

УДК 681.518.54

ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БУРОВЫХ СТАНКОВ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Клишин Владимир Иванович^{1,2},член-корр. РАН, директор Института, зав. кафедрой, e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ruГерике Борис Людвигович^{1,2},д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: gbl_42@mail.ruГерике Павел Борисович¹,канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник, e-mail: am_besten@mail.ru¹Институт угля СО РАН, 650065, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10²Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы профилактического обслуживания дизель-гидравлических буровых станков на основе диагностического обследования их технического состояния. Предложено проводить мониторинг технического состояния по параметрам механических колебаний основных агрегатов буровых станков (дизеля, компрессора и вращателя). Приведены результаты промышленной апробации разработанной методики оценки и прогнозирования технического состояния дизель-гидравлического бурового станка DML-1200.

Ключевые слова: буровой станок, дизель-гидравлический привод, техническое состояние, диагностика, вибрация, профилактическое обслуживание.

Развитие горнотранспортного оборудования, применяемого на разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь», вступило в новую фазу, отличительными признаками которой являются:

- интенсивный рост единичной мощности и стоимости машин, их габаритов и массы;
- изменение условий эксплуатации с увеличением глубины разработки, масштабов и концентрации производства;
- повышение требований к уровню организации и управления буровзрывным и погрузочно-транспортным процессом на разрезах.

Переход на использование высокопроизводи-

тельных буровых станков с большим диаметром бурения взрывных скважин (до 269...320 мм) был обусловлен применением на разрезах УК «Кузбассразрезуголь» экскаваторов с емкостью ковшей от 15 до 40 м³. Кроме того, при обмерзании в зимний период скважины большого диаметра остаются пригодными для зарядания в течение 3...7 дней.

Наиболее широко используемые на разрезах Кузбасса буровые станки ЗСБШ-200-60 (рис. 1) применяются как при бурении вскрышных пород, так и для бурения верхних пачек углей. Относительно небольшие размеры бурового станка позволяют использовать его при бурении скважин на ограниченных площадках.

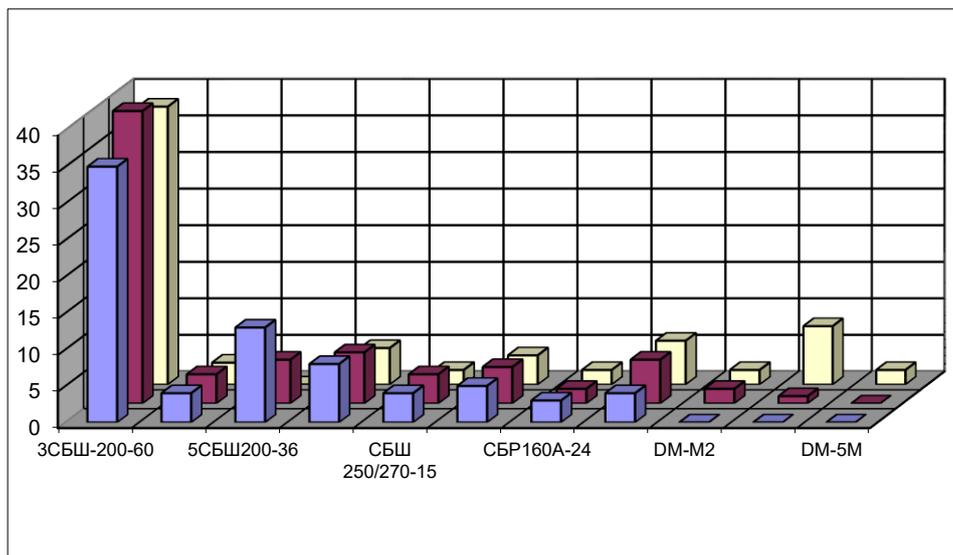


Рис. 1. Списочный парк буровых станков на разрезах ОАО УК Кузбассразрезуголь

Летом 2005 года началось перевооружение бурового парка разрезов ОАО УК «Кузбассразрезуголь», стали внедряться в производство гидравлические буровые станки фирмы «Ingersoll-rand», количество которых к концу 2013 г. составило около 1/3 части всего парка.

Выпускаемые в настоящее время в России тяжелые станки вращательного бурения ЗСБШ-200-60, 6СБШ-200-32, ЗСБШ-200/250-55, СБШ-250-МНА-32, СБШ-190/250-60 и СБШ-160/200-40 не выдерживают конкуренции с зарубежной техникой по показателям надежность. Если сравнивать другие параметры – производительность, экономичность, условия работы и обслуживание, – то и здесь превосходство импортных машин тоже налицо. Выпускаемые опытные образцы отечественных дизель-гидравлических буровых станков не удалось превратить в востребованную технику, так как они являются лишь несколько улучшенным вариантом серийных машин.

Анализ использования фонда рабочего времени буровых станков за период показал, что коэффициент использования парка буровых станков составлял 0,57...0,65. Около трети общего времени простоев буровых станков связано с восстановлением их работоспособного состояния, причем на долю плановых ремонтов приходится около 82% затрат времени, а на долю аварийных простоев – около 18% (рис. 2).

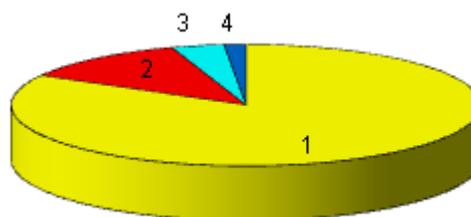


Рис. 2 Структура затрат времени на восстановление работоспособности буровых станков
1 – планово-предупредительные ремонты; 2 – аварийные простои из-за отказов механической части; 3 – аварийные простои из-за отказов электрической части; 4 – аварийные простои из-за отказов систем управления.

На разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь» основные объёмы буровых работ, выполняемые дизель-гидравлическими станками, производятся по породам с различными показателями буримости, относящимся к III и IV классам пород.

Статистическая обработка результатов хронометражных наблюдений за работой гидравлических буровых станков DML-1200 в различных горнотехнических условиях эксплуатации позволили получить зависимость коэффициента технической готовности K от показателя буримости породы P_6 (рис. 3).

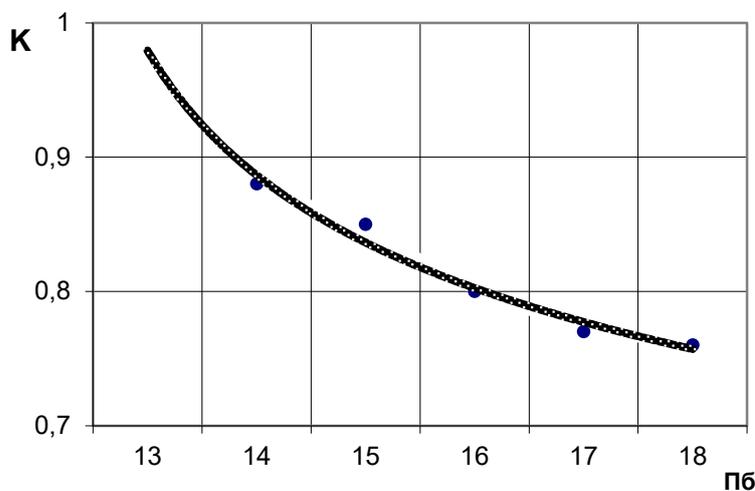


Рис. 3. Зависимость коэффициента технической готовности K от буримости горной породы P_6

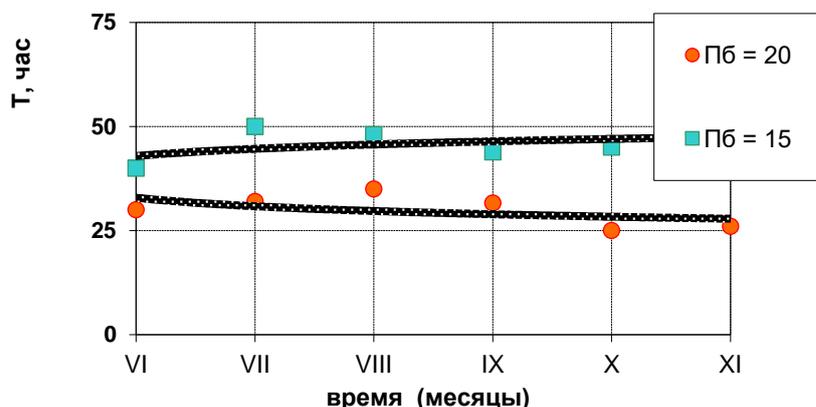


Рис. 4. Изменение наработки на отказ буровых станков от категории буримости породы

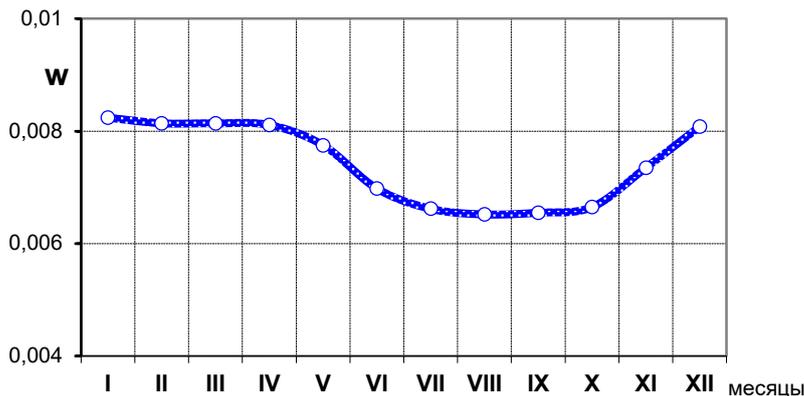


Рис. 5. Изменение параметра потока отказов по месяцам года

Как следует из анализа полученных результатов, величина наработки на отказ практически не коррелирована с временным периодом эксплуатации, а зависит только от показателя буримости породы Π_6 (рис. 4).

В зимний период времени резко увеличивается аварийность горной техники. Параметр потока отказов буровых станков в зимние месяцы по сравнению с летними возрастает в 1,3...1,5 раза, что приводит к увеличению продолжительности простоев и снижению технической производительности (рис. 5).

Влияние срока эксплуатации на производительность и показатели надежности буровых станков представлен графиками, приведенными на рис. 6. Приведенные результаты свидетельствуют, что с увеличением срока службы буровых станков снижается их годовая производительность.

При анализе было отмечено, что для дизель-гидравлических буровых станков коэффициент технического использования $K_{ти}$ на протяжении рассматриваемого периода практически не зависит от возраста оборудования, что объясняется фирменным сервисным обслуживанием на протяжении пяти лет. В то же время для отечественных буровых станков СБШ-320 характерна тенденция к общему снижению коэффициента технического использования $K_{ти}$ к концу ремонтного цикла, но при условии его обязательного последующего восстановления.

Существующая система эксплуатации гидравлических буровых станков не обеспечивает требуе-

мых показателей надёжности, что свидетельствует о необходимости изменения системы технического обслуживания и ремонта.

Высокая эффективность замены системы планово-предупредительных ремонтов на систему обслуживания технологического оборудования по фактическому состоянию базируется не только на сокращении сроков и затрат на техническое обслуживание, но и на исключении необоснованных ремонтов, что приводит, в конечном счете, к повышению надёжности машинных агрегатов. Оценка же фактического технического состояния узлов и агрегатов оборудования приводов горных машин может опираться только на результаты функциональной диагностики, проводимой в рабочих условиях на различных эксплуатационных режимах [1]. Для этого могут быть использованы различные методы технической диагностики и неразрушающего контроля, которые представляют собой информационно-измерительный базис системы мониторинга, оценки и прогноза технического состояния машин и оборудования.

Анализ отечественного и зарубежного опыта контроля технического состояния систем с вращательным движением силовых узлов показывает, что для обнаружения возможных отказов наиболее эффективен (до 77%) контроль состояния оборудования именно по вибрационным параметрам.

Причем при системе плановых ремонтов, существующей в настоящее время на разрезах Кузбасса,

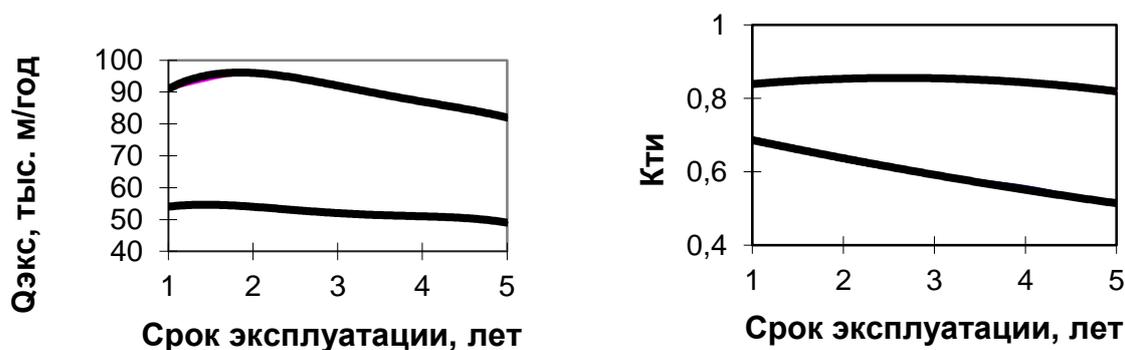


Рис. 6. Влияние срока эксплуатации на производительность и техническое использование буровых станков (верхний график – DML-1200, нижний график – СБШ-320)



Рис. 7. Объект диагностирования – дизель-гидравлический буровой станок DML-1200

гораздо важнее построить прогноз, дающий ответ на основной вопрос эксплуатации: проработает ли объект диагностики до ближайшего планового ремонта или до следующего момента диагностики.

В результате пятилетнего наблюдения за работой 4 дизель-гидравлических буровых станков (рис. 7) были разработаны спектральные опорные маски вибрации опор вращателя станков типа DML-1200 [2] (рис. 8), построенные на основе обработки статистического материала с различной доверительной вероятностью (85%-й для уровня предупреждение и 95%-й для уровня тревога).

На рис. 9 приведены результаты диагностиче-

ского обследования вращателя бурового станка DML-1200 на последней стадии эксплуатации, перед остановкой в ремонт. Как следует из приведенных результатов, техническое состояние гидравлического вращателя к концу календарного года стало недопустимым [3], что требует проведения ремонта.

На рис. 10, 11 приведены измерительная схема контрольных точек на дизельном двигателе Caterpillar 3406С, установленном на буровом станке DML-1200 и результаты диагностирования его технического состояния.

Основные научные и практические результаты заключаются в следующем:

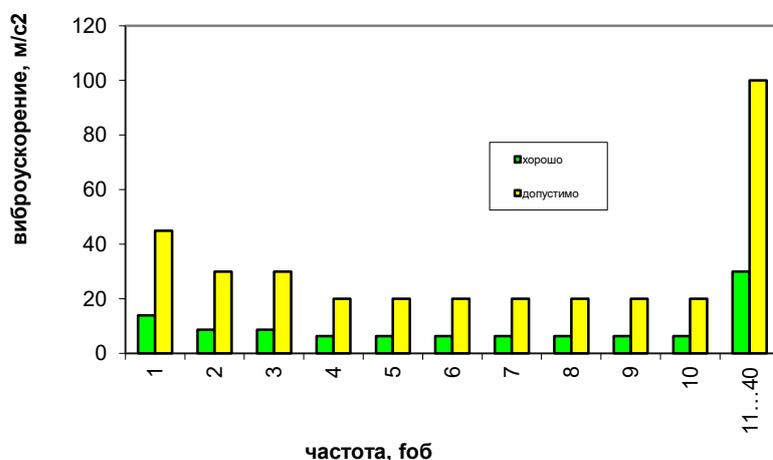


Рис. 8. Пример гармонического состава вибрации однотипной группы вращателей гидравлических буровых станком DML-1200



Рис. 9. Изменение технического состояния гидравлического вращателя бурового станка DML-1200 на последней стадии эксплуатации перед остановкой в ремонт

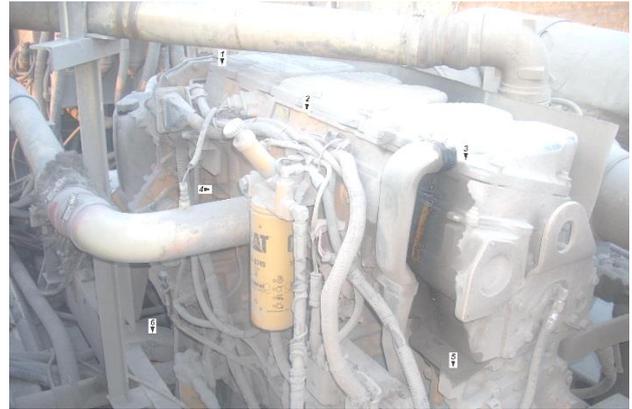


Рис. 10. Схема проведения замеров параметров вибрации на дизельном двигателе Caterpillar 3406C

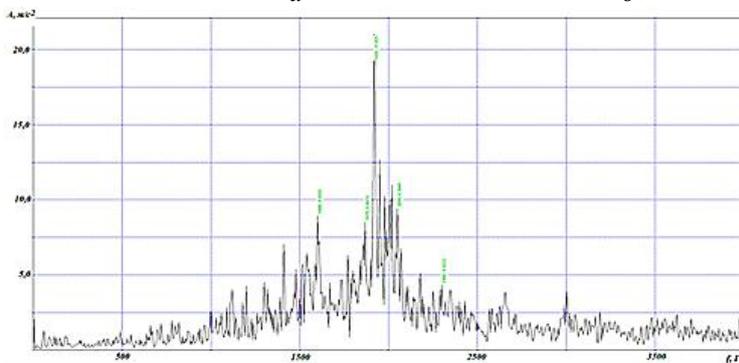


Рис. 11. Признак развитого дефекта подшипника коленчатого вала (а) типа «износ беговой дорожки схватыванием 2 рода» (б)



1. Предельные состояния узлов и агрегатов буровых станков предложено оценивать по спектральным опорным маскам, построенным по результатам 4-х летних наблюдений за работой 5 дизель-гидравлических буровых станков, которые содержат в себе низкие частоты, находящиеся в области 2...20 Гц, средние частоты 20-100 Гц, а также высокочастотные составляющие в диапазоне 2...8 кГц. По результатам статистической обработки экспериментального материала построены два типа спектральных опорных масок – предупреждение (с 85%-й доверительной вероятностью) и трево-

га (с 95%-й доверительной вероятностью).

2. Обоснован мониторинг технического состояния буровых станков, позволяющий определить и прогнозировать величину остаточного ресурса для различных видов их технического обслуживания – существующей системы ППР и предлагаемой системы профилактического обслуживания. Рекомендации по осуществлению вибромониторинга буровых станков и по совершенствованию на этой основе системы технического обслуживания и ремонта приняты к внедрению на ОАО «Разрез Сартаки» УК «Кузбассразрезуголь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные (приёмочные) испытания нового ГШО – гарантия его эффективной и безопасной эксплуатации./ Р.П. Журавлёв, В.И. Демидов, С.В. Лобков, Б.Л. Герике, И.Д. Богомолов, Н.М. Скорняков. Рациональное освоение недр. №3, 2011. – С. 51 – 56.
2. Герике Б. Л., Герике П. Б. Методология построения спектральных масок для динамического обслуживания горных машин. // Вестник КузГТУ. № 4, 2014. – С. 20 – 22.
3. Герике Б. Л., Герике П. Б., Ещеркин П. В. Математическая модель оценки фактического состояния бурового станка. Уголь, №2. – 2010. – С. 45-46.

Поступило в редакцию 20.08.2015

UDC 681.518.54

**PREVENTIVE MAINTENANCE OF DRILLING RIGS:
ADVANTAGES AND PROSPECTS**

Klishin Vladimir I.^{1,2},

Corresponding member of the RAS, Director Institute. E-mail: klishinbi@icc.kemsc.ru

Gericke Boris L.^{1,2}.

Dr. Sc. in Engineering, Professor, Chief researcher, e-mail: gbl_42@mail.ru

Gericke Paul B.¹,

C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Senior researcher, e-mail: am_besten@mail.ru

¹ Institute of Coal SB RAS. Leningradskiy av., 10, Kemerovo, 650065.

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract. *In the article questions of preventive maintenance of diesel-hydraulic drilling rigs on the basis of the diagnostic survey their technical condition. Suggested that monitoring of technical condition on the parameters of mechanical vibrations of the major aggregates rigs (diesel engine, compressor and rotary). Shows the results of industrial testing of the developed technique for assessing and forecasting the technical state of diesel-hydraulic drilling rig DML-1200.*

Keywords: *drilling rigs, diesel-hydraulic drive, technical condition, diagnostics, vibration, preventative maintenance.*

REFERENCES

1. Jekspluatacionnye (prijomochnye) ispytaniya novogo GShO – garantija ego jeffektivnoj i bezopasnoj jekspluatacii./ R.P. Zhuravljov, V.I. Demidov, S.V. Lobkov, B.L. Gerike, I.D. Bogomolov, N.M. Skornjakov. Racional'noe osvoenie nedr. №3, 2011. – S. 51 – 56.
2. Gerike, B. L., Gerike P. B. Metodologija postroenija spektral'nyh masok dlja dinamicheskogo oborudovaniya gornyh mashin. Vestnik KuzGTU. № 4, 2014. – S. 20 – 22.
3. Gerike B. L., Gerike P. B., Eshherkin P. V. Matematicheskaja model' ocenki fakticheskogo sostojaniya burovogo stanka. Ugol', №2. – 2010. – S. 45-46.

Received: 20.08.2015

ISSN 1999-4125

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

5-15

65 лет

КУЗБАССКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ
ТЕХНИЧЕСКОМУ УНИВЕРСИТЕТУ
имени Т. Ф. Горбачева



ЦЕНИМ ПРОШЛОЕ. СТРОИМ БУДУЩЕЕ!

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№5 (111), 2015

Основан в 1997 году
Выходит 6 раз в год
ISBN 5-89070-074-X

Редакционная коллегия:

Ковалев В. А., гл. редактор, д.т.н. (РФ)
Тайлаков О. В., зам. гл. ред., д.т.н. (РФ)
Блюменштейн В. Ю., д.т.н. (РФ)
Голофастова Н. Н., к.э.н. (РФ)
Зникина Л. С., д.п.н. (РФ)
Исмагилов З. Р., член-корреспондент
РАН, д.т.н. (РФ)
Каширских В. Г., д.т.н. (РФ)
Клишин В. И., член-корреспондент
РАН, д.т.н. (РФ)
Клубович В. В., академик НАН Белору-
си, д.т.н. (Беларусь)
Колесников В. Ф., д.т.н. (РФ)
Конторович А. Э., академик РАН, д.т.н.
(РФ)
Коротков А. Н., д.т.н. (РФ)
Мазикин В. П., д.т.н. (РФ)
Мальшев Ю. Н., академик РАН, д.т.н.
(РФ)
Маметьев Л. Е., д.т.н. (РФ)
Першин В. В., д.т.н. (РФ)
Петрик П. Т., д.т.н. (РФ)
Ренев А. А., д.т.н. (РФ)
Смирнов А. Н., д.т.н. (РФ)
Трубчанинов А. Д., к.т.н. (РФ)
Угляниша А. В., д.т.н. (РФ)
Федяев М. Ю., к.т.н. (РФ)
Хямяляйнен В. А., д.т.н. (РФ)
Цзяо Ви-го, д.т.н. (Китай)
Черкасова Т. Г., д.т.н. (РФ)
Шевченко Л. А., д.т.н. (РФ)
Юй Шен-вэнь, д.т.н. (Китай)

Кемерово

© Кузбасский государственный
технический университет имени
Т.Ф. Горбачева, 2015

ISSN 1999-4125

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Черданцев Н. В., Черданцев С. В.</i> Исследование состояния массива горных пород в окрестности выработки, пройденной вблизи геологического нарушения	3
<i>Простов С. М., Никулин Н. Ю.</i> Георадиолокационный мониторинг при укреплении грунтовых оснований горнотехнических сооружений в Кузбассе	11
<i>Варфоломеев Е. Л., Борисов И. Л., Михайлов А. Ю.</i> Выбор горношахтного оборудования для очистных и подготовительных забоев участка Увального 1-4 Терсинского геолого-экономического района	19
<i>Хямяляйнен В. А.</i> Развитие инъекционных способов уплотнения массивов горных пород в Кузбассе	25
<i>Свирко С. В., Ренев А. А.</i> Особенности смещения точек подрабатываемой земной поверхности высокоскоростными очистными забоями при отработке полого-наклонных угольных пластов Кузбасса	32
<i>Катанов И. Б., Скачилов П. Г.</i> Совершенствование конструкции скважинного заряда с пеногелевой забойкой	43
<i>Копытов А. И., Башков В. И.</i> Отработка участка «Подрусловый» Шерегешевского месторождения в условиях удароопасности	47
<i>Шевченко Л. А.</i> Совершенствование метода расчета дебита газа в длинные скважины при направленном бурении	53

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

<i>Маметьев Л. Е.</i> Разработка исполнительных органов и инструмента для стреловых проходческих комбайнов и бурошнековых машин ...	56
<i>Клишин В. И., Герике Б. Л., Герике П. Б.</i> Профилактическое обслуживание буровых станков: преимущества и перспективы	64

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

<i>Смирнов А. Н., Абабков Н. В.</i> Экспертиза промышленной безопасности и ресурс оборудования ТЭК Кузбасса	70
<i>Дворников Л. Т., Перетьяко В. Н., Егоров В. Ф.</i> Распределение нагрузок в системах при параллельно взаимодействующих элементов	78

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

<i>Ещин Е. К.</i> Моделирование несимметрии трехфазного асинхронного электродвигателя в MATLAB SIMULINK	81
<i>Егоров В. Ф., Дворников Л. Т., Перетьяко В. Н.</i> Метод и критерии оценки неравномерности нагрузок	91
<i>Каширских В. Г.</i> Определение параметров асинхронных электродвигателей в процессе их работы	96
<i>Семькина И. Ю., Григорьев А. В.</i> Обеспечение точностных характеристик датчиков тока с разомкнутым некольцевым магнитопроводом	103
<i>Пузачёв Е. В., Иванов А. С., Нусратов П. Р., Иванов В. С., Корнеев В. А.</i> Энергосберегающий асинхронный электропривод	111

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Черкасова Т. Г.</i> Закономерности формирования полимерных и островных структур в гетерометаллических системах с инертными комплексными анионами и катионами переходных металлов и лантаноидов(iii).....	116
<i>Федорова Н. И., Заостровский А. Н., Зубакина В. А., Исмагилов З. Р.</i> Химико-технологические свойства коксующихся углей Кузбасса	121
<i>Федорова Н. И., Заостровский А. Н., Исмагилов З. Р.</i> Физико-химические свойства низкотемпературноизготовленных длиннопламенных углей Кузбасса	126
<i>Сикачина А. А.</i> Использование аминополикарбонатов и аминополифосфонатов как биоцидов и ингибиторов микробиологической коррозии, порождаемой <i>desulfovibrio desulfuricans</i>	131

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Пимонов А. Г., Шигина А. А.</i> Математическое моделирование процесса функционирования системы «буровой станок – шарошечное долото – горная порода» в условиях неопределенности	138
<i>Бирюков А. В., Дягилева А. В.</i> Гранулометрический анализ фотограмм неоднородных дисперсных систем	145

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Дочкин С. А.* Автоматизированные системы планирования учебного процесса вуза: существенные проблемы внедрения 148
- Карабибер С. В., Рогова Т. Б., Шакеин С. В.* Программное обеспечение оценки подобия сечений топографических поверхностей показателей качества угля 154
- Киренберг А. Г., Колесников О. М.* Повышение качества работы уличных сетей WI-FI..... 159

ЭКОЛОГИЯ

- Клейн М. С., Вахонина Т. Е.* Условия эффективного использования отработанных минеральных масел в составе собирателей для флотации угольных шламов..... 163

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Фридман Ю. А., Речко Г. Н., Пимонов А. Г.* Оценка влияния уровня инновационности развития сырьевой отрасли на конкурентоспособность региона 167
- Фридман Ю. А., Речко Г. Н., Оськина Н. А.* Бизнес в Кузбассе: региональные институты развития 179
- Шевченко И. Л.* Экологическая ответственность в практике корпоративного управления крупнейших российских компаний 190
- Блам Ю. Ш., Бабенко Т. И., Машкина Л. В.* Лесной комплекс в изменяющихся институциональных и экономических условиях 197
- Клишин В. И., Федорин В. А., Шахматов В. Я.* Оценка освоения угольного месторождения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса..... 205
- Михальченко В. В.* Обоснование необходимости реинжиниринга производственных систем угледобычи 211
- Скрыль О. К.* Система поддержки принятия решений в управлении экономической устойчивостью промышленного предприятия 222

АРХЕОЛОГИЯ

- Илюшин А. М., Борисов В. А., Бутьян В. А.* Полевые разведки Кузнецкой комплексной археолого-этнографической экспедиции в 2014 году 228

АРХИТЕКТУРА

- Зюльков К. К.* Тайгинские шедевры архитектора К. К. Лыгина 239

К 65-ЛЕТИЮ КУЗГУ

- Гоголин В. А., Ермакова И. А., Грибанов Е. Н.* Кафедра математики КузГТУ. Краткий исторический очерк (1950 – 2015) 245

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций – Свидетельство ПИ № ФС 77-60779 от 11 февраля 2015 г.

Журнал включен в "Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук".

Полнотекстовой доступ к электронной версии журнала на сайте
www.elibrary.ru

Подписной индекс 14299 по каталогу российской прессы «Почта России»

Ответственный редактор -
к.ф.-м.н., профессор кафедры
прикладных информационных
технологий КузГТУ -
М. А. Тынкевич

Технический редактор –
О.А. Останин

Перевод на английский язык
и корректура
Н. К. Лесовая

Дизайн обложки
Ю. Е. Волчков, Д. А. Бородин

Адрес редакции: 650000,
Кемерово, ул. Весенняя, 28
тел.39-69-28
<http://vestnik.kuzstu.ru>
e-mail: vestnik@kuzstu.ru

Подписано к печати 23.09.2015
Формат 60×84 /8.
Отпечатано на МФУ
Уч.-изд. л. 23.
Тираж 150 экз.

Общество с ограниченной
ответственностью «Офсет»

650055, Кемерово,
ул. Пролетарская, 9