

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**ВК «Кузбасская ярмарка»**



**Посвящается 300-летию Кузбасса**

# **НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**№ 7 - 2021**

Главный редактор  
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:  
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Никитенко С.М.,  
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н., проф. Домрачев А.Н.,  
д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2021. - № 7. – 400 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоемких технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 1-4 июня 2021 г).

Основан в 2015 г.  
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2  
ББК 33.1

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ГЕОТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР .....</b>	<b>13</b>
ГЕОМЕХАНИКА ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ МОЩНОГО ПЛАСТА .....	15
Ройтер М., докт. Крах М., Кисслинг У., д.т.н. Векслер Ю. ....	15
Фирма Марко Системный анализ и разработки гмбх, г. Дахау, Германия.....	15
<b>СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ</b>	
<b>МАССИВА ВОКРУГ ЗАБОЕВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК .....</b>	<b>19</b>
Ройтер М., докт. Крах М., Кисслинг У., д.т.н. Векслер Ю. ....	19
Фирма Марко Системный анализ и разработки гмбх, г. Дахау, Германия.....	19
<b>МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА КУЗБАССА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ С</b>	
<b>РОБОТИЗИРОВАННЫМ ВЫПУСКОМ УГЛЯ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ .....</b>	<b>24</b>
чл.-корр. РАН Клишин В.И., к.т.н. Кузнецова Л.В., к.т.н. Анфёров Б.А.....	24
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	24
<b>КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ГИДРООБРАБОТКИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА</b>	
<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....</b>	<b>31</b>
член-корр. РАН Клишин В.И., д.т.н. Шадрин А.В., Телегуз А.С. Федеральный	
исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	31
<b>СХЕМА ОПЕРАТИВНОГО РАЗУПРОЧНЕНИЯ ПОРОД ОСНОВНОЙ КРОВЛИ ПЛАСТА ИЗ</b>	
<b>ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ МЕТОДОМ НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА .....</b>	<b>35</b>
<sup>1</sup> член-корр. РАН Клишин В.И., <sup>1</sup> к.т.н. Опрук Г.Ю., <sup>1</sup> Телегуз А.С., <sup>2</sup> Галкин А.В., <sup>3</sup> Буянов К.А.	
.....	35
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия ..	35
2 - АО «ТопПром», г. Новокузнецк, Россия .....	35
3 - ООО «Шахта «Юбилейная», г. Новокузнецк, Россия .....	35
<b>ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС МАССИВА С ГРАВИТАЦИОННО-</b>	
<b>ТЕКТОНИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ</b>	
<b>НАПРЯЖЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК .....</b>	<b>39</b>
д.ф.-м.н. С.В.Лавриков, д.ф.-м.н. А.Ф.Ревуженко.....	39
Институт горного дела им. Н.А.Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия.....	39
<b>К РАСЧЕТУ НЕУСТОЙЧИВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ</b>	
<b>АКТИВНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ФРОНТА ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ .....</b>	<b>43</b>
д.ф.-м.н. Лавриков С.В. ....	43
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия .....	43
<b>ЛАГОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ</b>	
<b>ЗОЛОТОРУДНОГО КАРЬЕРА «БРЕКЧИЯ» .....</b>	<b>50</b>
<sup>1,2</sup> д.т.н. А.А. Ордин, <sup>3</sup> И.В. Васильев.....	50
1 – Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия .....	50
2 - ООО «НПЦ ВостНИИ», г. Кемерово, Россия.....	50
3 - ООО «Сибгипрошахт», г. Новосибирск, Россия.....	50
<b>ОРИЕНТАЦИЯ ТРЕЩИН НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ</b>	
<b>ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД.....</b>	<b>55</b>
д.т.н. Сердюков С.В., Азаров А.В.....	55
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия .....	55
<b>ФОРМА ТРАЕКТОРИИ ДИСКОВОЙ ТРЕЩИНЫ ГИДРОРАЗРЫВА ОКОЛО ПЛАСТОВОЙ</b>	
<b>ВЫРАБОТКИ .....</b>	<b>61</b>
<sup>1</sup> д.т.н. Черданцев Н.В., <sup>2</sup> д.т.н. Черданцев С.Н. ....	61
1 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия.....	61
2 - АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной	
отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»), г. Кемерово, Россия.....	61
<b>ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДОМЕНОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....</b>	<b>66</b>
<sup>1</sup> д.т.н. Рогова Т.Б., <sup>2</sup> д.т.н. Шаклеин С.В. <sup>2</sup> д.т.н. Писаренко М.В.....	66
1 - Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово,	
Россия .....	66
2 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово, Россия .....	66
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ УГОЛЬНОЙ БАЗЫ КУЗБАССА.....</b>	<b>70</b>

<sup>1</sup> д.т.н. С.В. Шаклеин, <sup>2</sup> д.т.н. Т.Б. Рогова, <sup>1</sup> д.т.н. М.В. Писаренко.....	70
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	70
2 – Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева,.....	70
г. Кемерово, Россия .....	70
<b>АНАЛИЗ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА.....</b>	<b>73</b>
д.т.н. Федорин В.А., к.т.н. Шахматов В.Я., к.т.н. Опрук Г.Ю., Кузнецова Е.И. ....	73
Институт угля Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН,.....	73
г. Кемерово, Россия .....	73
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИТОТИПОВ УГЛЕЙ КУЗБАССА .....</b>	<b>76</b>
к.х.н. Семенова С.А., д.х.н. Патраков Ю.Ф., д.т.н. Майоров А.Е. ....	76
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	76
<b>О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>82</b>
д.т.н. Прошунин Ю.Е. ....	82
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	82
<b>О РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОЙ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННЫХ И БУРЫХ УГЛЕЙ.....</b>	<b>88</b>
д.т.н. Прошунин Ю.Е. ....	88
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	88
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ .....</b>	<b>94</b>
к.э.н. Новоселов С.В.,.....	94
г. Кемерово, Россия .....	94
<b>ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ КУЗБАССА С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....</b>	<b>96</b>
Головачев А.А., к.х.н. Черкасова Е.В. ....	96
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия .....	96
<b>ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА ИЗ МОНОЛИТНОГО АРМИРОВАННОГО БЕТОНА В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОНТАЖНОЙ МАШИНЫ ТИПА RETITTO MULE HAUL.....</b>	<b>99</b>
Бубнов К.А., к.т.н. Новиньков А.Г., Заволокина Е.А.....	99
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва г. Кемерово, Россия .....	99
<b>ВЛИЯНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД В РАЙОНЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА УДАРООПАСНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....</b>	<b>103</b>
д.т.н. Лобанова Т.В., к.т.н. Линдин Г.Л., Лобанов С.А.....	103
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	103
<b>ОЦЕНКА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ КУЗБАССА .....</b>	<b>110</b>
<sup>1</sup> к.т.н. Исаченко А.А., <sup>2</sup> к.т.н. Петрова Т.В.....	110
1 - филиал «Шахта «Ерунаковская-VIII» АО «ОУК «Южкузбассуголь», г. Новокузнецк, Россия	110
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	110
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ОБНАЖЕНИЯ НЕЗАКРЕПЛЕННОЙ ЧАСТИ КРОВЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «АЛАРДИНСКАЯ» .....</b>	<b>114</b>
Никитина А.М., Борзых Д.М., Риб С.В., Лесных А.С.....	114
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	114
<b>ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА В ОКРЕСТНОСТИ ПРОВОДИМОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ</b>	<b>119</b>
Никитина А.М., Борзых Д.М., Риб С.В., Лесных А.С.....	119
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	119
<b>ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ США С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....</b>	<b>123</b>

<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	123
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	123
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	123
<b>ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ БЕСТРАНШЕЙНЫХ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ КОММУНИКАЦИЙ</b> .....	128
к.т.н. Корнеев В.А., к.т.н. Корнеева Е.В., Корнеев П.А., Кулебакин И.И. ....	128
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	128
<b>СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ ЮЖНОГО КУЗБАССА</b> .....	130
Варгольских А.А. ....	130
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва», г. Кемерово, Россия .....	130
<b>ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ</b> .....	133
<b>ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ УГЛЯ МЕТОДАМИ ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ</b> .....	135
<sup>1</sup> Копытин Д.В., <sup>1</sup> д.т.н. Тащиенко В.П., <sup>1,2,3</sup> д.т.н. Герике Б.Л., <sup>1</sup> к.т.н. Дрозденко Ю.В., <sup>4</sup> к.т.н. Артамонов П.В. ....	135
1 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия .....	135
2 – Прокопьевский филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия.....	135
3 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	135
4 – Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия .....	135
<b>ОБ ОДНОМ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ГОРНЫХ МАШИН</b> .....	141
<sup>1</sup> к.т.н. Герике П.Б., <sup>1,2</sup> д.т.н. Герике Б.Л.....	141
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	141
2 – Прокопьевский филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия.....	141
<b>ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b> .....	147
к.т.н. Абрамов И.Л. ....	147
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	147
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ РАБОЧИХ КОЛЕС ШАХТНЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ</b> ..	149
Панова Н.В., к.т.н.....	149
Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия .....	149
<b>НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗГРУЗКИ СМЕРЗШЕГОСЯ УГЛЯ ИЗ ОТКРЫТЫХ ПОЛУВАГОНОВ</b> .....	152
<sup>1</sup> к.т.н. Куликова Е.Г., <sup>2</sup> к.т.н. Левенсон .....	152
1 – Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия .....	152
2 – Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия.....	152
<b>РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СДВИГ</b> .157	
<sup>1</sup> д.т.н. Никитин А.Г., <sup>1</sup> Шабунев М.Е., <sup>1</sup> Курочкин Н.М., <sup>2</sup> к.т.н. Баженов И.А. ....	157
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	157
2 - Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия.....	157
<b>ПСЕВДОХАОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ</b> .....	160
д.т.н. Никитин А.Г., к.т.н. Тагильцев-Галета К.В., к.ф.-м.н. Лактионов С.А. ....	160
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	160
<b>РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В АВТОДОРОЖНОМ КОМПЛЕКСЕ</b> .....	162
<sup>1</sup> д.т.н. Новичихин А.В., <sup>2</sup> Буйвис В.А. ....	162

1 - Петербургский государственный университет путей сообщения, г. Санкт-Петербург, Россия .....	162
2 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	162
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ГОРНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ .....	167
<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	167
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	167
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	167
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ И ЛОГИСТИКИ УГОЛЬНЫХ ПОТОКОВ В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ШТАТА ТЕХАС В США.....	170
<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	170
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	170
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	170
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕШЕНИЯ ПРИ СЕРВИСНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ БОЛЬШЕГРУЗНОЙ ТЕХНИКИ КОМПАНИИ ООО «МАЙНТЕК МАШИНЕРИ».....	174
д.т.н. Булакина Е.Н., Недзельская О.Н., Бикинеева А.Н., Моисеев В.В., Почуфаров Д.О., Кетов А.В. ....	174
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия .....	174
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТОРА «ИЗНОС» В ПРИВОДНЫХ ЕДИНИЦАХ ПРИ РАБОТЕ ШАХТНЫХ ПОДВЕСНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ДИЗЕЛЕВОЗОВ.....	179
к.э.н. Новоселов С.В.....	179
г. Кемерово, Россия.....	179
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИТАНА НА МИКРОСТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-SI-MN-CR-MO-NI СЛОЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНОСА .....	182
д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Кибко Н.В., Михно А.Р., к.т.н. Козырева О.А. ..	182
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	182
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ И СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ .....	187
д.т.н. Юрьев А.Б., Шевченко Р.А., д.т.н. Козырев Н.А., Михно А.Р., к.и.н. Гутак О.Я. ....	187
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	187
НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПЛАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	192
к.т.н. Усольцев А.А., д.т.н. Козырев Н.А., Михно А.Р., к.т.н. Крюков Р.Е., Шевченко Р.А.....	192
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	192
ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ПОРОШКА ТИТАНА В СОСТАВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	196
д.т.н. Козырев Н.А., Михно А.Р., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Крюков Р.Е., д.т.н. Гизатулин Р.А.....	196
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	196
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО УДАРНО-АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА, ПУТЕМ НАПЛАВКИ .....	199
Гусев А.И., д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Крюков Р.Е., Михно А.Р.....	199
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	199
ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПОЕЗДА «САПСАН» НА ТВЕРДОПОЛИМЕРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПЛАТИНО-НИКЕЛЕВЫЙ КАТАЛИЗАТОР .....	205
О.В. Шугаев, Т.П. Воскресенская, М.Г. Дружинина .....	205
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	205

<b>РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>211</b>
РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНОМ ГЕОМАССИВЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ .....	213
Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.....	213
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	213
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ .....	216
Фрянов В.Н., Исаченко А.А., Петрова О.А.....	216
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	216
ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОМПЛЕКСНОГО РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	221
<sup>1</sup> Макаров Г.В., <sup>1</sup> Мышляев Л.П., <sup>1</sup> Саламатин А.С., <sup>1</sup> Грачев В.В., <sup>2</sup> Вдовиченко В.М.....	221
<sup>1</sup> ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия.....	221
<sup>2</sup> ООО «Омрон Электроникс», г. Москва, Россия .....	221
ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ .....	225
<sup>1</sup> д.т.н. Мышляев Л.П., <sup>2</sup> к.т.н. Венгер К.Г., <sup>3</sup> к.т.н. Грачев В.В. ....	225
1 – ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия .....	225
2 – ООО «РТ-СтройИнжиниринг», г. Москва, Россия .....	225
3 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	225
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК: ПОНЯТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ .....	227
<sup>1</sup> Коровин Д.Е., <sup>1</sup> к.т.н. Грачев В.В., <sup>2</sup> д.т.н. Мышляев Л.П., <sup>2</sup> Иванов Д.В., <sup>2</sup> Кулюшин Г.А., <sup>2</sup> Загидулин И.Р., <sup>2</sup> Свинцов М.М., <sup>2</sup> Макаров Г.В. ....	227
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	227
2 - Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк, Россия .....	227
МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КВАДРАТИЧНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЕГАЗАЦИОННЫХ И ГАЗООТСАСЫВАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ ....	232
Колегов Г.А.....	232
Томский государственный университет, г. Томск, Россия .....	232
МЕТОДОЛОГИЯ УЧЁТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ЦЕЛЬЮ ИХ ВКЛЮЧЕНИЯ В МОДЕЛИ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	238
Колегов Г.А.....	238
Томский государственный университет .....	238
г. Томск, Россия.....	238
РАЗРАБОТКА ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СМЕРЗШЕГОСЯ В ВАГОНЕ УГОЛЬНОГО СЫРЬЯ НА УСТАНОВКЕ ДЛЯ ЕГО РАЗМОРОЗКИ.....	243
д.т.н. Рыбенко И.А., к.т.н. Сеченов П.А., д.т.н. Калашников С.Н. ....	243
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	243
РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ .....	246
д.т.н. Рыбенко И.А., к.т.н. Буинцев В.Н., к.т.н. Ермакова Л.А. ....	246
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	246
ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ .....	250
Дворянчиков М.В., д.т.н. Павлова Л.Д.....	250
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	250
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДА СЕТЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ .....	253
Ефимов Н.Ю., Завьялов Ю. А., Свинцов М.М., Тишанинов Ю.Ю., к.т.н. А.В. Зимин .....	253
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	253
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА СЕТЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ.....	258

<sup>1</sup> к.т.н. А.В. Зимин, <sup>2</sup> д.т.н. И.В. Буркова, <sup>3</sup> А.А. Селезнев, <sup>1</sup> д.т.н. В.В. Зимин, .....	258
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	258
2 - Институт проблем управления РАН, г. Москва, Россия .....	258
3 – ООО «ТК-СДН», г. Новосибирск, Россия.....	258
<b>РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В ЦЕПИ РОТОРА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНОГО ПОДЪЕМА.....</b>	<b>262</b>
Островлянчик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В. А., Маршев Д.А. ....	262
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	262
<b>АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ В ЦЕПИ РОТОРА.....</b>	<b>266</b>
Островлянчик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В. А., Маршев Д.А. ....	266
Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия .....	266
<b>ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ .....</b>	<b>272</b>
<sup>1</sup> Аниканов Д.С., <sup>2</sup> к.т.н. Кипервассер М.В., <sup>2</sup> к.т.н. Симаков В.П. ....	272
1 – ООО «СИБШАХТОСТРОЙ», г. Новокузнецк, Россия.....	272
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	272
<b>ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ .....</b>	<b>277</b>
к.т.н., Кипервассер М.В., к.ф.-м.н. Лактионов С.А. ....	277
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	277
<b>СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЛИТЫХ И СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>281</b>
к.т.н. Князев С. В., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Куценко А.И., Ознобихина Н.В. ....	281
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	281
<b>СОЗДАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАСТОМИЗИРОВАННОГО МЕЛКОСЕРИЙНОГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>283</b>
к.т.н. Князев С.В., к.т.н. Куценко А.И., к.т.н. Усольцев А.А., Соколов Б.М. ....	283
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	283
<b>ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....</b>	<b>286</b>
к.т.н. Князев С.В., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Куценко А.И., к.т.н. Куценко А.А. ....	286
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	286
<b>РАЗРАБОТКА ТЕСТОВОГО ТРЕХМЕРНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ РАБОТЕ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ .....</b>	<b>288</b>
<sup>1</sup> к.т.н. Никитенко М.С., <sup>1</sup> Кизилов С.А., <sup>2</sup> д.м.н. Тарасова И.В., <sup>3</sup> к.б.н. Игнатова А.Ю., <sup>1</sup> Натура Е.С. ....	288
.....	288
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	288
2 – Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, г. Кемерово, Россия .....	288
3 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. г. Кемерово, Россия .....	288
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТАВОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ С ИЗБЫТОЧНОЙ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....</b>	<b>293</b>
<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	293
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	293
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	293
<b>ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....</b>	<b>297</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОНАХ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ПРОХОДКЕ ВЫРАБОТОК.....</b>	<b>299</b>

<sup>1,3</sup> Разумов Е.Е., <sup>1</sup> д.т.н. Простов Сергей Михайлович, <sup>2</sup> Рахматуллаев Р.Р., <sup>3</sup> Панин С.Ф. ....	299
1 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия .....	299
2 – АО «АрселорМиттал Темиртау», г. Караганда, Республика Казахстан .....	299
3 – Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр «ВНИМИ», г. Санкт-Петербург, Россия.....	299
ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА» .....	302
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Лукина Е.В., Снетова Е.С. ....	302
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	302
ИЗУЧЕНИЕ ПОРОД КРОВЛИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ.....	305
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Салтымаков Е.А., Соколов С.В. ....	305
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	305
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД .....	311
д.т.н., Тайлаков О.В., Смыслов А.И., Таюрский М.А., Колесниченко С.Е. ....	311
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	311
ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН В ШАХТНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ .....	315
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Салтымаков Е.А., Колесниченко С.Е.....	315
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	315
АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЯХ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ПРОТЕКАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ С КОНЕЧНЫМИ СКОРОСТЯМИ .....	318
д.т.н. С.В. Черданцев, к.т.н. П.А. Шлапаков, к.т.н. С.И. Голоскоков, Д.Н. Батраков, В.В. Колыхалов, Е.А. Шлапаков, С.А. Хаймин .....	318
АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»), г. Кемерово, Россия.....	318
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТЕРИЯ ВЫБРОСОПАСНОСТИ СПЕКТРАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРОГНОЗА .....	324
д.т.н. Шадрин А.В., чл.-корр. РАН Клишин В.И., Диюк Ю. А. ....	324
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	324
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТКОВ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД С ИЗМЕНЕННЫМИ ФИЛЬТРАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ В КРОВЛЕ ВЫЕМОЧНОГО СТОЛБА НА ОСНОВЕ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ .....	329
<sup>1</sup> д.т.н. Тайлаков О.В., <sup>1</sup> к.т.н. Застрелов Д.Н., <sup>1</sup> Колесниченко С.Е., <sup>2</sup> Соколов С.В., Роут Г.Н. ....	329
1 - Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН.....	329
2 - Кузбасский технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия.....	329
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ.....	333
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Макеев М.П., Соколов С.В., Колмакова А.А. ....	333
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	333
ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ФИЛЬТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И МЕТАНА В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ.....	336
д.т.н. О.В. Тайлаков, к.т.н. Д.Н. Застрелов, к.т.н. Е.А. Уткаев, к.т.н. М.П. Макеев .....	336
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	336
ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ПРИМЕРЕ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	339
д.т.н. Тайлаков О.В., к.т.н. Застрелов Д.Н., Снетова Е.С. ....	339
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия .....	339
КИНЕТИКА АДСОРБЦИИ КИСЛОРОДА ГАЗОНАСЫЩЕННЫМИ УГЛЯМИ .....	341
д.т.н. С.П. Греков, к.т.н. В.П. Орликова.....	341
Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор», г. Донецк .....	341
НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	345
<sup>1</sup> Караблин М.М., <sup>2</sup> д.т.н. Простов С.М. ....	345

1 - ОАО «Кузбасгипрошахт», Россия, г. Кемерово .....	345
2 - Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия .....	345
<b>ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОТРАБОТКИ ВЕСЬМА МОЩНЫХ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ КУЗБАССА .....</b>	<b>352</b>
<sup>1</sup> Разумов Е.А., <sup>1</sup> Венгер В.Г., <sup>2</sup> к.т.н. Пудов Е.Ю., <sup>1</sup> д.т.н. Калинин С.И. ....	352
1 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	352
2 – Филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия .....	352
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКИХ КУПОЛОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ КУПОЛОВ И АНКЕРНОЙ КРЕПИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ КУПОЛОВ.....</b>	<b>356</b>
<sup>1</sup> Венгер В.Г., <sup>1</sup> Разумов Е.А., <sup>2</sup> к.т.н. Пудов Е.Ю., <sup>1</sup> д.т.н. Калинин С.И. ....	356
1 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	356
2 – Филиал КузГТУ, г. Прокопьевск, Россия .....	356
<b>ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....</b>	<b>360</b>
к.т.н. Волошин В.А., Сабиров Р.М., Петров В.И., Балачев С.Н.....	360
Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	360
<b>ВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ШАХТАХ ЮГА КУЗБАССА .....</b>	<b>364</b>
<sup>1</sup> Мулев С.Н., <sup>2</sup> Разумов Е.А., <sup>1</sup> к.т.н. Волошин В.А. ....	364
1 – АО «ВНИМИ», г. Санкт-Петербург, Россия.....	364
2 – Филиал СФ АО «ВНИМИ», г. Прокопьевск, Россия .....	364
<b>КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ ГАЗА В КОНЕЧНОМ ОБЪЕМЕ УГЛЯ .....</b>	<b>368</b>
Немцев А.Ю., д.т.н. Калашников С.Н. ....	368
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	368
<b>ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА .....</b>	<b>371</b>
д.т.н. Калашников С.Н., Бабушкина О.С., Гаун М.А. ....	371
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	371
<b>АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДЕГАЗАЦИИ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ .....</b>	<b>374</b>
Крестьянинов А.В., Шмаков И.К., к.т.н. Васильев П.В. ....	374
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	374
<b>ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ.....</b>	<b>379</b>
к.э.н. Новоселов С.В. ....	379
г. Кемерово, Россия .....	379
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ .....</b>	<b>382</b>
д.т.н. Столбошкин А.Ю., Акст Д.В., Истерин Е.В., к.т.н. Фомина О.А. ....	382
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	382
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА БОГОСЛОВСКОМ УГОЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....</b>	<b>386</b>
<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	386
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	386
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	386
<b>ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ НА ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ.....</b>	<b>389</b>
<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	389
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	389

2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	389
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ НА ТЕРРИТОРИЯХ ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ УРАЛЕ .....	391
<sup>1,2</sup> д.т.н. Зеньков И.В. ....	391
1 - Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия.....	391
2 - Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия .....	391
ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ ОТХОДАМИ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ-КУЗБАССЕ.....	394
<sup>1</sup> к.б.н. Семина И.С., <sup>2</sup> к.б.н. Соловьев С.В., <sup>2</sup> д.б.н. Андроханов В.А., <sup>1</sup> к.с-х.н. Шипилова А.М.....	394
1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия .....	394
2 - Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия .....	394



# ГЕОТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР

риод, частота и форма колебаний зависит от конкретного вида неисправности, произошедшего в механоприводе ленточного конвейера.

**Вывод.** Исследование совместной электромеханической модели механизма ленточного конвейера в среде Matlab Simulink показало, что изменения механического момента, вследствие появления механической неисправности в механоприводе, приводят к изменениям электрических параметров приводного асинхронного электродвигателя ленточного конвейера (при диагностировании определяются огибающие мгновенных значений токов по каждой фазе статора.)

#### Список литературы

1. Конвейеры под землей // Добывающая промышленность. – 2020. – №6 (24). – С. 84-88.
2. Основные причины снижения срока эксплуатации ленточных конвейеров / Ю.И. Кропотов // Молодой учёный. – 2015 – № 23 (103). – С. 172-175.
3. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учеб. пос. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 384 с.
4. Ленточные конвейеры в горной промышленности / В.А. Дьяков [и др.]. – М.: Недра, 1982. – 349 с.
5. Басов А.И. Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия, 2008. – 112 с.
6. Елифанцев Ю.А. Механическое оборудование для обогащения руд. – М.: Машиностроение, 2004. – 52 с.
7. Савельев А.Н., Кипервассер М.В., Аниканов Д.С. Диагностика аварийных режимов ленточных транспортеров горно-металлургической промышленности // Известия вузов Черная металлургия. – 2015. – Т. 58. – №12. – С. 906 - 910.
8. Пугачев Е.В., Кипервассер М.В., Аниканов Д.С. Контроль работоспособности конвейерного транспорта по-средством регистрации параметров электропривода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – №3 (97). – С. 101-105.
9. Терёхин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink: уч. пос. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 292 с.
10. Дьяконов, В.П. SIMULINK 4. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.
11. Дьяконов В.П. MATLAB 6/5 SP1/7+Simulink 5/6. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.

УДК 621.313 (621.822.1)

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

к.т.н., Кипервассер М.В., к.ф-м.н. Лактионов С.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы диагностики состояния узлов трения горного оборудования. Произведено математическое моделирование ситуации нарушения «масляного клина» в подшипнике скольжения и оценено её влияние на ток статора электродвигателя. Проведен анализ результатов моделирования с использованием элементов нечётких множеств с соответствующими выводами.

**Ключевые слова:** подшипник скольжения, масляный клин, синхронный двигатель, ток статора, диагностика состояния, нечеткое множество, функция принадлежности.

Подшипники скольжения являются часто используемым элементом в узлах трения тяжело нагруженного горного оборудования. К такому оборудованию относятся шахтные подъёмные машины, комплексы подземного дробления, центробежные компрессоры.

Известен ряд недостатков, присущих подшипникам скольжения:

- значительное тепловыделение, нагрев, износ при недостаточности смазки;
- неравномерность износа втулок и цапф;
- необходимость постоянного надзора в процессе работы из-за высоких требований к смазке и опасности перегрева.

Указанные обстоятельства обуславливают необходимость ведения диагностики работающих узлов трения горного оборудования с использованием подшипников скольжения в режиме реального времени. Для диагностики подшипников скольжения в эксплуатационных условиях замеряют

уровни вибрации, шума, температуры [1]. Однако эти параметры зависят не только от состояния подшипника. Для безразборной диагностики подшипников скольжения используются косвенные методы (рентгеноскопия, электрорезистивный метод для слоя смазки и др.) [2]. Для большинства методов недостатками являются недостаточные точность, быстрдействие, необходимость использования комплексов дополнительного измерительного оборудования. В этой связи актуальной задачей является разработка дополнительных методов по диагностированию их состояния. Для диагностики состояния подшипников скольжения горного оборудования в режиме реального времени может быть использован способ контроля электрических параметров приводного электродвигателя [3, 4].

Для подтверждения такой возможности был рассмотрен электромеханический комплекс, имеющий в своём составе воздушный центробежный турбокомпрессор К-1500- 62 – 2 и приводной синхронный электродвигатель СТД – 10000. После составления математического описания было выполнено моделирование аварийной ситуации уменьшения толщины масляного «клина» в подшипнике при осевом сдвиге ротора до аварийных значений.

В математическом описании использовалась модель синхронного электродвигателя в d-q координатах. Были получены значения величин продольной и поперечной составляющих тока статора в реальном масштабе времени для основной гармоники питающего напряжения. Обработка результатов моделирования велась с использованием оконного преобразования Фурье [5, 6]. Для основной гармоники 50Гц величины отклонений значений токов составили 2,64% для продольной и 2,71% для поперечной составляющих соответственно. С момента начала процесса осевого сдвига ротора и уменьшения толщины масляного клина появляются незначительные отклонения значений фазы того и другого сигнала. Момент появления режима «сухого трения» характеризуется колебаниями фаз основных гармоник 0,3 градуса для продольной составляющей и 0,35 градуса для поперечной составляющей соответственно.

Кроме основной гармоники были изучены параметры появляющихся на интервале осевого движения ротора высших гармонических составляющих тока статора. На рис. 1 приведены графики изменения амплитуд высших гармонических продольной и поперечной составляющих тока статора.

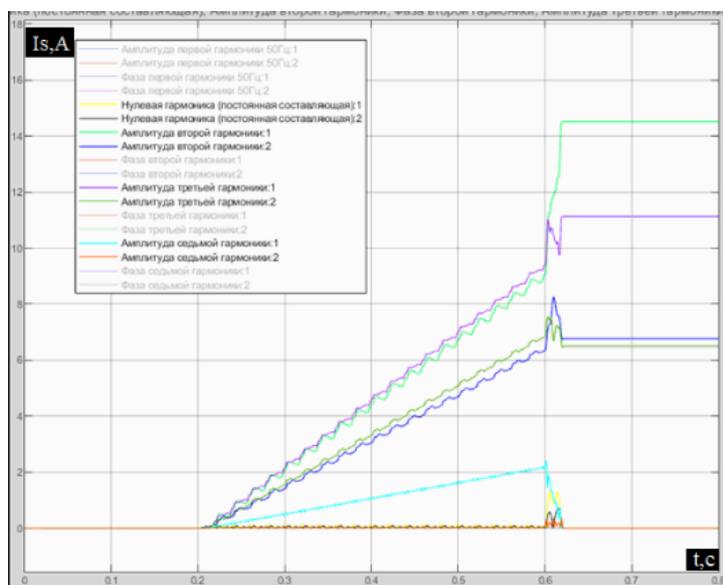


Рис. 1. Графики изменения амплитуд высших гармонических продольной и поперечной составляющих тока статора

На рис. 2 приведены графики изменения фаз высших гармонических продольной и поперечной составляющих тока статора.

Амплитуды высших гармоник, как и амплитуда основной гармоники, растут. Третьи гармоники растут быстрее вторых (до 9,0 и 9,2 А и до 6,2 и 6,8 А). Хотя в установившемся режиме вторая гармоника превышает третью (14,5, 11,0 А и 6,8, 6,4 А). Седьмая гармоника появляется и растет только в сигнале продольной составляющей, но её величина мала (до 1,8А). В установившемся режиме седьмая гармоника обнуляется. Постоянная составляющая у сигналов отсутствует. Колебания фазы гармоник по мере увеличения амплитуды сокращаются с 15-20<sup>0</sup> до 2<sup>0</sup>.

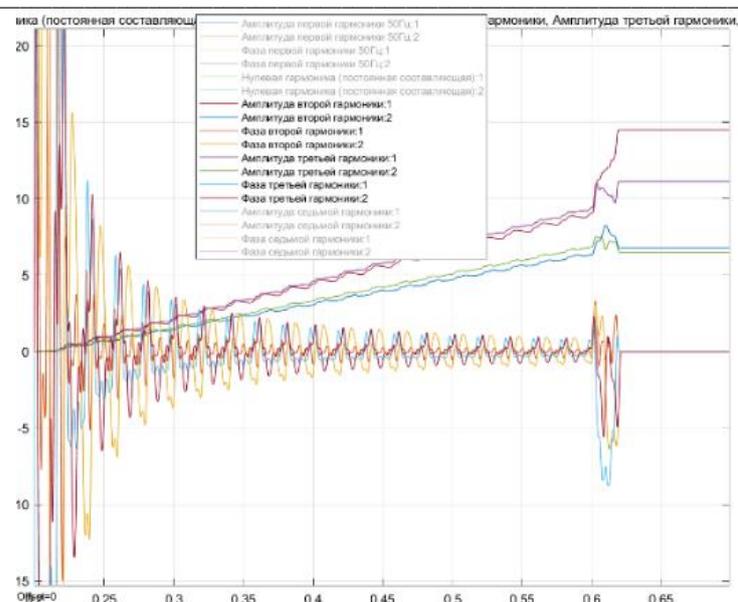


Рис. 2. Графики изменения фаз высших гармонической продольной и поперечной составляющих тока статора

В табл. 1 сведены данные о величинах изменения амплитуды основной гармоники тока статора, изменении фазы основной гармоники тока статора, наличии высших гармонических составляющих и их параметрах.

Таблица 1

Изменение показателей составляющих тока статора при возникновении осевого сдвига ротора

Тип турбокомпрессора	К – 1500- 62 – 2
Увеличение амплитуды первой гармоники для продольной составляющей	да, 2,64%
Колебания фазы первой гармоники для продольной составляющей	да, 0,030°
Увеличение амплитуды первой гармоники для поперечной составляющей	да, 2,71%
Колебания фазы первой гармоники для поперечной составляющей	да, 0,030°
Наличие высших гармоник продольной составляющей	да {2,3,7}
Наличие высших гармоник поперечной составляющей	да {2,3}
Увеличение амплитуды высших гармоник продольной составляющей	да, 2 до 1,07%, 3 до 2,21%
Увеличение амплитуды высших гармоник поперечной составляющей	да, 2 до 2,27% 3 до 2,78%
Колебания фазы высших гармоник	да

По данным, представленным в табл. 1, возможно получение интегрального критерия возникновения аварийной ситуации в зависимости от наблюдаемых параметров отклонений. Построение критерия возникновения аварийной ситуации возможно с использованием параметров, для которых существуют отклонения, не приводящие к аварийной ситуации. Такими событиями являются возникновение аварийной ситуации при увеличении амплитуд продольной составляющей первой гармоники, поперечной составляющей первой гармоники, увеличении амплитуды высших гармоник продольной и поперечной составляющих, колебания фазы продольной и поперечной составляющих первой гармоники. Каждому событию  $A_i$  ставится в соответствие изменяющийся параметр  $X_i$ . Определение критериев возникновения аварийного события возможно с использованием элементов теории нечётких множеств [7]. Для каждого изменяющегося параметра  $x_i, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  при выполнении моделирования определены значения отклонений при максимальном осевом сдвиге ротора. Значения таких отклонений можно считать критическими  $x_{i\text{кр}}$ . Их появление определяет возникновение и полное развитие аварийной ситуации.

Хотя каждое допустимое отклонение не приводит к возникновению аварийной ситуации, совокупное влияние определенных значений допустимых отклонений может к ней привести. При этом совокупное влияние всех отклонений невозможно заранее точно определить, что приводит к

нечеткости критерия определения аварийной ситуации. Поэтому определение интегрального критерия для учета совокупного влияния отклонений на возникновения аварийного события возможно с использованием элементов теории нечетких множеств [7]. Для этого каждое событие  $A_i$  можно рассматривать как нечеткое множество с носителем нечеткости  $(0, x_{i, \text{кр}})$ . Определение функции принадлежности для этих нечетких множеств возможно по параболическому закону:

$$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{(x_{i, \text{кр}})^2}, & 0 \leq x \leq x_{i, \text{кр}}; \\ 1 & x > x_{i, \text{кр}}. \end{cases} \quad (1)$$

Обозначим через  $A$  - событие, заключающееся в возникновении аварийной ситуации осевого сдвига ротора компрессора под влиянием совокупных отклонений. Это событие является нечетким множеством, которое можно выразить через  $A_i: A = \sum_{i=1}^6 A_i$ . Очевидно, что события  $A_i$  не являются независимыми, поэтому функцию принадлежности для этого множества выразим с помощью вероятностного закона:

$$\begin{aligned} \mu(\vec{x}) = & \sum_{i=1}^6 \mu_i(x_i) - \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^6 \mu_i(x_i)\mu_j(x_j) + \sum_{\substack{i,j,k=1 \\ i \neq j \neq k}}^6 \mu_i(x_i)\mu_j(x_j)\mu_k(x_k) - \\ & - \sum_{\substack{i,j,k,m=1 \\ i \neq j \neq k \neq m}}^6 \mu_i(x_i)\mu_j(x_j)\mu_k(x_k)\mu_m(x_m) + \\ & + \sum_{\substack{i,j,k,m,n=1 \\ i \neq j \neq k \neq m \neq n}}^6 \mu_i(x_i)\mu_j(x_j)\mu_m(x_m)\mu_n(x_n) - \\ & - \mu_1(x_1)\mu_2(x_2)\mu_3(x_3)\mu_4(x_4)\mu_5(x_5)\mu_6(x_6). \end{aligned} \quad (2)$$

По формуле (2), в зависимости от полученных значений  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ , вычисляем значение функции принадлежности  $\mu(\vec{x})$ . При этом возможна следующая интерпретация значений этой функции [5]:

$0 \leq \mu(\vec{x}) \leq 0,3$  – вероятность аварии незначительная (уменьшение толщины масляного клина до значений 0,75...0,70 от нормальной);

$0,5 \leq \mu(\vec{x}) \leq 0,8$  – вероятность аварии повышенная (уменьшение толщины масляного клина до значений 0,50...0,20 от нормальной);

$0,8 \leq \mu(\vec{x}) \leq 0,95$  – вероятность аварии высокая (уменьшение толщины масляного клина до значений 0,15...0,05 от нормальной);

$0,95 \leq \mu(\vec{x})$  – ситуация аварийная (режим сухого трения).

Определение текущих значений функции принадлежности  $\mu(\vec{x})$  на основании контроля отклонений величин составляющих тока статора позволяет выносить суждение о «близости» состояния турбокомпрессора к аварийной ситуации (табл. 2).

Таблица 2

Результаты расчётов функции принадлежности

Событие	Уменьшение толщины масляного клина до величины			Ситуация аварийная (режим сухого трения)
	70% от нормальной	20% от нормальной	0,05...0,10 от нормальной	
К – 1500- 62 – 2	0,28	0,81	0,94	1,00

**Выводы.** Таким образом, с использованием анализа сигнала тока статора электродвигателя, представляется практически возможным детектирование аварийной ситуации уменьшение толщины масляного клина при осевом сдвиге ротора компрессора. Получение текущих диагностических оценок состояния подшипника возможна при помощи анализаторов с использованием оконного преобразования Фурье для обработки текущих значений тока статора приводного электродвигателя и параллельной оценки величины интегрального критерия с использованием аппарата нечеткой логики.

Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности разработки автоматизированной системы диагностирования узлов трения горного оборудования, которая позволит выявлять возникающие неисправности на ранней стадии и защитить механизмы от аварийных режимов работы.

## Список литературы

1. Проблеми експлуатації обладнання шахтних стаціонарних установок: збірник наукових праць. – Донецьк: ВАТ «НДІГМ» ім. М.М. Федорова, 2009. – С. 35-37.
2. Русов В.А. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам: монография. – Пермь, 2012. – 252 с.
3. Kipervasser M.V., Simakov V.P., Anikanov D.S. The control method of ropes slip of a mine winder with friction pulley // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol.377. [012044, бр.]. – URL: <http://library.sibsiu.ru>. doi:10.1088/1755-1315/377/1/012044.
4. Защита мостовых кранов углеобогатительных фабрик / Д.С. Аниканов [и др.] // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. – № 4. – С. 360-364.
5. Хэррис Ф. Дж. Использование окон при гармоническом анализе методом дискретного преобразования Фурье // ТИИЭР. – 1978. – Т. 66. – № 1.
6. Рождественский Д.Б. Методические основы цифрового управления // Приборы и системы, управление, контроль, диагностика. – 2011. – №7. – С 9 – 16.
7. Лисицына Л.С. Основы теории нечетких множеств – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 74 с.

УДК 621.7+621.9

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ  
ЛИТЫХ И СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**  
**к.т.н. Князев С.В., к.т.н. Усольцев А.А., к.т.н. Куценко А.И., Ознобихина Н.В.**  
**Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия**

*Аннотация.* Отдельные приборы и методы неразрушающего контроля, применяющиеся сегодня на предприятиях, не обладают должной информативностью и не гарантируют эффективный контроль дефектов в литых и сварных изделиях горношахтного оборудования. Задача сплошного цифрового неразрушающего контроля сложных литых и сварных изделий может быть решена комплексной системой с применением сканирующего радиационного интроскопа на базе циклического индукционного ускорителя электронов и ультразвуковой (вихретоковой) инфракрасной термографии.

*Ключевые слова:* неразрушающий контроль, сварка, дефекты, металл, интроскоп, термография.

**Введение.** В настоящее время, согласно многочисленным исследованиям, выявлены однотипные дефекты в литых и сварных изделиях. К ним относятся: неспай, горячие трещины, усадочные раковины и пористости, светлые газовые раковины, окисленные газовые раковины, неметаллические включения [1, 2].

Часть дефектов (неспай, некоторые газовые раковины) в основном выявляется при разбраковке изделий методом визуального контроля. Поверхностные трещины выявляются магнитопорошковым методом.

Скрытые подповерхностные дефекты, типа усадочных раковин, микротрещин, часть газовых раковин, неметаллические включения, являющиеся причиной зарождения и развития усталостных трещин, поддаются выявлению только методами неразрушающего контроля (НК), используемыми на предприятии [3-4].

К этому следует добавить то обстоятельство, что отсутствие достоверной информации о дефектности изделий, не позволяет применять методики оценки влияния видов дефектов, их размеров и расположения на работоспособность изделий в течение всего срока их эксплуатации, проводить прогнозирование и диагностику отказов-поломок.

Для неразрушающего контроля наиболее опасных, с точки зрения образования усталостных трещин, дефектов на наш взгляд можно применить рентгеновский томограф.

В настоящее время промышленные радиографические системы и томографы довольно широко распространены на предприятиях, использующих их для отработки технологии производства ответственных изделий.

Среди технических характеристик систем радиационного контроля, особенно важных для НК крупногабаритных ответственных металлоконструкций сложной пространственной геометрии с существенной разнотолщинностью, можно выделить: предельные размеры объекта контроля (ОК), энергию источника излучения, предел пространственного разрешения внутри ОК, контрастную чувствительность, чувствительность к большим перепадам радиационных толщин, надежность, оперативность ремонта.

Научное издание

# **НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Под общей редакцией профессора В.Н. Фрянова

Компьютерная верстка Л.Д. Павловой

Подписано в печать 24.05.2021 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 23,76 Уч.-изд. л. 25,16 Тираж 1000 экз. Заказ

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.

Издательский центр СибГИУ