функциональные возможности системы позволяют решать широкий спектр задач, но, как правило, использование системы ограничивается функциями контроля и анализа.

Одним из показателей эффективности эксплуатации транспортных средств автомобильного транспорта выступают внутрисменные простои и простои в течении ездки, вызванные совокупностью причин, главными из которых считаются организационно-технические. Для своевременного, оперативного и качественного оказания услуг, нужно не только иметь в наличии современное специализированное оборудование, но и рационально организовывать их работу на улично-дорожной сети города. С целью снижения простоев и связанных с ними потерь в объемах перевозок, в современных условиях применяются системы мониторинга эксплуатации техники. Если первая часть проблемы мониторинга на большинстве автотранспортных предприятий Кузбасса, то есть сбор информации с помощью технических средств, уже решена, то анализ данных и принятие на его основе производственных решений выступают актуальными задачами.



Для снижения простоев предлагается организовать работу транспорта при перевозке навалочных грузов и при обслуживании ЖКХ (вывоз снега) по открытому циклу, что предполагает отмену закрепления автомобилей за конкретной погрузочной единицей.

Для эффективной организации работы транспорта при открытом цикле важную роль играет оперативное диспетчерское руководство, позволяющее распределить транспортные средства автомобильного транспорта под погрузочную технику к которой, на настоящий момент, имеется наименьшая очередь. Технически это может быть реализовано при помощи данных GPS системы, оперирование которыми позволяет вычислить момент прибытия транспортного средства на погрузочный пункт.

В качестве примера работы системы прогнозного моделирования времени прибытия транспортного средства на контрольный пункт, будет рассмотрен один из этапов открытого цикла организации движения карьерного автомобильного транспорта.

Система прогнозного моделирования состоит из алгоритма, который базируется на методе, использующем фильтр Калмана. Для прогнозирования продолжительности движения транспортных средств по конкретному перегону в текущий момент времени $k+1$ используется *Алгоритм прогноза продолжительности движения по перегону*, использующий накопленные данные о продолжительности движения транспортных средств по этому перегону за три предыдущие дня в этот же момент прогнозирования $k+1$, а так же данные о продолжительности движения по перегону предыдущего транспортного средства в этот же день в предыдущий момент времени k .

Для лучшего понимания структуры моделирования прогнозирования показана схема гипотетического маршрута (рисунок 1). Маршрут разделён на несколько перегонов. Когда транспортное средство n покидает контрольную точку i , то фактическое время отъезда становится известным благодаря системе GPS. В этот момент алгоритм расчёта продолжительности движения по перегону на основе фильтра Калмана спрогнозирует продолжительность движения по следующему перегону $RT_{n(i,i+1)}$. Впоследствии, может быть определено прогнозируемое время прибытия транспортного средства на следующую контрольную точку $i+1$.

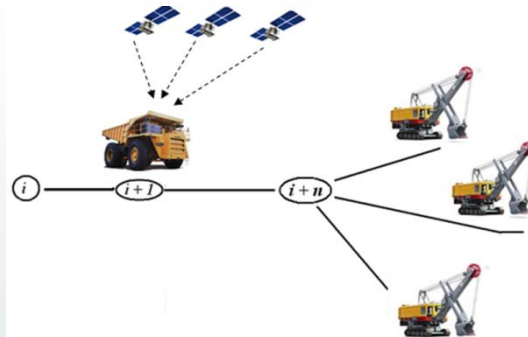


Рисунок 1 - Основные элементы транспортного процесса

Предположим, что транспортное средство n проходит в настоящий момент через контрольную точку i , тогда:

$$AT_{n(i+1)} = DT_{n(i)} + RT_{n(i,i+1)} \quad (1)$$

где, $AT_{n(i+1)}$ – прогнозируемое время прибытия транспортного средства n на контрольную точку $i+1$; $RT_{n(i,i+1)}$ – прогнозируемая продолжительность времени движения между контрольными точками i и $i+1$, рассчитанная с помощью алгоритма на основе фильтра Калмана; $DT_{n(i)}$ – фактическое время отъезда транспортного средства n от контрольной точки i .

Чтобы оценить прогнозирующую работу модели фильтра Калмана, она должна быть сравнена с фактическим временем прибытия транспортного средства на контрольную точку по данным системы GPS (таблица1).

Анализ полученных данных показывает, что точность прогноза прибытия транспортного средства, рассчитанная с помощью фильтра Калмана составляет 98–100%. Реализация модели позволяет организовать работу подвижного состава автомобильного транспорта по открытому циклу.



Таблица 1

Оценка работы модели фильтра Калмана

	Фактическое время	Время по алгоритму Калмана	Точность прогноза по алгоритму Калмана, %
1 ездка	7:27:30	7:27:00	98
2 ездка	8:54:00	8:54:00	100
3 ездка	11:07:30	11:07:30	100
4 ездка	12:33:30	12:34:00	98
5 ездка	13:57:00	13:57:30	98
6 ездка	16:05:00	16:05:00	100
7 ездка	17:41:30	17:41:30	100
8 ездка	22:08:30	22:08:30	100
9 ездка	23:33:30	23:33:30	100

При организации движения по открытому циклу автосамосвалы распределяются между погрузчиками так, чтобы максимально сократить их простои в ожидании транспорта и простои автосамосвалов на погрузку. Переход на открытый цикл позволяет повысить производительность работы автомобилей в среднем на 25%.

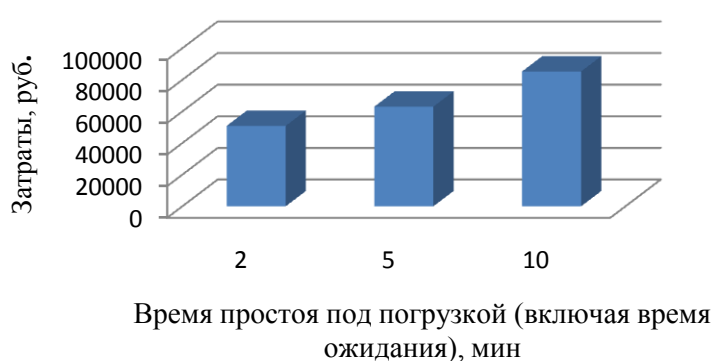


Рисунок 2 - Зависимость затрат на выполнение транспортной работы от величины времени простоя под погрузкой

Немало важен и экологический аспект снижения времени ожидания погрузки. Т.к. при работе автомобильных двигателей на режиме холостого хода в структуре отработавших газов увеличивается концентрация продуктов неполного сгорания (оксида углерода, углеводородов, твердых частиц углерода).

Список источников:

1. Farhan, A., A. Shalaby, and T. Sayed. 2002. Bus travel time prediction using GPS and APC. ASCE 7th International Conference on Applications of Advanced Technology in Transportation, Cambridge, Massachusetts (August).
2. Farhan, Ali. Bus arrival time prediction for dynamic operations control and passenger information systems. 2002. Unpublished Thesis of Masters of Applied Science, Department of Civil Engineering, University of Toronto.
3. Maybeck, Peter S. 1979. *Stochastic models, estimation and control*. Vol. 1, Academic Press.



УДК 656.13.08

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ И СТРУКТУРЫ СВЕТОФОРНОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ СПРОСА НА ДВИЖЕНИЕ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ

Д.И. Жмудова, К.В. Чистякова, студентки группы ОД-081

Научный руководитель А.В. Косолапов, доцент, к.т.н.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Наблюдаемое в течение суток изменение интенсивности транспортных потоков требует соответствующего изменения структуры светофорного цикла и длительности разрешающих сигналов. В противном случае задержка транспортных средств возрастёт. Многопрограммное жёсткое управление способствует снижению задержки. Но оно не способно учитывать кратковременные случайные колебания в числе транспортных средств, подходящих к перекрёстку. Поэтому параметры управления должны учитывать как суточные изменения интенсивности, так и колебания в один и тот же период времени, а это возможно при использовании *адаптивного* регулирования, имеющего информационную связь с транспортным потоком. Она реализуется при помощи детекторов транспорта.

По способу переработки этой информации алгоритмы адаптивного регулирования можно разделить на три группы [1]:

1. алгоритмы, предусматривающие изменения сигналов светофора по информации о состоянии перекрёстка в данном цикле регулирования;
2. алгоритмы статистической оптимизации, позволяющие по информации о состоянии перекрёстка в данный момент определить параметры управления на следующий момент времени на основе вероятностного прогнозирования этого состояния;
3. алгоритмы случайного поиска – параметры управления изменяются случайно с одновременным анализом критерия эффективности.

Большинство теорий утверждают, что задержки транспортных средств зависят от двух компонентов: от *времени*, за которое автомобиль проехал бы через место затора при отсутствии очереди, и от *поведения* потока в пределах участка затора. Т.е. на практике, время задержки не зависит от структуры очереди и, следовательно, управляющие воздействия нужно направлять не на очередь, а на сами участки заторов.

В качестве критерия оптимизации управления на отдельном пересечении большое распространение получила величина средней задержки регулирования. Задержка тесно связана с такими параметрами как длина очереди, интенсивность движения, пропускная способность, параметры режимов регулирования. Под длиной очереди понимается количество транспортных средств в ней или её протяжённость в линейных единицах.

Существует ряд различных методик измерения величины задержки регулирования, основанных на наблюдениях за специально отмеченными транспортными средствами, на изучении траектории движения транспортных средств, а также основанных на подсчёте числа прибывающих и убывающих с перекрёстка транспортных средств от цикла к циклу.

Задержки различают: *временные* – перерыв в движении (остановка), т.е. любое снижение скорости движения, приводящее к потере времени; *стоимостные* – задержки, связанные с экономическими убытками, возникающими в результате потери времени.

Задержки также делятся по месту возникновения: на перегонах и перекрёстках. Задержки на перекрёстках в свою очередь делятся на: задержки на нерегулируемых и регулируемых перекрёстках (рисунок 1).

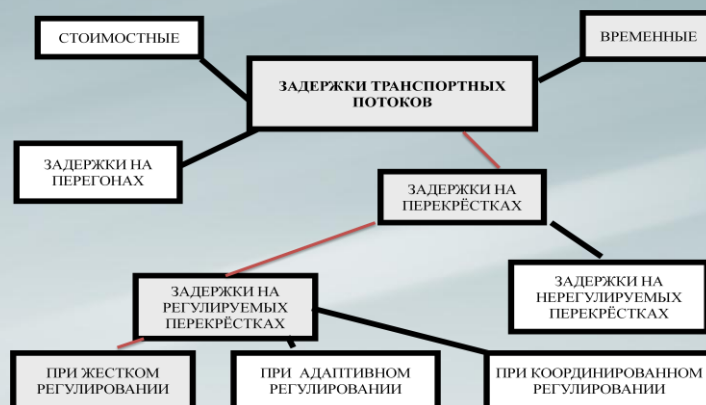


Рисунок 1 – Структура транспортных задержек

Задержка на регулируемых перекрестках зависит в основном от режима работы светофорной сигнализации и возникает на конфликтующих направлениях в силу действия запрещающего сигнала. Задержка оценивается средней задержкой одного автомобиля в рассматриваемом направлении движения.

Методы определения транспортных задержек представлены в таблице.

Название метода	Достоинства	Недостатки
«Плавающий» автомобиль	Минимальные требования к водителю	Возникают некоторые погрешности, особенно на многополосных дорогах в заторовых условиях и на дорогах с очень малыми объёмами движения
Техника средней скорости	Проверки этого метода показали хорошую корреляцию с истинным средним временем проезда	Резкое увеличение стоимости эксперимента
Метод двух наблюдателей	Выборка из 50 записей обеспечивает достаточную точность получаемых результатов	Обработка данных очень трудоёмка, а также он даёт завышенные результаты
Метод моделирования	Различие между задержками, полученными при моделировании и при натурных обследованиях, не превышает 5 %	Может применяться для одной полосы движения. Теоретическая разгрузка перекрестка осуществляется за зелёный сигнал
Расчётные методы	Не требуют оборудования и осуществляются с минимальными затратами	Большая погрешность результатов, особенно при режиме работы перекрёстка, близком к насыщению

К исходным данным, требуемым для расчёта задержек относят: длительность цикла регулирования; длительность эффективного зелёного времени; моменты во времени, определяющие прибытие транспортных средств к стоп-линии.

Для получения наглядной картины загрузки различных направлений на выбранном для исследования перекрёстке просп. Ленина, ул. Дзержинского и ул. Пролетарской в г. Кемерово была построена картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков (рисунок 2). В результате анализа были выявлены приоритетные по загрузке направления, которые провоцируют появление значительных задержек, и направления менее загруженные. Но, главной проблемой является наличие трамвайного движения, пересекающего проезжую часть, и именно оно создаёт наибольшие задержки.

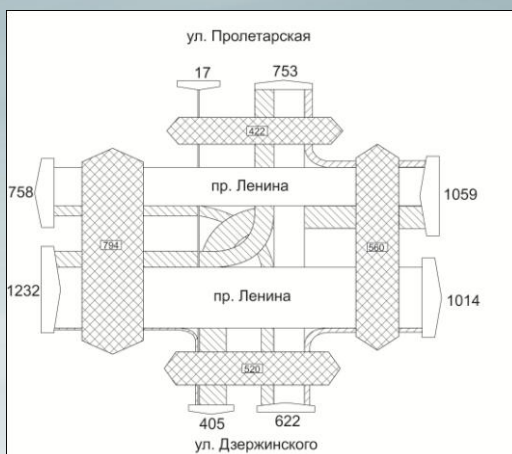


Рисунок 2 – Картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков

Поскольку этот перекрёсток, является одним из самых проблемных в городе, то МБУ «Кемдор» уделяет ему повышенное внимание и в течение последних месяцев происходит внесение изменений в структуру светофорного цикла для попыток минимизации задержек. Так, например, была уменьшена пешеходная фаза.

По нашему мнению попытки снижения задержек, особенно при наличии трамвайного движения, сохраняя жёсткий светофорный цикл регулирования, малоэффективны. Благодаря развитию в настоящее время программного обеспечения, расширению технологических возможностей контроллеров появляются возможности реального применения адаптивного регулирования. На этом перекрёстке, в связи с его спецификой, мы планируем ввести адаптивное движение, учитывающее движение трамваев. Это возможно сделать с помощью сочетания вызывных детекторов, реагирующих на движение трамваев, и светофоров типа Т5. Попытки расчёта длительности светофорного цикла будут выполнены с использованием программного комплекса среды имитационного моделирования AIMSUN [2].

На рисунок 3 представлен пример пофазного движения на указанном перекрёстке. Данная программа позволяет создать модель перекрёстка и анализировать проектные вмешательства в конфигурацию перекрёстка, длительность и структуру цикла на нём, применять управление, основанное на детекторах присутствия трамваев и т.к.

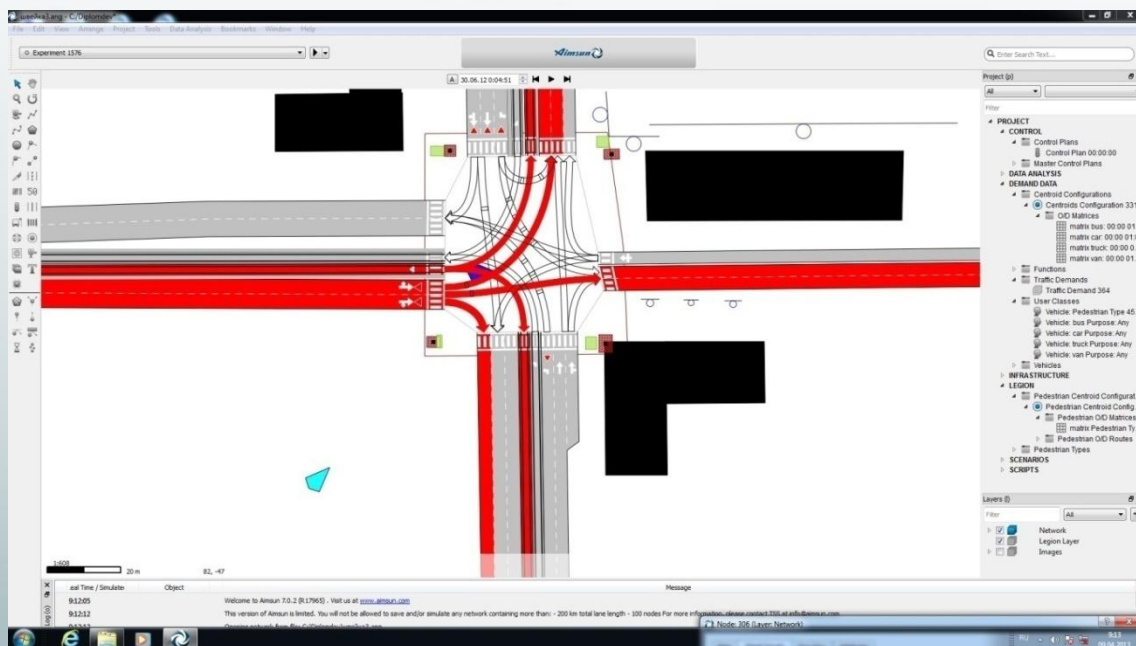


Рисунок 3 – Пофазное направление движения по улице Дзержинского со стороны площади Волкова, представленное в среде AIMSUN



Список источников:

1. [Кременец](#), Ю. А. Технические средства организации дорожного движения : учебник для вузов [Текст] / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – Москва : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
2. AIMSUN 6.1 Installation Guide, July 2011, TSS-Transport Simulation Systems

УДК 656.13.08

БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕШЕХОДОВ НА ПЕРЕКРЁСТКАХ

Н.А. Полозов, студент группы ОД-101

Научный руководитель Е.А. Ощепкова, старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Проблема дорожно-транспортной аварийности приобрела особую остроту в нашей стране в последнее десятилетие в связи с несоответствием существующей дорожно-транспортной инфраструктуры потребностям общества и государства в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективностью функционирования системы обеспечения безопасности дорожного движения, крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения.

По статистическим данным уровень автомобилизации в России растёт в среднем на 25 % в год (рисунок 1). В меньшей степени, но растёт и число ДТП.

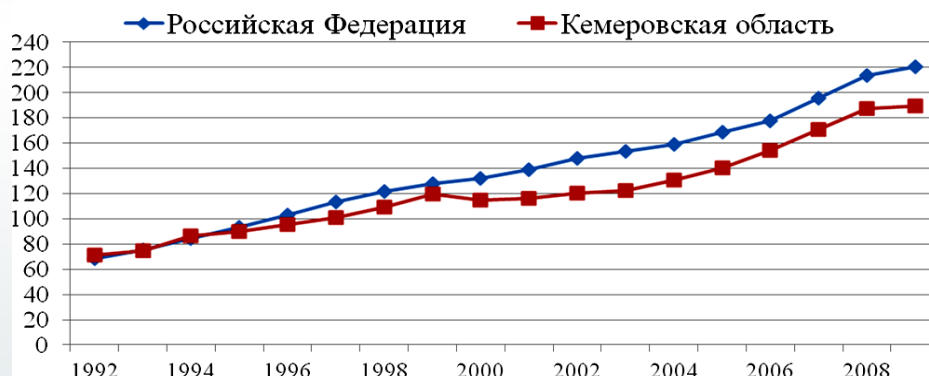


Рисунок 1 –Динамика уровня автомобилизации в Российской Федерации и в Кемеровской области

Согласно статистическим данным, представленным ГИБДД России [1], в 2012 году на дорогах нашей страны произошло 187 098 аварий, в которых пострадали люди. По сравнению со статистикой 2011 года (рисунок 2), число погибших в ДТП в этом году увеличилось на 1,2 %, а общее число ДТП на 2,8 %.

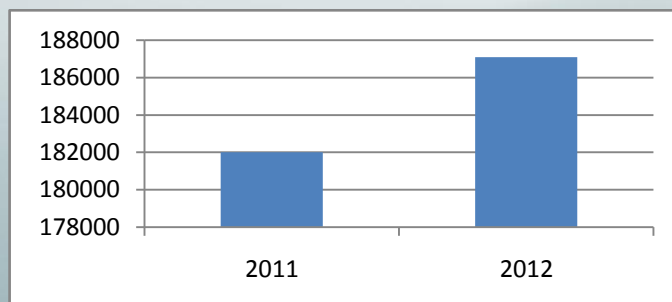


Рисунок 2 – Общее число ДТП в Российской Федерации в 2011-2012 г.г.



Основными видами ДТП в России являются наезд на пешехода, столкновение, опрокидывание, наезд на препятствие, наезд на стоящее транспортное средство. Свыше трёх четвертей всех ДТП связаны с нарушениями Правил дорожного движения водителями транспортных средств. В каждом восьмом происшествии виноват водитель, находившийся в состоянии опьянения. Около трети всех происшествий связаны с неправильным выбором скорости движения. Каждый седьмой водитель, совершивший ДТП, не имеет права на управление транспортным средством. Вследствие выезда на полосу встречного движения происходит около 13 % ДТП. Аварийность растёт по вине водителей транспортных средств, принадлежащих физическим лицам. Удельный вес этих происшествий превышает 80 % происшествий, совершаемых по вине водителей. Две трети всех происшествий из-за нарушений Правил дорожного движения водителями совершается водителями легковых автомобилей.

Сохраняющаяся сложная обстановка с аварийностью во многом определяется постоянно возрастающей мобильностью населения при имеющемся перераспределении перевозок от общественного транспорта к индивидуальному, увеличивающейся диспропорции между ростом числа автомобилей и приростом протяжённости улично-дорожной сети, не рассчитанной на современные транспортные потоки. Так, существующая дорожно-транспортная инфраструктура в городах фактически соответствует уровню 60–100 автомобилей на 1 тыс. жителей, в то время как современный уровень обеспечения автомобилями уже превысил 200 автомобилей на 1 тыс. жителей.

Следствием такого положения является ухудшение условий движения и заторы, а с этим увеличение расхода топлива, ухудшение экологической обстановки и рост количества ДТП. В настоящее время в городах и населённых пунктах происходит более 70 % всех ДТП. Темпы прироста числа пострадавших в городах опережают темпы прироста количества ДТП. Почти 60 % ДТП, происходящих в городах, приходится на республиканские, краевые и областные центры.

Наиболее многочисленной и самой уязвимой группой участников дорожного движения являются пешеходы. Пешеходные переходы являются одними из наиболее опасных участков на автомобильных дорогах и улицах населённых пунктов. Применение обычных методов – нанесение горизонтальной дорожной разметки, установка дорожных знаков – зачастую не приводит к повышению безопасности движения пешеходов.

Исходя из особенностей функционирования пешеходных переходов в одном уровне, разработан ряд методов повышения информативности и безопасности на них. Направления повышения могут быть следующие:

- повышение информативности путём применения нетрадиционных высокоэффективных материалов и изделий, применяемых для стандартных технических средств организации дорожного движения (дорожных знаков и разметки);
- совершенствование параметров дорожных покрытий на пешеходных переходах и в непосредственной близости от них;
- установка видеокамер на светофорах;
- установка светофоров вызывного действия;
- повышение информативности за счёт применения нестандартных технических средств организации дорожного движения (рисунок 3);



Рисунок 3 – Информирование участников дорожного движения

- улучшение горизонтальной освещённости в тёмное время суток (рисунок 4).



Рисунок 4 – Освещение пешеходного перехода в условиях низкой освещённости

Решение проблем одноуровневого пешеходного перехода можно обеспечить установкой надземного пешеходного перехода. Например, на пересечении улиц 50 лет Октября и Красноармейской (рисунок 5).



Рисунок 5 – Проект надземного пешеходного перехода на перекрёстке улиц 50 лет Октября и Красноармейской в г. Кемерово

Но устройство переходов в разных уровнях – подземных и надземных – во многих случаях не может быть реализовано по ряду причин. Среди них, прежде всего, необходимо отметить высокую стоимость и продолжительность работ, а, следовательно, создание помех на длительный период. В условиях сложившейся планировки городов также необходимо упомянуть проблему выделения необходимого для строительства места. Ещё одним важным моментом является определённая сложность пользования подземными и надземными пешеходными переходами для пожилых людей и пешеходов с ограниченными физическими возможностями.

Список источников:

1. www.gibdd.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. БАРНАУЛА

Е.В. Печатнова, студентка группы 684
М.В. Яценко, к.б.н., доцент
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет»
г. Барнаул

В настоящее время в Российской Федерации активно развивается процесс урбанизации. В Алтайском крае, начиная с 1995 года ежегодно отмечается рост доли городского населения. В г. Барнауле за последние 5 лет происходит резкий рост численности населения [1]. Это ведет к увеличению транспорта и обострению проблем, связанных с недостатками существующей транспортной инфраструктуры. Возникновение транспортных заторов, уменьшение средней скорости движения по основным улицам города в часы наибольшей загруженности улично-дорожной сети, увеличение дорожно-транспортных происшествий (ДТП) – все эти показатели



указывают на то, что проблема развития и совершенствования транспортной сети серьезна, и ее необходимо решать в ближайшее время.

Анализ данных информационной системы компании ООО «М2М телематика-Алтай» реализованной на сайте <http://bus22.m2m-altai.ru/> показал, что в г. Барнауле существуют определенные закономерности возникновения транспортных заторов. Прежде всего это связано с условным делением города на 2 части железной дорогой, и основные проблемные места находятся в непосредственной близости к пересечениям (надземными и подземными) автомобильных дорог с железной дорогой. Это 1) пересечение пр. Строителей - Павловский тракт, 2) проспект Ленина в районе Нового рынка, 3) проспект Калинина в районе Нового рынка.

В рамках плана города, на территории Нового и Центрального рынков г. Барнаула будут демонтированы киоски уличной торговли. Таким образом возможно будет расширение проезжей части, перенос остановки общественного транспорта (Центральный рынок), а также возможно строительство пересадочного пункта (Новый рынок). При расширении ул. Пионеров (Новый рынок), возможно открытие построенного дополнительного моста по ул. Ленина, разрешив правый поворот с Ленина на пр. Кулагина с дополнительного моста, тем самым решить ситуацию с заторными ситуациями на пр. Калинина (третье наиболее проблемное место).

Пересечение Павловского тракта и пр. Строителей является участком улично-дорожной сети, характеризующимся постоянными транспортными заторами, к тому же данный участок является местом концентрации ДТП. Кроме того, Павловский тракт в целом характеризуется напряженной ситуацией как в области транспортной эффективности, так и в области безопасности дорожного движения. Одна из причин возникновения транспортных заторов (помимо пересечения с железной дорогой) является большое количество ТЦ, ТРЦ, магазинов, автоцентров. Кроме того данная улица характеризуется большим количеством маршрутов общественного транспорта, рейсовыми маршрутами. Необходимо перераспределить транспортную нагрузку с Павловского тракта. Это возможно сделать путем соединения ул. Власихинской и ул. Молодежной, при обязательном условии расширения проезжей части указанных участков. В дальнейшем, решить ситуацию возможно при соединении улиц Фурманова и Гридасова. Безопасность дорожного движения на Павловском тракте необходимо решать путем строительства подземных и надземных пешеходных переходов, исключения нерегулируемых пешеходных переходов. Кроме того, подобные пешеходные переходы не только повысят безопасность дорожного движения, но и повысят пропускную способность на данном участке. В рамках городской целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения на 2013–2017 годы" один из пешеходных переходов (в районе ТРЦ «Европа») будет оборудован надземный пешеходный переход.

Одним из дорогостоящих решений, но которое заметно повысит эффективность транспортной инфраструктуры г. Барнаула является строительство подземного тоннеля Юрина-Искакова и Красноармейского проспекта, при расширении Юрина, Искакова, переносе трамвайных путей с Красноармейского проспекта на Социалистический до ул. Папанинцев. Кроме того, необходимо работать над повышением мотивации пользования общественным транспортом (по проведенному исследованию на автомобильном портале drom.ru 45% автовладельцев готовы предпочесть общественный транспорт при определенных условиях). Регулирование светофорных объектов на некоторых участках, в частности на пл. Октября, пересечении Молодежная-Красноармейский, Строителей-Челюскинцев, и др, заблаговременная установка знаков «Движение по полосам», установка знака «Оформление ДТП» на предшествующем перекрестке, развитие режима «зеленой волны» (АСУДД), повышение эффективности информационного предупреждения населения о возможности образования транспортных заторов также существенно повлияют на уменьшение проблемы транспортных заторов в столице Алтайского края.

Однако, при внедрении решений, повышающих эффективность транспортной инфраструктуры, необходимо учитывать те изменения, которые они внесут в безопасность дорожного движения. За 2012 год в Барнауле произошло 1650 ДТП, что на 25,6 % больше чем в 2011 [2]. Данные цифры говорят о том, что необходимо в ближайшее время принимать безотлагательные меры по повышению безопасности. Все это свидетельствует о том, что решение проблем транспортной инфраструктуры должно быть комплексным, т. е. необходимо



бороться с каждым из недостатков дорожной системы, и при этом, данное решение должно способствовать повышению эффективности и снижению аварийности.

Список источников:

1. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю. – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: [http:// ak.gks.ru/](http://ak.gks.ru/)
2. ГИБДД Алтай официальный сайт ГИБДД Алтайского края. – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: [http://www. 22.gibdd.ru/](http://www.22.gibdd.ru/)

Секция «Управление качеством и метрология»

УДК 005.962.13 : 005.92

УНИФИКАЦИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И ИХ РОЛЬ В УПРАВЛЕНИИ

А.А. Авдониная, студентка группы УКб-121

Научный руководитель: Россиева Д.В., ассистент «МСИИ», инженер ОСМК
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Сегодня большинство крупных отечественных компаний видят стабильность своих предприятий в отраженной системе управления, поэтому возлагают определенные надежды на модели менеджмента, соответствующие мировым стандартам.

В настоящее время большинство организаций, создавших документированную систему менеджмента качества, используют текстовое описание своей деятельности. Такие документы получаются громоздкими и неудобными в использовании. Чем сложнее деятельность, которую требуется описать, тем выше вероятность того, что документ может оказаться сложным для восприятия. Эти факты определяют необходимость поиска более совершенных форм документирования процедур СМК.

Одним из важных аспектов реализации требований международных стандартов ISO серии 9000 является документирование.

Документация, используется аппаратом управления в качестве способа и средства реализации возложенных на него функций. Основным направлением совершенствования документации является унификация форм документов.

Суть унификации сводится к сокращению и предупреждению неоправданного многообразия документов, приведению к единообразию их форм, структуры, языковых конструкций и операций по обработке, учету и хранению.

Основная цель унификации документов заключается в создании стабильных комплексов документов, содержащих необходимую и достаточную информацию для эффективного решения задач. Унификация текста проводится по следующим основным направлениям: состав информации, структура текста, языковые средства представления информации.

Унификация документов обеспечивает снижение трудоемкости обработки документов, достижение их информационной совместимости, более эффективное использование вычислительной техники.

Унифицированные системы управленческой документации разрабатываются на основе: единообразия построения форм документов, регламентации содержания документов, исключения из документов дублируемых данных, сокращения количества традиционно включаемых в них данных, единства применяемой терминологии и условных обозначений,



определения совокупности реквизитов и показателей для каждого вида документа и создания единых моделей их построения, ориентированных на компьютерную обработку.

Таким образом, унифицированные системы документации – это приведенный к максимально возможному единообразию формы документов, объединенные в основные общеуправленческие функциональные системы и предназначенные для использования всеми организациями, независимо от уровня управления и формы собственности, применяющими как традиционные, так и смешанные, с использованием компьютерных технологий, методы обработки документной информации.

Новая версия стандарта ISO 9001 значительно понизила уровень требований к документированию. Стандарт разрешает организации проявлять большую гибкость при определении структуры всего объема документации и выбор форм. Это дает возможность каждой отдельной организации разрабатывать минимальное количество документации, требуемой стандартом, чтобы демонстрировать результативное планирование, работу и управление процессами, а также постоянное улучшение результативности своей СМК.

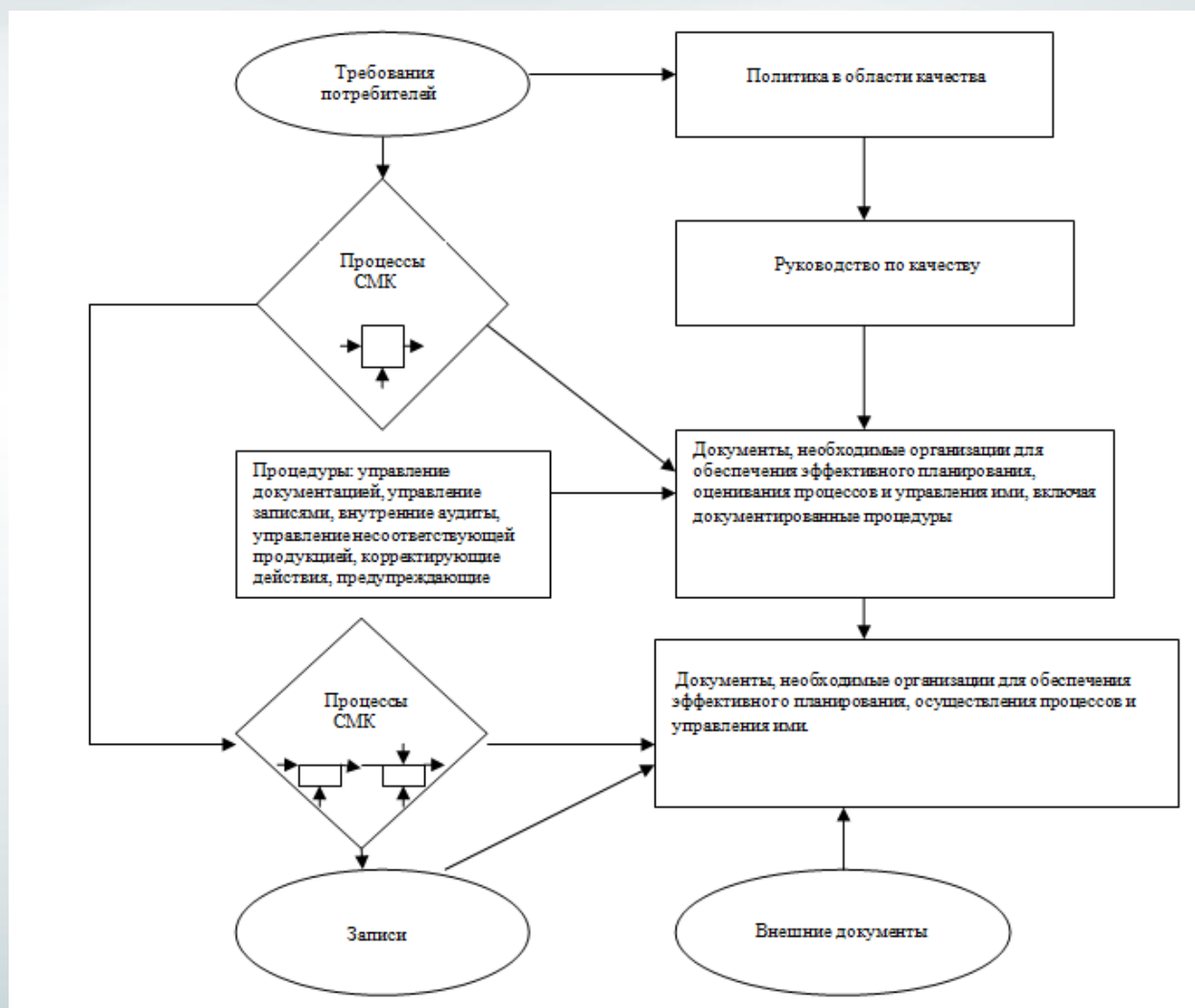


Рисунок 1 - Структура документации СМК

На данный момент, также в результате унификации, новая версия стандарта содержит четырехуровневую структуру документации СМК, которая является достаточной и типичной для всех организаций, вместо ранее имевшейся пятиуровневой системы.

Четыре уровня взаимосвязаны и взаимодействуют между собой для формирования комплексной системы. Взаимодействие на какой-либо уровень оказывает влияние на всю систему.



В итоге, на примере стандарта ISO 9001 : 2011, виден положительный результат унификации уровней документации, так как такое иерархическое представление состава документов СМК облегчает распространение, поддержание и понимание структуры документации системы менеджмента качества.

Список источников:

1. И.Т.Заика, Н.И.Гительсон «Документирование системы менеджмента качества» 2010 г. – 14-15 с.
2. ГОСТ Р 6.30-2003 «Унифицированные системы документации». Требования к документации. Издательство стандартов 2003 г. – 1-5 с.
3. www.4students.info/ унифицированные системы документации

УДК 005.962.13 : 378

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ВУЗЕ

Ю.Е. Архипова, студент группы УК – 091

Научный руководитель: Д.В. Россиева, ассистент «МСИИ», инженер ОСМК
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Сегодня высшие учебные заведения осуществляют свою деятельность в жестких конкурентных условиях, обусловленных ухудшением демографической ситуации в стране, изменением характера финансирования системы образования и проводимыми реформами всей образовательной системы в целом. При этом вопросы качества образования рассматриваются как ключевые в становлении имиджа и позиционировании ВУЗа на рынке образовательных услуг. В поиске наиболее эффективных рычагов повышения качества деятельности ВУЗа все большее внимание уделяется использованию прогрессивных методов управления и внедрению современных систем менеджмента. Повсеместно используемым инструментом, призванным повысить конкурентоспособность организации является внедрение системы менеджмента качества (СМК), соответствующей требованиям стандартов ИСО серии 9000. Наличие эффективной СМК рассматривается как гарантия стабильного качества оказываемых услуг и результативной управленческой системы.

На данном этапе, одним из эффективных инструментов повышения конкурентного преимущества ВУЗа на рынке образовательных услуг, повышения качества подготовки выпускников и эффективности управления самим образовательным учреждением видится внедрение не формальной СМК, требуемой при аккредитации ВУЗа, а внедрение СМК, соответствующей требованиям международного стандарта ИСО 9001:2011.

В итоге, СМК соответствующая требованиям международного стандарта ИСО 9001 в ВУЗе дает:

1. Наличие сертифицированной СМК – требование при государственной аккредитации ВУЗа и лицензировании специальности / направления.
2. Единый во всем мире подход к признанию соответствия СМК требованиям ИСО 9001 создает преимущества для ВУЗов, заинтересованных в привлечении иностранных студентов или в установлении коммерческих связей с другими странами.
3. Наличие сертифицированной СМК – гарантия качества образовательного процесса в глазах существующих и потенциальных потребителей.
4. Результативная и эффективная СМК – основа конкурентного преимущества ВУЗа, и, как следствие, его стабильное экономическое положение и высокий уровень прибыли.

Технологические решения управления качеством в ВУЗе необходимо ориентировать на:



- разработку миссии и стратегии развития ВУЗа;
- создание новой динамичной организационной структуры управления, включающей определение компонентов этой структуры и их положения относительно друг друга, установление взаимосвязи компонентов и обеспечение реализации «развивающей» стратегии и взаимодействия;
- переход от субординационного принципа организации управления на доминирование организации горизонтального координационного типа, объединяющей равноправные и равнозависимые компоненты на базе самоорганизации и саморазвития;
- оптимальное сочетание функционально-линейных структур управления качеством с ситуационным подходом к управлению;
- обеспечение целостности функций управления в рамках управленческого цикла;
- адресность управляющих воздействий, определение объектов и субъектов управления, четкое разграничение полномочий, прав, обязанностей и ответственности субъектов управления;
- усиление элементов мониторинга, анализа и оценки результатов образовательного процесса, построение обоснованных критериев и показателей оценки;
- сочетание различных видов материальной и социальной мотивации, а также и волевого управления, организационного воздействия, экономических, воспитательных, организационно-распорядительных, психолого-педагогических методов управления.

Можно сделать вывод о том, что управляемость ВУЗа улучшается в связи с тем, что при проектировании СМК строго распределяется ответственность за выполнение процедур, повышается прозрачность ВУЗа в части его организационной структуры, бизнес-процессов и функций, повышается конкурентоспособность ВУЗа за счет предоставления качественного образования и производства инновационных и востребованных бизнесом научных разработок.

К числу ВУЗов с внедренной СМК относится Кузбасский государственный технический университет, который получил 2.02.2007г. международный сертификат СМК по следующим видам деятельности: «Образование и обучение. Наука и развитие» в международном органе по сертификации TUV NORD Германия. В 2009 году, Кузбасский государственный технический университет перешел в другой международный сертификационный орган NQA, также получен сертификат соответствия и на данном этапе пройден ресертификационный аудит в результате которого, ВУЗ подтвердил свой статус и способность выпускать квалифицированных специалистов, получив подтверждающий сертификат.

Список источников:

1. Аванесов Е.К. Самооценка организационного профиля компании и системы менеджмента качества. / Е.К. Аванесов, В.Е. Швец. // Методы менеджмента качества. 2005. - № 4. - С. 4 -10.
2. Аванесов Е.К. Японская модель устойчивого роста основа пересмотра стандарта ИСО 9004. // Методы менеджмента качества. - 2005. - № 10.-С. 40-44.
3. Адлер Ю. Анатомия организации с точки зрения физиологии. // Стандарты и качество. 2001. - № 2. - С. 46 - 51.
4. Балабан В.А. Исследование систем управления: учебн. пособие.-Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2001. 184 с.
5. Балабан В.А. Управление качеством образования в вузе: проблемы и решения / В.А. Балабан, Е.Б. Гаффорова. Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2003.-228 с.
6. Басовский Л.Е. Управление качеством: Учебник// Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев. М.: ИНФРА-М, 2004. - 212 с.



УДК 005.962.13

СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СМК

Е.А. Бельдиева, студент группы УКб - 121

Научный руководитель: Д.В.Россиева, инженер ОСМК

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Современная рыночная экономика предъявляет принципиально новые требования к качеству выпускаемой продукции. Это связано с тем, что выживаемость предприятия, его устойчивое положение на рынке определяется уровнем конкурентоспособности. В свою очередь, конкурентоспособность связана с действием десятков факторов, среди которых можно выделить два основных для потребителя – цена и качество приобретаемой продукции. Фактор качества товара постепенно выходит на первое место по отношению к цене товара. Определение качества как важнейшей из характеристик продукции для потребителя явилось толчком для появления и развития СМК.

В мировой практике за последние десятилетия выработаны действенные методы и приемы, направленные на повышение адекватности выпускаемой продукции требованиям рынка.

Для сравнения мирового опыта разработки и внедрения СМК, а так же для проведения анализа и выявления особенностей систем управления рассмотрим такие развитые в области СМК страны как Япония, США, Германия и Франция.

Наиболее ярко выраженными особенностями японской системы управления качеством являются:

1. Всеаспектное управление качеством на уровне фирмы, участие всех работников фирмы в управлении качеством;
2. Подготовка и повышение квалификации кадров в области управления качеством;
3. Деятельность кружков качества;
4. Инспектирование и оценка деятельности по управлению качеством;
5. Использование статистических методов;
6. Общациональная программа по контролю качества. Основным инструментом в реализации комплексного управления качеством стали кружки качества — небольшие (5–10 человек) организационно оформленные группы рабочих, объединенных для совместного обучения и применения статистических методов контроля качества и решения проблем, возникающих на рабочем месте. Постепенно была создана японская модель управления качеством — всеобщий контроль качества, представляющий собой единый процесс обеспечения качества повсеместно в фирме, выполняемый всем персоналом организации.

На японских предприятиях для персонала разработана программа участия в обеспечении качества, получившая название «пять нулей». Она сформулирована в виде коротких правил:

- не создавать (условия для появления дефектов);
- не передавать (дефектную продукцию на следующую стадию);
- не принимать (дефектную продукцию с предыдущей стадии);
- не изменять (технологические режимы);
- не повторять (ошибок)

Анализируя американский опыт в области качества, можно отметить следующие характерные его особенности:

- жесткий контроль качества изготовления продукции с использованием методов математической статистики;
- внимание к процессу планирования производства по объемным и качественным показателям, административный контроль исполнения планов;
- совершенствование управления фирмой в целом.



Принимаемые в США меры, направленные на постоянное повышение качества продукции, не замедлили сказаться на ликвидации разрыва в уровне качества выпускаемых в Японии и США товаров, что усилило конкурентную борьбу на мировом рынке, превращающемся в единый, глобальный рынок.

В немецком опыте развития СМК предприятия в ходе своей деятельности придерживаются основных трех положений:

- цена на продукцию должна устанавливаться с учетом конъюнктуры рынка;
- продукция должна поступать потребителю в установленные сроки;
- качество продукции должно отвечать требованиям рынка.

Служба качества на крупном предприятии ФРГ обычно состоит из трех подразделений: обеспечения качества (планирование качества и контроля, управление качеством и сбор информации о качестве), контроля качества (лаборатория для проверки качества) и содействия качеству (обучение работников, повышение квалификации).

Французский опыт показывает, что в настоящее время в этой стране обеспечение качества продукции осуществляется по принципу «олимпийских нулей»:

- ноль дефектов (все изделия должны соответствовать техническим условиям);
- ноль нарушений сроков поставки (изделия поставляются в установленные сроки);
- ноль времени хранения на складе (изготавливаются в сроки, указанные в договоре с заказчиком);

Как свидетельствует мировой опыт, построение эффективной системы управления предприятием, ставящего перед собой цели по совершенствованию и оптимизации деятельности, всегда было и остается одной из самых сложных задач, с которой приходится сталкиваться при производстве продукции и предоставлении услуг. Системы менеджмента качества и созданные на их основе интегрированные системы управления становятся не только механизмом успешного ведения бизнеса, но и необходимым условием его развития. Российское предприятие, опираясь на опыт разных стран, при стремлении добиться большей работоспособности своей системы и повышенного уровня качества своей продукции или предоставляемой услуги, проанализировав все методики и особенности зарубежных стран, может использовать их для создания эффективной и результативной системы менеджмента.

Список источников:

1. Миронов, М.Г. Управление качеством: учеб. пособие. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 288 с.
2. [Окрепилов, В. В. Управление качеством: учебник для ВУЗов. – М.: Изд-во "Экономика", 1998. – 234 с.](#)
3. Басовский, Л. Е. Управление качеством: учебник. / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев - М.: ИНФРА-М, 2004. - 216 с.

УДК 621.002:658.562

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

А.Р. Клызбаева, студентка группы УК-101

Научный руководитель: Д.Б. Шатько, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Статистические методы контроля качества продукции в настоящее время приобретают все большее признание и распространение в промышленности. Они являются обязательным элементом современных систем менеджмента качества, внедряемых на российских предприятиях, конкурентоспособность которых во многом зависит от умения персонала предприятия на практике применять эти методы.



Основной задачей статистических методов контроля является обеспечение производства пригодной к употреблению продукции и оказание полезных услуг с наименьшими затратами. С помощью статистических методов информацию о качестве обрабатывают, анализируют и на этой основе производят оценку качества технологического процесса и качества получаемых изделий.

В целях эффективного управления качеством продукции в машиностроении используют семь статистических методов или инструментов контроля качества, которые обеспечивают простоту, наглядность и визуализацию.

1. Диаграмма Парето (рисунок 1). Это инструмент, позволяющий разделить факторы, влияющие на возникшую проблему, на важные и несущественные для распределения усилий по ее решению. Диаграмма является разновидностью столбчатого графика с кумулятивной кривой, в которой факторы распределены в порядке уменьшения значимости (силы влияния на объект анализа).

Принцип Парето (принцип 20/80) означает, что 20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий – лишь 20% результата.

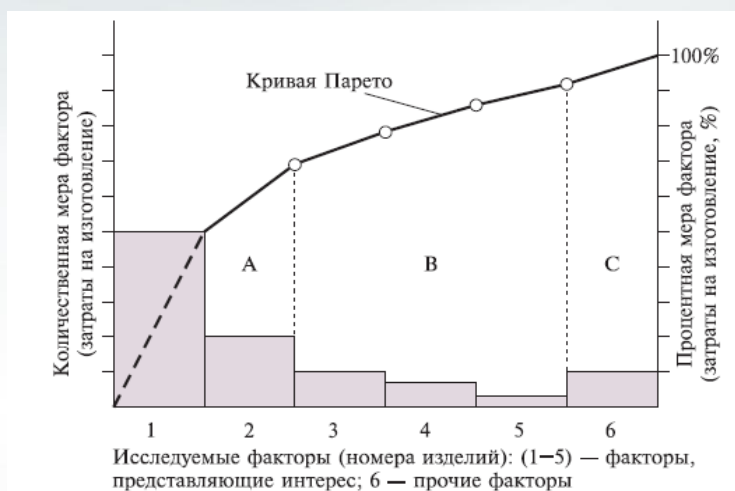


Рисунок 1 - Диаграмма Парето

2. Диаграмма Исикавы ("рыбий скелет", причинно-следственная диаграмма). Применяется, когда требуется исследовать и изобразить все возможные причины определенных проблем или условий. Позволяет представить соотношения между следствием, результатом и всеми возможными причинами, влияющими на них. Следствие, результат или проблема обычно обозначаются на правой стороне схемы, а главные воздействия или "причины" перечисляются на левой стороне.



Рисунок 2 - Диаграмма Исикавы

3. Метод стратификации (расслаивания данных) (рисунок 3). Группы именуют слоями (стратами), а сам процесс разделения – расслаиванием (стратификацией). В машиностроении



используется стратификация по методу «4М», когда диаграмму стратификации строят по четырем группам причин появления дефектов: человек (дефекты, появление которых обусловлено действиями рабочего); машина (дефекты, вызванные несовершенством или неправильной настройкой технологического оборудования); материал (дефекты, вызванные материалами и покупными изделиями); метод (дефекты, связанные с особенностями технологии производства или с выбором заведомо непригодного метода контроля качества продукции). Диаграмма стратификации очень похожа на диаграмму Парето. Отличие заключается только в том, что в первой дефекты группируют по причинам, а в последней – по видам.

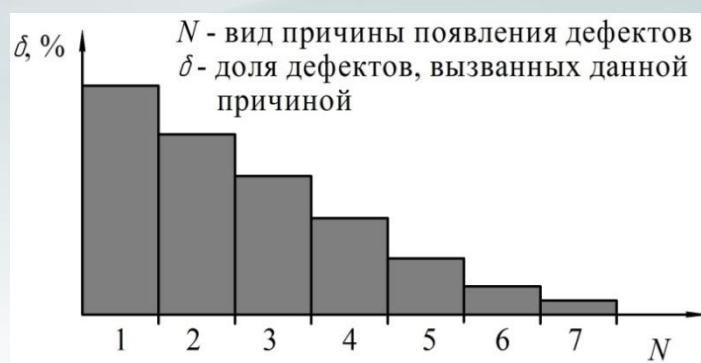


Рисунок 3 - Диаграмма стратификации

4. Контрольный листок (рисунок 4). Предназначен для сбора и первичной обработки данных о продукции или производственном процессе. Он заполняется на этапе операционного (цехового) контроля изделий непосредственно исполнителем работы. Заполненные контрольные листки служат исходными данными для технологов, которые занимаются анализом данных.

Качественный

Вид дефекта	Количество появлений
Вид 1	/// (12)
Вид 2	/// (8)
Вид 3	/// (3)
Всего	23

Количественный

Диапазон	Количество появлений
От 9,90 до 9,94	/// (12)
От 9,94 до 9,98	/// (8)
От 9,98 до 10	/// (3)
Всего	23

Рисунок 4 - Контрольные листки

5. Гистограмма (рисунок 5) служит для анализа статистических данных. Она позволяет получить общую информацию о воспроизводимости и стабильности технологического процесса. Гистограммы составляются цеховыми технологами по данным контрольных листков. Благодаря графическому представлению имеющейся количественной информации, можно увидеть закономерности, трудно различимые в простой таблице с набором цифр, оценить проблемы и найти пути их решения.

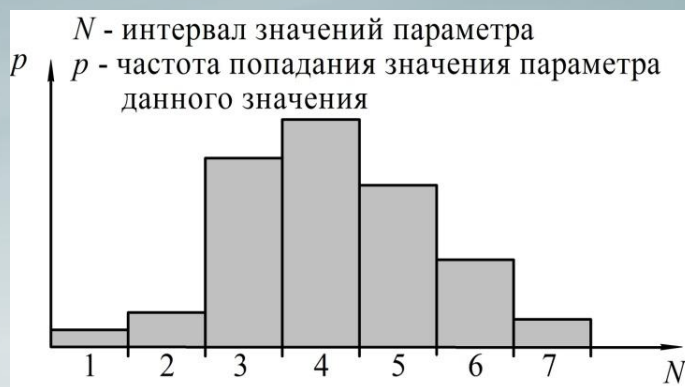


Рисунок 5 - Гистограмма

6. **Контрольная карта** (рисунок 6). График изменения значений контролируемых параметров по партиям или по времени работы (по сменам, декадам, месяцам, кварталам и т. п.). Контрольные карты могут содержать качественные (количество или доля дефектных изделий) и количественные (медиана, среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, размах) признаки. Контрольные карты составляют технологи по данным контрольных листов.

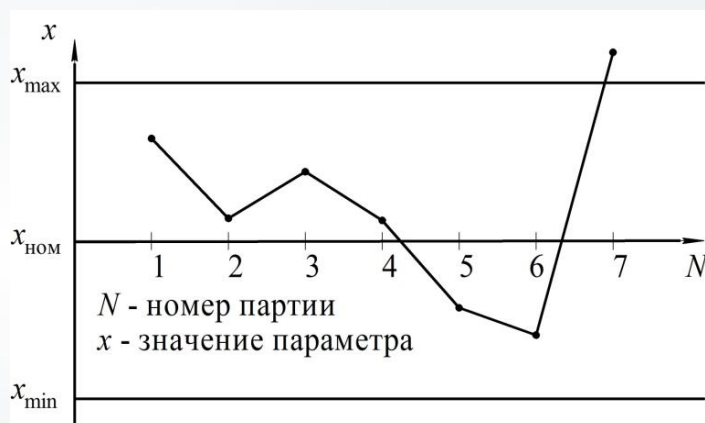


Рисунок 6. Контрольная карта

8. **Диаграмма разброса** (рисунок 7). Служит для установления взаимосвязи между параметрами технологического процесса. На рисунок 8 показана взаимосвязь между параметрами x и y положительная (прямая пропорциональность); взаимосвязь между параметрами может также быть отрицательной или вообще отсутствовать.

Эти две переменные могут относиться к:

- характеристике качества и влияющему на нее фактору;
- двум различным характеристикам качества;
- двум факторам, влияющим на одну характеристику качества.

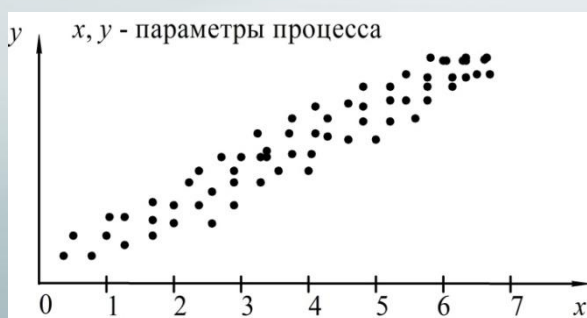


Рисунок 7. Диаграмма разброса



При помощи статистических методов анализа качества продукции машиностроения можно успешно решать следующие задачи:

- организовать эффективный выборочный контроль и регулировать качество продукции с наименьшими трудовыми затратами у изготовителя
- давать указания, как поддерживать качество готовой продукции в условиях регулярного наблюдения за ее изготовлением;
- правильно определять и назначать нормы и допуски на показатели качества;
- прогнозировать величину возможных отклонений в показателях качества продукции и величину вероятного;
- правильно выбирать из многочисленных параметров главные показатели для оценки качества продукции, подлежащие нормированию и контролю.

Список источников:

1. Короткова, Л. П. Контроль качества материалов (в машиностроительном производстве) : учеб. пособие / Л. П. Короткова, Д. Б. Шатько, Д. М. Дубинкин ; ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2011. – 171 с.
2. Л. Ноулер : Статистические методы контроля качества продукции. Пер. с англ. – 2-е русск. Изд. М.: Издательство стандартов, 1989
3. А. М. Кузьмин : Профессиональный справочник «Креативные и аналитические методы создания инноваций». Web .
4. Пособие «Управление качеством». Web: <http://www.dist-cons.ru/modules/qualmanage/section3.html>.

УДК 658.5.011

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ И ЕЁ РЕШЕНИЕ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА

Д.В. Россиева, магистр, ассистент «МСИИ», инженер ОСМК
Н.Б. Коптелова, аспирант, КемТИПП, эксперт ФБУ «Кемеровский ЦСМ»
Научный руководитель: Г.М. Дубов, к.т.н., доцент, декан ММФ
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Ситуация, складывающаяся сегодня на отечественном рынке, является сложной и быстро изменяющейся. Изменения касаются как законодательных требований, так и ориентации компаний в связи с изменяющейся политической ситуацией. Со вступлением России в ВТО все больше крупных иностранных компаний видят в нашей стране большие возможности для роста своего бизнеса и прямо сейчас принимают стратегическое решение о выходе на российский рынок или продолжают активно инвестировать в развитие уже существующего здесь бизнеса. В таких сложных условиях предприятия встают перед выбором: закрыться или искать пути повышения собственной конкурентоспособности на рынке потребительских товаров. Каждое предприятие для этого выбирает свой собственный, уникальный путь, но, как показывает время, в выигрыше остаются организации, сделавшие ставку на качество выпускаемых продуктов и товаров, на доведение информации о своей способности формировать это качество до всех заинтересованных сторон.

Особенно актуально данное направление развития для предприятий выпускающих продовольственные товары, так как для них в наибольшей степени характерно правило "клиент сам контролирует качество приобретаемых товаров", то есть попробовав некачественный продукт единожды, потребитель вряд ли когда-либо ещё обратится к продукции данного производителя.

На предприятиях пищевой промышленности, как известно, качество закладывается во время изготовления продукции, поэтому важнейшим ключом его поддержания и одним из



главных положительных элементов в конкурентной борьбе производителей является система качества, которая действует на предприятии. Этим обусловлено последовательное увеличение роли системы менеджмента предприятия, как незаменимого приспособления увеличения способности к конкурированию предприятия, что даёт возможность выполнить цель уменьшения себестоимости выпускаемых товаров, актуальности их применения и использования при полном удовлетворении потребительских требований.

Национальный стандарт ГОСТ ISO 9001[1] является аутентичным международному стандарту ИСО 9001, который является наиболее известным и распространенным в мире руководством по организационно-методическим основам создания систем менеджмента качества (СМК) организаций. На соответствие данного стандарта во всем мире уже были разработаны и сертифицированы более миллиона организаций. Это является главным показателем того, что системы менеджмента качества, соответствующие требованиям данного стандарта, действительно являются высокоэффективными средствами совершенствования деятельности организации любого профиля. Формирование такой системы, в основе которой лежит стандарт ГОСТ ISO 9001, даёт возможность перебраться от управления, основанного на контроле продукции, к эффективному менеджменту предприятия в целом, а так же получить дополнительные выгоды для организации после прохождения процедуры сертификации СМК. Важнейшая особенность стандарта ГОСТ ISO 9001 состоит в том, что в нём представлен только перечень тех видов деятельности (элементов), которые рекомендуется внедрить в практику работ при создании систем качества [2]. В нём не говорится, как именно необходимо реализовывать те или иные элементы. Наоборот, подчеркивается, что методы работ на разных предприятиях могут быть разными в зависимости от вида и ассортимента выпускаемой продукции, структуры предприятия. Обратная сторона такой универсальности - она не позволяет учесть особенности конкретных отраслей промышленности, поэтому во многих отраслях распространены отраслевые системы менеджмента, базирующиеся на стандартах ИСО серии 9000

Для пищевой промышленности сегодня особо значима проблема безопасности продукции. Именно на неё и делается акцент в системах ХАССП. Данная система применяется в большинстве развитых стран с высококласным промышленным комплексом, а в некоторых является неукоснительным условием существования для предприятий, производящих пищевые продукты. Система определяет критические точки, где необходимо учесть потенциальные риски. Проводится аналитическая работа с использованием накопленных сведений, на основании чего вырабатывается проект мероприятий, осуществление которых сводит к минимуму риск порчи продукции. А также определяется персонал, ответственный за результаты. Проверки качества в соответствии с нормативами ХАССП проводятся на протяжении всего процесса изготовления товаров, что обуславливает основное преимущество и важную характерную черту системы. Как видно из анализа требований системы ХАССП, она намного менее универсальна, чем системы, соответствующие требованиям ИСО 9000.

Состояние кризиса российской экономики объясняет несомненную актуальность систем менеджмента для отечественных организаций с целью создания способностей к конкурированию предприятий. Одним из главных условий успешного существования отечественных предприятий в условиях мирового рынка потребительских товаров является внедрение актуальных и эффективных систем менеджмента, которые в полной мере могут сформировать способность к конкурированию производимых товаров и продукции по их стоимости.

Список источников:

1. ГОСТ ISO 9001-2011 Система менеджмента качества. Требования.
2. ГОСТ ISO 9000-2011 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ
АУТСОРСИНГА**

Р.Ю. Лесных, студентка группы УК – 081

Научный руководитель: А.М. Романенко, доцент кафедры МСиИ
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Вхождение в рынок поставило перед большинством предприятий вопросы повышения качества выпускаемой продукции, оптимизации затрат на производство, сокращение непроизводительных расходов, постоянного повышения конкурентоспособности продукции.

Для решения вопроса повышения эффективности развития предприятий большинство руководителей пришли к выводу о целесообразности передачи вспомогательных задач в руки тех, для кого они являются основными.

Аутсорсинг (out - внешний, source - источник) - способ оптимизации деятельности предприятий за счет сосредоточения усилий на основном предмете деятельности и передачи непрофильных функций и корпоративных ролей внешним специализированным компаниям.

Аутсорсинг условно разграничивают два вида аутсорсинга - производственный аутсорсинг и аутсорсинг бизнес-процессов. Производственный аутсорсинг предполагает передачу части производственных процессов или всего цикла производства сторонней компании. Кроме того, возможен вариант продажи части своих подразделений другим компаниям и дальнейшее взаимодействие с ними уже в рамках аутсорсинга. Исследования Американской ассоциации менеджмента (American Management Association) показали, что уже в 1997 г. более половины промышленных компаний передали на аутсорсинг хотя бы один компонент своего производственного процесса.

Производственный аутсорсинг позволяет компании, во-первых, сосредоточиться на разработке новых продуктов и услуг, что важно в условиях стремительно изменяющихся технологий и спроса для обеспечения конкурентного преимущества; во-вторых, увеличить гибкость производства - на небольших заводах проще заниматься перестройкой производственного процесса и диверсифицировать выпускаемую продукцию, и, наконец, использовать дополнительные преимущества от ведения бизнеса на рынках с дешевой рабочей силой.

Аутсорсинг бизнес-процессов включает передачу сторонней организации отдельных бизнес-процессов, которые не являются для компании основными, бизнес-образующими. Из их числа на аутсорсинг могут быть переданы управление персоналом, бухгалтерский учет, маркетинг, реклама, логистика.

По мнению специалистов Института аутсорсинга (Outsourcing Institute, США), аутсорсинг бизнес-процессов является необычайно динамично развивающимся видом оптимизации деятельности предприятий, причем наибольший рост проявляет аутсорсинг в сфере финансов и бухгалтерского учета. Исследование 600 фирм, проведенное в 1997 г. Американской ассоциацией менеджмента, показало, что уже к тому моменту 1/5 часть опрошенных фирм передала на аутсорсинг хотя бы некоторую часть финансовых и бухгалтерских операций, а 4/5 фирм - часть административных функций.

Учитывая все преимущества аутсорсинга, нельзя сказать, что эта сфера рынка окончательно закрепились в нашей стране. Многие зримые плюсы услуг аутсорсинга порой оборачиваются вполне возможными рисками.

Рассмотрим наиболее распространенные риски:

- Самый нежелательный и имеющий негативные для заказчика последствия риск услуги аутсорсинга – это утечка информации за пределы фирмы. В этом случае первостепенное значение имеет договор, в котором должно быть четко прописано, какая именно информация является конфиденциальной, а также в договоре должны быть грамотно описаны обязанности сторон.

- Отсутствие опыта работы с аутсорсингом у заказчика с одной стороны, и декларируемый опыт у исполнителя-аутсорсера — с другой. Избежать данной ситуации можно путем «точечных» испытаний, рекомендаций и пробных этапов взаимодействия.



- Риск отсутствия надлежащего контроля над арендованным персоналом как с одной стороны заказчика, так и со стороны руководства аутсорсинговой компании. Чтобы свести подобный риск к минимуму, стоит придерживаться следующего принципа: постоянный контроль за аутсорсинговым персоналом. Данный риск не возникнет, если ежемесячно руководитель фирмы заказчика утверждает план работ для аутсорсингового персонала на следующий месяц, по истечении которого оперативно заслушивает отчет о проделанной работе.

- Наконец, еще одним риском является неправильный выбор поставщика услуги, хотя впоследствии его можно заменить. Этот риск присутствует на первых этапах сотрудничества с аутсорсинговой компанией, хотя именно правильный выбор поставщика внешних услуг является залогом минимизации всех возможных последующих рисков аутсорсинга.

Дабы избежать недопонимания между сторонами, клиенту аутсорсинговой компании, необходимо предусматривать испытательный срок предоставления услуг исполнителя, разбивать услуги аутсорсинга на операции с непродолжительным периодом работ, передавать полномочия на предоставление услуг не одной, а двум или трем исполнителям, получать рекомендации на исполнителя от третьих лиц.

Однако помимо рисков связанных с услугами аутсорсинга для клиента, есть риски и для аутсорсинговой фирмы, т.е. самих аутсорсеров:

- Реорганизация им процессов оказания услуг предприятия может побудить его руководство досрочно завершить контракт и снова передать функции обслуживания переданных бизнес-функций внутреннему подразделению, но уже в соответствии с новыми процессами.

- Изменение потребности (осознания возможностей) в процессе исполнения Договора.

- Изменение кредитоспособности Заказчика при запланированных ресурсах.

Чтобы внедрить аутсорсинг персонала и бизнес-процессов в деятельность компании, необходимо произвести анализ реального состояния бизнеса с учетом разнообразия и специфики его процессов.

Необходимо составить перечень структурных подразделений, в которых использование аутсорсинга позволит повысить управление качеством готовой продукции. Не стоит забывать и об отдельных процессах, в которых можно использовать временный персонал.

Аутсорсинг бизнес процессов дает возможность установить новые хозяйственные связи, закрепить и усилить конкурентоспособность компании на отечественном рынке.

Производственный аутсорсинг позволяет сократить издержки, сэкономить время и привлечь компетентных специалистов для выполнения тех или иных задач.

Несмотря на то, что аутсорсинг довольно молодая отрасль в управлении бизнесом, она медленно захватывает сегодняшний рынок наемного труда. Многие аналитики дают положительные прогнозы насчет развития аутсорсинга на территории нашей страны.

Список источников:

1. ISSN 0026-0827 Научно – технический и производственный журнал «Металлург», 8.2007;



УДК 005.962.13 : 378

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ «BISNESS STUDIO», КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Д.В. Россиева, магистр, ассистент «МСИИ», инженер ОСМК

Научный руководитель: Г.М. Дубов, к.т.н., доцент, декан ММФ

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одним из обязательных требований международного стандарта ИСО 9001 : 2011 является выполнение 8 принципов менеджмента, одним из которых является «процессный подход» к управлению организацией, направленный на улучшение результативности системы менеджмента качества (СМК). Он заключается в том, что организация рассматривается как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих процессов, а управление организацией осуществляется посредством управления этими процессами. Но, к сожалению, в настоящее время, процессный подход управления организацией вызывает большие затруднения при его применении в организациях различного профиля и назначения.

Существует множество различных методик, процедур выполнения данного принципа, но наиболее эффективным решением является разработка, проектирование и описание процессов организации в нотациях графического моделирования. «IDEF0» – нотация графического моделирования, используемая для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции. Нотация «IDEF0» является одной из самых популярных нотаций моделирования бизнес-процессов.

Для применения принципа «процессного подхода» к управлению, в КузГТУ с недавнего времени используется программный продукт «Business Studio». Он разработан группой «Современные технологии управления». «Business Studio» это система бизнес-моделирования, позволяющая организациям ускорить и упростить развитие своей системы управления, а также внедрение системы менеджмента качества.

Основные задачи решаемые с помощью данного продукта:

- Формализация стратегии организации и постоянный мониторинг ее целевых показателей;
- Проектирование и оптимизация бизнес-процессов;
- Проектирование организационной структуры и штатного расписания;
- Формирование и распространение среди сотрудников регламентирующей документации;
- Внедрение системы менеджмента качества в соответствии со стандартами ISO;
- Формирование технических заданий и поддержка внедрения информационных систем.

Система бизнес-моделирования «Business Studio» разработана специально для поддержки полного цикла проектирования эффективной системы управления организацией – «Проектирование – Внедрение – Контроль – Анализ». Она также позволяет разрабатывать и описывать процессы в таких нотациях графического моделирования как: IDEF0; EPC; Процесс; Процедура.

Каждая нотация предназначена для определенного уровня процесса. Для процессов верхнего уровня (стратегический) используются нотации группы IDEF, для описания процессов среднего уровня (тактический) используют EPC, а уже для описания процессов нижнего уровня (операционный) используются нотации «Процесс и Процедура».

Также, данный программный продукт позволяет создавать процессную модель организации, полный пакет документации, разрабатывать стратегические карты, цели и задачи организации.

После того как создана модель системы управления, сформированы и утверждены регламентирующие документы, встает задача распространения этой информации между



заинтересованными лицами и сотрудниками организации. При решении этой задачи сотрудникам приходится сталкиваться со следующими трудностями:

- большое количество документов и необходимость их регулярного обновления затрудняет распространение бумажных копий;
- при распространении документации в формате Microsoft Word и большом количестве документов сложно анализировать и быстро находить нужную информацию.

HTML-навигатор «Business Studio» позволяет сделать результаты работы специалистов по моделированию бизнес-процессов доступными всем заинтересованным лицам и сотрудникам организации. Модели и регламентирующие документы можно мгновенно обновлять и затем просматривать на любом рабочем месте, где установлен стандартный web-браузер.

Ключевыми преимуществами системы Business Studio, принципиально отличающими ее от других аналогичных программных продуктов, являются:

- Простота, удобство и высокая скорость освоения специалистами;
- Использование самых популярных нотаций моделирования бизнес-процессов, понятных сотрудникам без дополнительной подготовки: IDEF0, Процесс (Basic Flowchart), Процедура (Cross Functional Flowchart), EPC;
- Интегрированность: в одном инструменте собраны все востребованные бизнесом методики и технологии: BSC/KPI, моделирование бизнес-процессов, имитационное моделирование, функционально-стоимостной анализ, поддержка СМК;
- Формирование на выходе конкретизированных регламентирующих документов, не требующих дополнительной доработки;
- Мастер отчетов, позволяет формировать отчеты с использованием всех возможностей форматирования Microsoft Word и поддерживающий сложные выборки данных;
- Возможность расширения структуры данных (модуль MetaEdit): создание собственных параметров и справочников;

Особенности системы Business Studio:

- Использование в качестве графического редактора диаграмм Microsoft Visio, ставшего стандартом в области деловой графики;
- Объектно-ориентированная промышленная платформа, определяющая уникальные возможности системы по построению сложных фильтров и работе с большими объемами данных;

Эффект от использования данного программного продукта при решении озвученных задач будет следующим:

1. Качественное и своевременное достижение стратегических целей вуза.
2. Повышение управляемости и прозрачности вуза.
3. Улучшение производительности труда.
4. Сокращение потерь и убытков от неправильных действий сотрудников.
5. Разгрузка проректоров и заместителей ректора от «текучки» и предоставления им возможности заниматься стратегическими целями.

Список источников:

1. Заика, И.Т. Документирование системы менеджмента качества : учебное пособие / И.Т. Заика, Н.И. Гительсон. – М.: КНОРУС, 2010. – 192 с.
2. Репин, В.В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. - М.: Инфра-М, 2005. — 319 с.
3. Черемных, С.В. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – Изд-во: Финансы и статистика, 2006, - 192 с.



УДК 621.003 : 519.22

СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

М.Ю. Чичкова, студент группы УК-101

Научный руководитель: Д.Б. Шатько, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Качество продукции определяется качеством сырья, совершенством технологического процесса и умелым регулированием этого процесса. Чем однороднее сырье, чем совершеннее технологический процесс производства, чем выше квалификация и дисциплинированность кадров, управляющих производственным процессом, тем выше качество и лучше однородность изготавливаемой продукции.

Статистическое управление базируется на получении информации от использования существующих на производстве методов контроля качества. Структура статистического управления включает в себя контроль исходных материалов, контроль технологии (режимов и условий), разрушающие и неразрушающие испытания изделий и т. д. (рисунок 1).



Рисунок 1 - Технологический процесс контроля качества

Систематический и оперативный контроль изделий позволяет обеспечить статистическое регулирование технологического процесса, а также обосновать оптимальные уровни дефектности, брака, объемов и чувствительности контроля.

Статистическое регулирование качества технологического процесса является методом предупредительного контроля и заключается в том, что в определенные моменты времени контролируют параметры продукции и определяют их отклонения от установленных значений.

Статистические методы контроля качества продукции в машиностроении основаны на использовании методов теории вероятности и математической статистики, которые подразделяют на две группы:

1. Статистический приемочный контроль готовой продукции.
2. Статистическое регулирование качества технологических процессов.



Статистическое регулирование технологического процесса заключается в корректировке технологического процесса по результатам выборочного контроля показателей качества производимой продукции, которое применяется для контроля промежуточных операций и технологических процессов, склонных к разладкам вследствие влияния грубых помех. Основным документом является контрольная карта. Контрольная карта – это карта, на которой для наглядности отображения состояния процесса отмечают значения соответствующей выборочной характеристики смежных выборок во временной последовательности. В качестве выборочной характеристики могут использоваться индивидуальные значения какого-либо параметра продукции, среднее арифметическое значение, медиана, среднее квадратическое (стандартное) отклонение, размах, доля или число несоответствующих единиц продукции, число несоответствий и др. По существу, контрольная карта представляет собой графическое отображение состояния процесса, его уровня и изменчивости.

Цель контрольных карт – обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Контрольные карты строят в произвольном масштабе на листе бумаги или экране дисплея компьютера. По оси абсцисс откладывают моменты взятия выборок или их текущие номера, а по оси ординат – реализации выборочной характеристики. Для наглядности точки значений выборочной характеристики, соответствующие двум последовательным выборкам, соединяют отрезками прямых линий и получают линейный график, показывающий динамику поведения процесса.

В качестве ориентира на контрольной карте проводится центральная линия (ЦЛ) – прямая, параллельная оси абсцисс и определяющая среднее процесса. Ее расстояние от оси абсцисс соответствует заданному в нормативной или технической документации номинальному значению контролируемого параметра, например, центру поля допуска, математическому ожиданию значений выборочной характеристики, или же оценочному значению, прогнозируемому по результатам изучения предыстории процесса.

Параллельно ЦЛ на контрольной карте наносятся две линии – верхняя (ВКГ) и нижняя (НКГ) контрольные границы, называемые иногда границами регулирования. По существу, контрольные границы, указывающие момент разладки процесса, ограничивают диапазон неизбежного разброса значений выборочной характеристики, т.е. разброса, обусловленного неустраняемыми в настоящее время обычными причинами, и позволяют судить, находится ли процесс в статистически управляемом состоянии или он подвергнут влиянию особых причин.

Кроме того, на контрольную карту в ряде случаев наносятся еще две дополнительные линии – верхняя (ВПП) и нижняя (НВП) предупреждающие границы, которые располагаются ближе друг к другу, чем ВКГ и НКГ.

Если значениям выборочной характеристики присуще одностороннее отклонение от ЦЛ, то используют контрольные карты с односторонними (верхними или нижними) границами.

Пример контрольной карты представлен на рисунке 2.

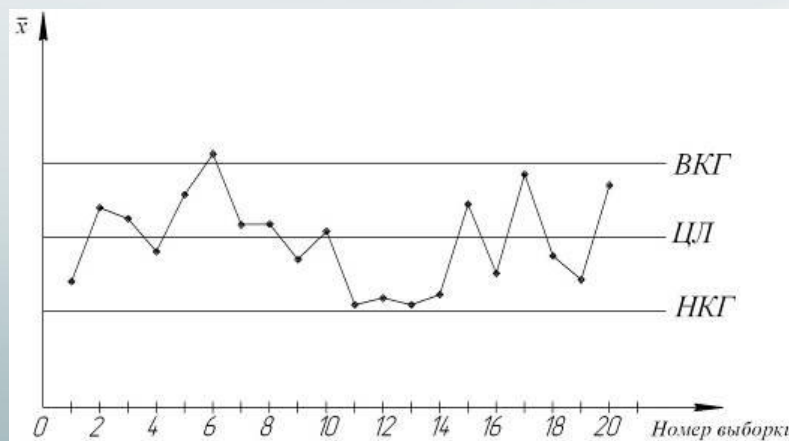


Рисунок 2 - Пример контрольной карты



На контрольной карте показаны средние арифметические значения ($\bar{X}$) для 20 последовательных выборок по 5 изделий каждая. Выборки берутся примерно через один час. Большинство точек на карте расположены около средней линии и находятся между двумя пунктирными линиями, которые называются контрольными пределами. Сигналом о возможной разладке технологического процесса могут служить:

- выход точки за контрольные пределы (выборка №6);
- расположение группы последовательных точек около одной контрольной границы, но не выход за нее (выборка №11-14), что свидетельствует о нарушении уровня настройки оборудования;
- сильное рассеяние точек на контрольной карте относительно средней линии (выборки №15-20), что свидетельствует о снижении точности технологического процесса.

При наличии сигнала о нарушении производственного процесса должна быть выявлена и устранена причина нарушения.

Для выполнения необходимых статистических расчетов и осуществления контроля за технологическим процессом на отдельных его операциях рекомендуется использовать персональные компьютеры и микро- ЭВМ, на дисплее которых в необходимый момент времени можно получить информацию о параметрах технологического процесса и показателях выпускаемой продукции.

Список источников:

1. ГОСТ Р 50 779.42–99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – Введ. 01.01.2000. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 32с.
2. Воздвиженский, В. М. Контроль качества отливок : учеб. пособие / В. М. Воздвиженский, А. А. Жуков, В. К. Бастратов. – М.: Машиностроение, 1990. – 240 с.
3. Жулинский, С. Ф. Статистические методы в современном менеджменте качества / С. Ф. Жулинский, Е. С. Новиков, В. Я. Поспелов. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2001. – 208 с.

УДК 658.562

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Д.И. Шатько, магистр, инженер ОМК КемГМА
Научный руководитель: Д.Б. Шатько, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
г. Кемерово

Главным требованием ISO 9001 является требование по обеспечению и улучшению результативности СМК. Оно присутствует во всех без исключения разделах стандарта. В соответствии с руководящими указаниями ISO/TS 176 по внедрению и поддержанию стандарта ISO 9001 процесс и его характеристики могут быть представлены, как показано на рисунке 1.

Результативность процесса характеризует его способность достигать запланированных результатов. При этом не рассматривается, какой ценой достигаются эти результаты, важен сам факт достижения нужных результатов. Контроль результативности позволяет вести мониторинг выполнения процессов и осуществлять скоординированное управление процессами и всей СМК организации.

Эффективность процесса характеризует затраты, которые пришлось понести за достижение запланированных результатов, т.е. за обеспечение результативности процесса.

Если результативность не достигнута, то нет оснований говорить и об эффективности, поскольку затраты оказались бесполезными. Таким образом, результативность оказывается необходимым условием для продвижения к эффективности и далее к конкурентоспособности организации.

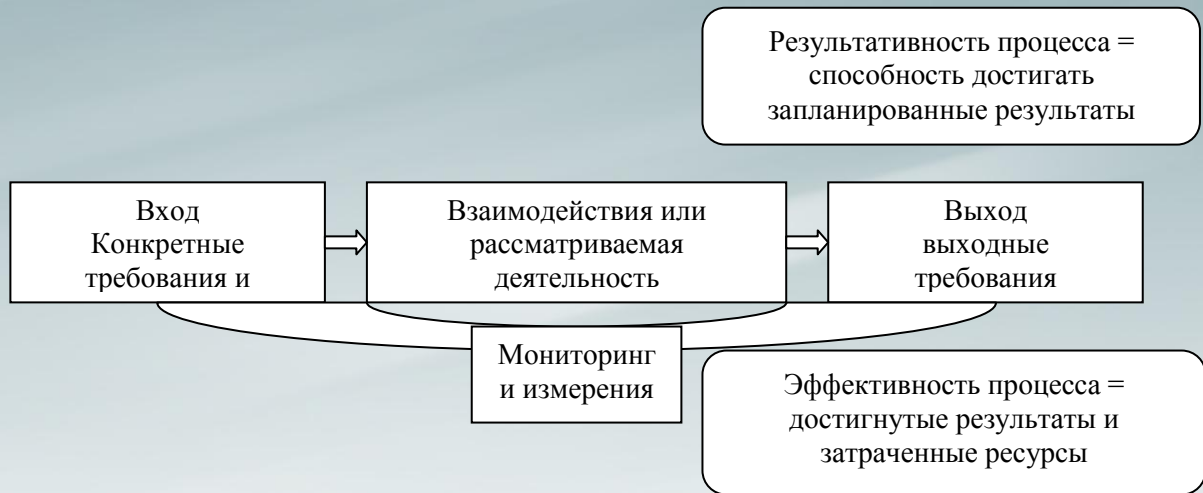


Рисунок 1 - Процесс и его характеристики

В п. 8.2.2 ГОСТ Р ИСО 9001-2011 определено, что СМК организации должна соответствовать «запланированным мероприятиям (7.1), требованиям настоящего стандарта и требованиям к СМК, разработанным организацией», и быть внедренной результативно. Требования настоящего стандарта касаются общепринятых требований к разработке, поддержанию и улучшению СМК, т.е. носят в основном управленческий характер. Требования к СМК, разработанные организацией, дополняют общепринятые, стандартизированные требования по управлению организацией.

Таким образом, можно укрупнено выделить три группы требований, объединенными общими целями и задачами. Именно эти требования служат критериями для проверки соответствия и оценки результативности СМК организации. В результативности СМК заинтересованы стороны, влияющие на успешность деятельности организации (таблица 1).

Таблица 1

Требования для обеспечения и оценки результативности СМК организации

№	Группы требований	Задачи по реализации	Заинтересованные стороны
1	Требования к процессам, связанным с продукцией	Общие рыночные требования и конкретные требования к продукции заказчиков	- заказчики продукции; - производитель продукции; - инвесторы
2	Общие требования по разработке, поддержанию и улучшению СМК	Стандартизированные требования учитывающие мировой опыт управления деятельностью организаций	- производитель продукции; - инвесторы; - заказчики продукции
3	Дополнительные требования по управлению организацией	Требования, разработанные самой организацией и учитывающие особенности и опыт ее работы	- руководство; - персонал организации

Что же касается документирования, то в ГОСТ Р ИСО 9001-2011 (п. 4.2.2 с) указано, что Руководство по качеству должно содержать «описание взаимодействия процессов СМК». На практике это требование обычно реализуется путем составления блок-схемы, отражающей важнейшие процессы организации и связи между ними. Такая схема дает общую картину сети процессов, но не позволяет представить подробное их описание, которое необходимо для соблюдения процедур по выполнению процессов, а также для оценки их результативности.

Кроме того, отсутствие документов, содержащих входные и выходные данные процессов, создает проблему проведения аудитов таких процессов. В соответствии с



требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2011 (п. 8.2.2) «аудиторы не должны проверять свою собственную работу», т.е. аудит должны проводить специалисты, не связанные с проверяемыми процессами. Если у них не будет документированных сведений о выполняемых процессах, то, значит, у них нет базы для оценки их результативности.

В ГОСТ Р ИСО 9001-2011 нет каких либо указаний относительно того, в какой форме следует документировать процессы. Этот вопрос оставлен на усмотрение самой организации. В руководящих указаниях ISO/TS 176 по документированию о возможных формах документирования процессов сказано, что это могут быть «технологические карты, диаграммы и другие формы описания процессов». Задача подробного документирования процессов, пригодного для их выполнения и оценки результативности, может быть решена путем их табличного описания. Типовая форма такого описания представляется в виде карты процесса и содержит:

1. Индекс процесса.
2. Руководитель процесса.
3. Входы процесса (входные требования, управление и процедуры, входные ресурсы).
4. Выходы процесса (результаты мониторинга и измерений процесса, выходная продукция, индексы последующих процессов).

При непосредственной оценке результативности разработки поддержания и улучшения СМК необходимо:

- учитывать наличие внутренних документов разработанных организацией;
- проверять их соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2011;
- оценивать результативность их применения, т.е. фактическое выполнение установленных в них требований, целей и процедур.

Проведенный анализ требований к результативности СМК позволяет сделать следующие выводы:

1. Обеспечение и улучшение требований к результативности СМК организации является главным требованием ГОСТ Р ИСО 9001-2011, в достижении которой заинтересованы сама организация, ее заказчики и инвесторы.

2. Укрупнено требования к результативности СМК можно представить как совокупность объединенных общими целями требований, относящихся к трем группам:

- требования к процессам, связанные с продукцией;
- общепринятые требования по разработке, поддержанию и улучшению СМК;
- дополнительные требования по управлению организацией, учитывающие ее особенности.

3. Установление групп обобщенных требований позволяет систематизировать работу по оценке результативности в привязке к определенным областям функционирования СМК.

4. Первостепенное внимание должно уделяться результативности процессов, связанных с продукцией, особенно при реализации планов качества по выпуску заказанной продукции.

5. Процессы необходимо документировать, используя при этом формы, обеспечивающие их выполнение, оценку результативности и улучшение.

6. Обеспечение результативности процессов СМК является необходимым исходным условием для дальнейших действий по достижению эффективности и конкурентоспособности организации.

Список источников:

1. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2011. Система менеджмента качества. Требования. – Введ. 01.01.2013. – М. : Стандартинформ, 2012. – 28 с.
2. ISO/TS 176/SC 2/N 525 R2. Руководящие указания по требованиям ISO 9001 – 2008 к документации. – М. : Стандартинформ, 2009.
3. Харрингтон Дж. Совершенство управления процессами: Пер. с англ. А.Л. Раскина / Под ред. В.В. Брагина. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2008. – 192 с.: ил.



УДК 681.2.082

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ

А.А. Пузанкова, Е.В. Яковлева, студентки группы УК–101, 3 курс

Научный руководитель: Д. М. Дубинкин, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Наиболее значимым технологическим достижением конца XX – начала XXI века стало создание и развитие новых технологий, связанных с манипулированием свойствами материалов на уровне размеров менее 100 нанометров (1 нанометр (нм) = 10^{-9} м), соизмеримом с размерами макромолекул. Совокупность этих новых технологий получила название нанотехнологии.

Решающую роль в развитии нанотехнологий сыграли несколько последовавших друг за другом достижений в измерительной технике [1, 2]:

1. Создание в 1981 г. германскими физиками Бинигом и Рорером сканирующего туннельного микроскопа – прибора, позволяющего осуществлять воздействие на вещество на атомарном уровне.

2. Создание в 1985 г. американскими физиками Р. Керлом, Х. Крото и Р. Смэйли технологии, позволяющей точно измерять предметы, диаметром в один нанометр.

3. Создание в 1986 г. атомно-силового микроскопа, позволяющего, в отличие от туннельного микроскопа, осуществлять взаимодействие с любыми материалами, а не только с проводящими.

Объектами нанотехнологий являются нанообъекты и наноструктуры [1, 2]. Их создание, контроль, изменение их свойств – основные сферы применения нанотехнологий. Неотъемлемой составляющей нанотехнологий являются наноизмерения – измерения наноразмерных объектов или измерение с наноразмерной погрешностью.

Развитие нанотехнологий ставит ряд новых специфических задач, обусловленных малыми размерами измеряемых элементов и структур. Без надежных средств измерения, обеспечивающих достоверные результаты невозможно существование и развитие технологий. Базой для наноизмерений должна стать нанометрология.

В настоящее время метрологическое обеспечение наноизмерений находится в стадии становления. В результате, должны быть однозначно определены эталоны и эталонные установки физических величин для нанодиапазона (от 0,5 до 100 нм), стандартизованы методы их измерения и методы калибровки средств измерения. Кроме того, должно быть определено метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов, структур, объектов и иной продукции нанотехнологий.

С метрологией тесно связана стандартизация, одна из первоочередных задач которой является стандартизация параметров и свойств материалов, объектов, элементов и структур нанотехнологий, подлежащих измерениям. Создание единой метрологической системы и системы стандартизации – задача сложная и требующая достаточно длительной совместной работы специалистов по метрологии и нанотехнологиям в различных отраслях.

Одной из важных частных задач является стандартизации терминов и определений в нанотехнологиях для обеспечения общения и взаимопонимания различных групп исследователей не только внутри одной страны, но и в рамках междисциплинарного и международного обмена информацией. Закономерное следствие этого – необходимость аттестованных и стандартизованных методик выполнения измерений, а также методик калибровки и поверки средств измерений, применяемых в нанотехнологиях.

Решение задач нанометрологии осуществляется на основе международного сотрудничества, так в 2005 году создан Технический комитет Международной организации по стандартизации (International organization for standardization – ISO) ISO/TC 229 «Нанотехнологии». Первоочередные задачи ISO/TC 229, сформулированные странами-участниками заседания, состоят в стандартизации по следующим направлениям: термины и определения, метрология и методы испытаний



и измерений, стандартные образцы состава и свойств, моделирование процессов, медицина и безопасность, воздействие на окружающую среду.

В России функции государственной метрологической службы возложены на Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии — Ростехрегулирование и подведомственные ему организации. В Ростехрегулировании создан Технический комитет по стандартизации ТК 441 «Наукоемкие технологии», функции организаторской деятельности секретариата которого возложены на «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» Ростехрегулирования (НИЦПВ).

В ТК 441 входят подкомитеты: ПК 1 «Нанотехнологии»; ПК 2 «Квантоворазмерные эффекты в наукоемких технологиях»; ПК 3 «Термины и определения»; ПК 4 «Методы и средства обеспечения единства измерений в нанотехнологиях»; ПК 5 «Нанотехнологии в микроэлектронике»; ПК 6 «Материалы, структуры и объекты нанотехнологии»; ПК 7 «Нанотехнологии и nanoиндустрия».

Начиная с 2002 года в рамках Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации последовательно реализуются программы, включающие в себя создание эталонов длины в наноразмерном диапазоне. В результате реализации программ разработана, создана и аттестована эталонная установка на основе зондовой микроскопии и лазерной интерферометрии-фазометрии, обеспечивающая воспроизведение и передачу размера единицы длины в диапазоне 10^{-10} – 10^{-5} м со стандартной неопределенностью $0,2 \div 3$ нм. С целью обеспечения метрологической аттестации, поверки и калибровки растровых электронных и сканирующих зондовых микроскопов, разработаны, созданы и исследованы метрологические характеристики мер ширины линии (эталонов сравнения), выполненных в виде рельефных структур, полученных методом анизотропного травления кремния.

Техническим комитетом по стандартизации ТК 441 были разработаны первые четыре стандарта по измерению объектов нанометрового диапазона:

1. ГОСТ Р 8.628–2007 [3]. Стандарт устанавливает требования к геометрическим формам и линейным размерам, а так же к выбору материала для изготовления рельефных мер нанометрового диапазона из монокристаллического кремния для диапазона от 10^{-9} до 10^{-6} м. Стандарт распространяется на рельефные меры, предназначенные для проведения всех видов проверок растровых электронных измерительных микроскопов [6] и сканирующих зондовых атомно-силовых измерительных микроскопов [5] при проведении государственного метрологического контроля (надзора), а также на рельефные меры, используемые при калибровке указанных типов микроскопов.

2. ГОСТ Р 8.629–2007 [4]. Стандарт распространяется на рельефные меры нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Рельефные меры применяют при измерении линейных размеров в диапазоне от 10^{-9} до 10^{-6} м. Стандарт устанавливает методику первичной и периодических проверок рельефных мер.

3. ГОСТ Р 8.630–2007 [5]. Стандарт распространяется на сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные микроскопы, применяемые для измерений линейных размеров в диапазоне от 10^{-9} до 10^{-8} м, и устанавливает методику их первичной и периодических проверок с использованием рельефных мер [3, 4].

4. ГОСТ Р 8.631–2007 [6]. Стандарт распространяется на измерительные растровые электронные микроскопы, применяемые для измерений линейных размеров в диапазоне от 10^{-9} до 10^{-6} м, и устанавливает методику их первичной и периодических проверок с помощью рельефных мер [3, 4].

Таким образом, дальнейшее развитие в наноразмерном диапазоне требует осуществления необходимого комплекса мероприятий и работ с целью утверждения межгосударственного специализированного эталона единицы длины нового поколения в области нанометрии на основе сканирующей зондовой микроскопии и лазерной интерферометрии-фазометрии, стандартных образцов нанорельефа поверхности твердотельных структур (эталонов сравнения).

Список источников:

1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007, 496 с.



2. Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф., Ибрагимов И.М. Основы нанотехнологии в технике. – М.: МГОУ, 2006, 241 с.

3. ГОСТ Р 8.628–2007. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления. – Введ. 01.02.2008. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 6 с.

4. ГОСТ Р 8.629–2007 «Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Методика поверки». – Введ. 01.02.2008. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 12 с.

5. ГОСТ Р 8.630–2007 «Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные. Методика поверки». – Введ. 01.02.2008. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 8 с.

6. ГОСТ Р 8.631–2007. Микроскопы электронные растровые измерительные. Методика поверки. – Введ. 01.02.2008. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 8 с.

Сборник докладов молодых ученых
по результатам V Всероссийской,
58 научно-практической конференции
«РОССИЯ МОЛОДАЯ»

ТОМ 1

Кемерово, КузГТУ
16-19 апреля 2013 г.

Материалы конференции отпечатаны по оригиналам,
представленными авторами статей

Компьютерная верстка Д. А. Бородин

Подписано в печать
Бумага белая писчая
Уч.-изд. л. 15
Заказ

Формат 60х84/16
Отпечатано на ризографе
Тираж 50 экз.

КузГТУ
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
Типография ГУ КузГТУ
650000, г. Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а