

УДК 622.281.

В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, И.К. Костинцев, В.Ю. Бегляков

ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ В ПОРОДЕ ЗАБОЯ ОТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ УСТУПА

Один из наиболее распространенных способов разрушения породы, это резание боковой стороной цилиндрического инструмента (коронки, шнеки, барабаны). Поэтому формирование уступа с цилиндрической поверхностью взаимодействия следует рассматривать как один из вероятных способов разрушения забоя.

При разрушении уступа боковой поверхностью цилиндрического инструмента имеет место такой геометрический параметр, как относительная инструментальная высота, которая численно равна отношению толщины срезаемого слоя к диаметру боковой поверхности исполнительного органа. Чтобы оценить влияние формы поверхности взаимодействия на напряжения в породе забоя необходимо в числе других параметров оценить влияние относительной инструментальной высоты.

Для оценки влияния относительной инструментальной высоты уступа была создана модель, которая представляет собой участок сквозного уступа с цилиндрической поверхностью взаимодействия радиусом $R = 200$ мм, соответствующим диаметру боковой поверхности инструмента $D = 400$ мм (рис. 1 а). При моделировании взаимодействия исполнительного органа с породой варь-

ровалось значение безразмерного критерия – «относительная высота» $h_d = h/D$. Другие размеры модели также были выражены через диаметр боковой поверхности исполнительного органа.

Поверхности контакта моделей и прилегающие к ним участки площадок шириной 200 мм были разбиты на конечные элементы $\Delta = 25$ мм, остальная модель – на элементы $\Delta = 100$ мм. Между размерами элементов 25 и 100 мм постепенный переход на четырех переходных слоях (рис 1 б).

Основными задачами при проведении исследований ставились:

- исследование зависимости фоновых напряжений в породе забоя от относительной высоты уступа;
- выявление тенденций к снижению энергоёмкости разрушения забоя;
- получение теоретических предпосылок к получению рациональной формы поверхности взаимодействия;

К поверхностям контакта прикладывались радиальная (нормальная) и окружная (касательная) неравномерно распределенные нагрузки. Было принято допущение, что сила резания пропорциональна глубине резания [1]. Для определения закона распределения нагрузки по поверхности от-

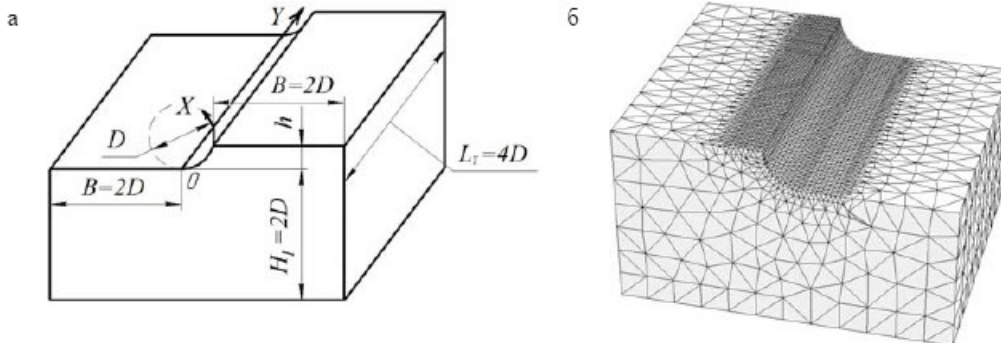


Рис. 1. Модель сквозного уступа: а) размеры и пропорции модели, б) сетка разбиения модели на конечные элементы

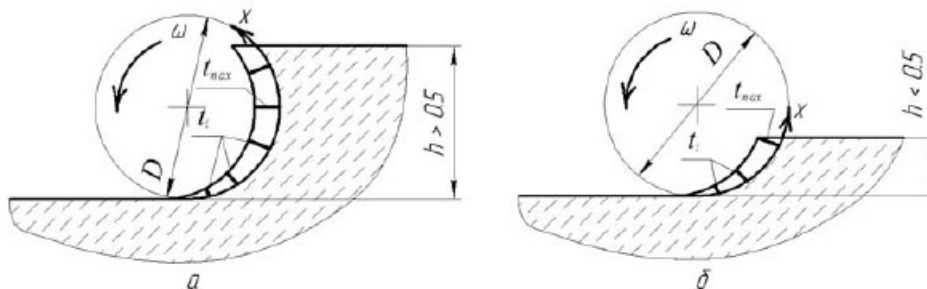


Рис. 2. Распределение глубины резания t по поверхности взаимодействия: толщина срезаемого слоя - а) больше радиуса инструмента, б) меньше радиуса инструмента

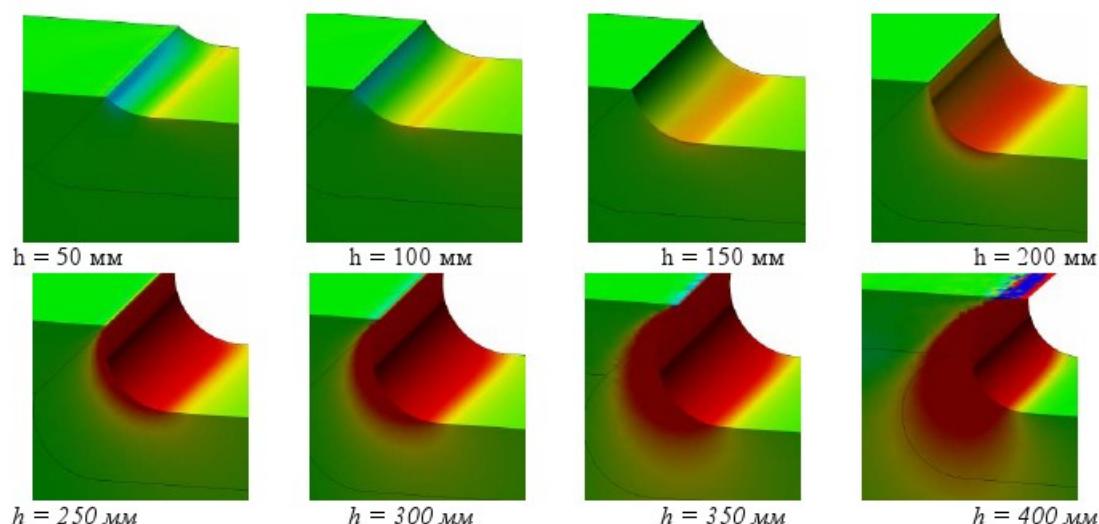


Рис. 3. Эпюры главных напряжений σ_3 в области поверхности взаимодействия при различных значениях относительной инструментальной высоты уступа

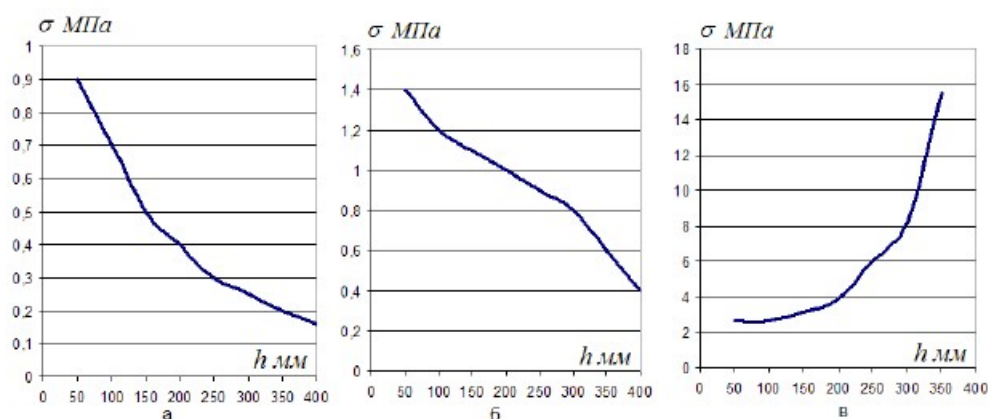


Рис. 4. Зависимость σ_1 (МПа) от относительной высоты уступа: а) в области внутренней кромки, б) в центральной части, в) в области наружной кромки

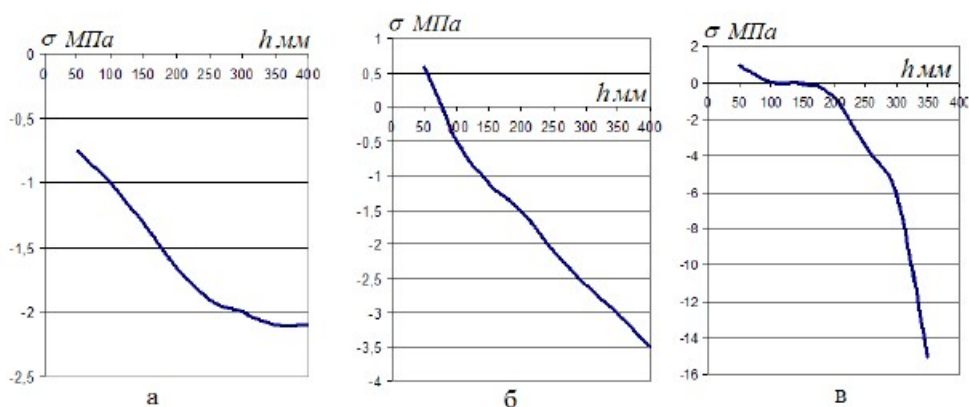


Рис. 5. Зависимость σ_3 (МПа) от относительной высоты уступа: а) в области внутренней кромки, б) в центральной части, в) в области наружной кромки

коса ввели систему координат Oxy , ось x направлена по дуге поперечного среза поверхности взаимодействия, ось y – по внутренней кромке. Закон изменения интенсивности нагрузок определялся с учетом неравномерности глубины резания t по поверхности контакта (рис. 2).

Интенсивность распределенных нагрузок определяли из условий пропорциональности глубине

резания и равенства максимальной интенсивности для любой высоты уступа:

$$q_n = \frac{t \cdot q_{nmax}}{t_{max}} \quad \text{и} \quad q_t = \frac{t \cdot q_{tmax}}{t_{max}}, \quad (1)$$

где t – глубина резания, максимальные интенсивности нагрузок в местах максимальной глубины резания $q_{nmax} = 2,48 \text{ МПа}$ и $q_{tmax} = 0,59 \text{ МПа}$. За-

кон изменения глубины резания задавался приближенно квадратным полиномом:

$$t = ax^2 + bx + c, \quad (2)$$

где $0 < x < l$ – круговая координата периметра, выраженная в долях от длины дуги поперечного среза поверхности взаимодействия L_x , а коэффициенты a, b , и c для каждой относительной высоты отдельно определялись аппроксимацией значений, полученных графическим построением (рис. 2).

$$x = \frac{X}{L_x}, \quad L_x = 0.5D \arccos\left(\frac{D-2H}{D}\right)$$

Суммарные нагрузки F_N и F_T определялись интегрированием распределенных нагрузок:

$$\begin{aligned} F_N &= L_x L_y \int_0^l q_n dx = L_x L_y q_{nmax} \int_0^l t dx = \\ &= L_x L_y q_{nmax} \left(\frac{ax^3}{3} + \frac{bx^2}{2} + cx \right) \Big|_0^l \\ F_N &= L_x L_y q_{nmax} \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{2} + c \right) \end{aligned} \quad (4)$$

$$F_T = L_x L_y \int_0^l q_t dx = L_x L_y q_{tmax} \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{2} + c \right)$$

Учитывая, что произведение $L_x \cdot L_y = S_{уст}$ – это площадь поверхности взаимодействия, выражения (4) примут вид:

$$\begin{aligned} F_N &= S_{уст} q_{nmax} \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{2} + c \right) \\ F_T &= S_{уст} q_{tmax} \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{2} + c \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Площади рабочих поверхностей уступов $S_{уст}$ определяли измерением соответствующих площадей на модели.

При моделировании определялись следующие величины и показатели:

1) минимальные значения главных напряжений σ_3 , максимальные значения главных напряже-

ний σ_1 , максимальные значения касательных напряжений τ характерные для всей поверхности откоса и для областей внутренней и внешней кромок;

2) места возникновения минимальных значений σ_3 и максимальных σ_1 , характерных для всей радиальной протяженности забоя;

3) оценивалась общая картина НДС породы забоя;

На рис. 3 показаны эпюры главных напряжений σ_3 в области поверхности взаимодействия. Из рисунка видно, что при увеличении относительной высоты уступа увеличивается распространение растягивающих напряжений в породе.

Численные результаты моделирования иллюстрируются графиками на рис. 4 - 6.

На рис. 4 видно, что напряжения σ_1 имеют положительные значения, в области внутренней кромки их модуль уменьшается с увеличением относительной высоты уступа, что объясняется общим смещением напряжений в направлении области отрицательных значений. В области внешней кромки модуль напряжений увеличивается, что можно объяснить усилением влияния концентратора напряжений в данной области.

Из графиков на рис. 5 видно, что с увеличением относительной высоты уступа напряжения σ_3 на всей поверхности взаимодействия смещаются в направлении области растягивающих напряжений. В центральной области поверхности взаимодействия и в области внешней кромки при высоте уступа $h < 100$ мм имеют положительные значения, что говорит от наличия трехосного сжатия при малой высоте уступа. С увеличением высоты уступа напряжения σ_3 на всей поверхности взаимодействия переходят в область отрицательных значений, что приводит к исчезновению областей трехосного сжатия с увеличением высоты уступа. При высоте уступа более $0.6D$ значения суммарных напряжений в области верхней кромки превышают предел прочности на растяжение, что может привести к неконтролируемому скалыванию крупных кусков породы в данной области.

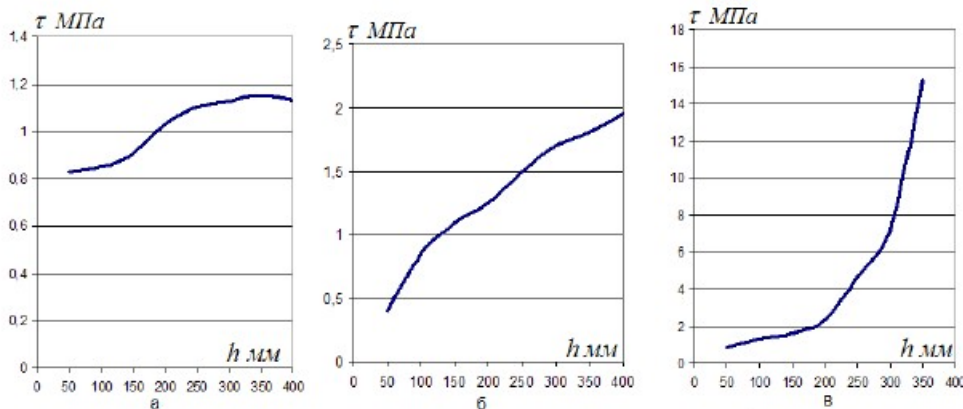


Рис. 6. Зависимость τ (МПа) от относительной высоты уступа: а) в области внутренней кромки, б) в центральной части, в) в области наружной кромки

Таблица. Размеры и расположение зон трехосного сжатия и трехосного растяжения

γ	Растяжение	Сжатие	γ	Растяжение	Сжатие
50 мм			100 мм		
150 мм			200 мм		
250 мм			300 мм		
350 мм			400 мм		

Из графиков на рис. 6 видно, что касательные напряжения увеличиваются с увеличением относительной высоты уступа, что приводит к ослаблению породы и улучшению условий разрушения.

В таблице показаны размеры и расположение зон трехосного сжатия и трехосного растяжения в области поверхности взаимодействия, что подтверждает выводы из графиков рис. 4 и 5. При малых высотах поверхности взаимодействия полностью находятся в области трехосного сжатия, с увеличением области трехосного сжатия уменьшаются и при $h_d > 100$ мм полностью исчезают.

Исследования НДС уступов различной высо-

ты показали, что с ростом относительной высоты:

- значения главных напряжений смещаются в направлении растягивающих напряжений на всей поверхности рабочей поверхности (табл. 2.7, 2.8);
- увеличивается значение касательных напряжений на всей рабочей поверхности.

При анализе результатов моделирования было выявлено, что условия резания улучшаются с увеличением толщины срезаемого слоя, но при этом увеличивается крутящий момент и радиальная нагрузка на валу разрушающего инструмента. Улучшение условий резания после значений высоты уступа $h > 0.6D$ становится несущественным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. РД 12.25.137-89. – Москва: Министерство угольной промышленности СССР, 1989. – 51 с.

□ Авторы статьи:

Аксенов
Владимир Валерьевич,
докт. техн. наук, проф. ЮТИ
ТПУ, зав. лаб. угольной гео-
техники Ин-та угля СО РАН.
E-mail: v.aksenov@icc.kemsc.ru

Хорешок
Алексей Алексеевич,
докт. техн. наук, профессор.,
зав. каф. горных машин и
комплексов КузГТУ,
тел. 8(3842) 39-69-40.

Костинец
Ирина Константиновна,
директор филиала
КузГТУ (г. Белово),

Бегляков
Вячеслав Юрьевич,
старший препод. ЮТИ
ТПУ, E-mail:
v.aksenov@icc.kemsc.ru

ISSN 1999-4125

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

4-12

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№4 (92), 2012

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

Редакционная коллегия:

Ю.А. Антонов,
В.Ю. Блюменштейн (зам. глав-
ного редактора),
В.Ф. Горбунов, Е.К. Ещин,
В.А. Ковалев (главный редак-
тор), В.Ф. Колесников,
Н.К. Лесовая (отв. секретарь),
Р.Р. Масленников,
Л.Е. Маметьев, В.Н. Матвеев,
В.И. Нестеров, В.В. Першин,
П.Т. Петрик, А.А. Ренев,
А.Д. Трубчанинов,
Ю.А. Фридман,
В.А. Хямляйнен,
Т.Г. Черкасова, Л.А. Шевченко

Кемерово

© Кузбасский государственный
технический университет
им. Т.Ф. Горбачева, 2012

Адрес редакции: 650099,
Кемерово, ул. Дзержинского 9,
комн. 2100, тел. 39-69-22
<http://www.kuzstu.ru>
e-mail: tma_vt@kuzstu.ru

ISSN 1999-4125

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОМЕХАНИКА

- Н.В. Черданцев.* Влияние анкерной крепи на устойчивость породного массива, вмещающего одиночную выработку 3
А. И. Копытов, М. Д., Войтов Т. Е. Тринус. Расчет трубчатого анкера фрикционного типа на несущую способность 8

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- Ю.А. Антонов, В.А. Ковалев, В.И. Нестеров, Г.Д. Булич.* Совершенствование гидросистемы проходческого комбайна 11
А.М. Цыба, Б.Л. Герике. Повышение эффективности работы шахтной безвентиляторной калориферной установки 14
В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.И. Нестеров, М.Ю. Блацук. Определение геометрических параметров размещения гидроцилиндров трансмиссии геолода 17
В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.И. Нестеров, М.Ю. Блацук. Силовые параметры трансмиссии геолода с гидроприводом 21
В. Ф. Колесников, А. И. Корякин. Применение экскаваторов большой производственной мощности на разрезах Кузбасса 24

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

- В. Ф. Колесников, И. А. Чикишев.* Особенности формирования грузопотоков на разрезах Южного Кузбасса 26
А. В. Ремезов, А. И. Жаров. Один анкер решает несколько задач 29
В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, И.К. Костинцев, В.Ю. Бегляков. Зависимость напряжения в породе забоя от относительной инструментальной высоты уступа 33
В.С. Зыков, И.Л. Абрамов, И.Л. Непомнищев. Выбор и обоснование основных показателей опасности угленосного массива в окрестности очистного забоя по динамическим явлениям 37
Ю.В. Бурков. Совершенствование методики определения основных параметров инъекционного упрочнения породных массивов 40
Ю.В. Бурков. Сокращение потерь угля в охранных целиках путем упрочнения породных массивов вокруг выработок 43
О. П. Афиногенов, В. А. Шаламанов, А. О. Афиногенов. Строительные свойства грунтов верхней части земляного полотна на транспортных объектах Кузбасса 45
О. П. Афиногенов, В. А. Шаламанов, А. О. Афиногенов. Обоснование региональных норм степени уплотнения глинистых грунтов земляного полотна автомобильных дорог 48
Д. А. Поклонов, Ю. И. Литвин, С. И. Протасов. Определение необходимых диаметров насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции 52
С.А. Толмачев, В.А. Ковалев, Р.А. Ренев, Н.Б. Ковалев. Формирование зон опорного давления при отработке крутонаклонных угольных пластов в Кузбассе 56

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

- Е. А. Шутова, Б. Л. Герике.* Влияние технических факторов производства на состояние безопасности труда на обогащательных фабриках Кузбасса 59
В.А. Ковалев, Л.А. Шевченко. Анализ газовых балансов выемочных участков шахт 61
А. И. Фомин, В. А. Ковалев. Подходы к совершенствованию системы управления охраной труда на угольных шахтах в области снижения риска профессиональных заболеваний 64

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

- Ф.Н. Притыкин, Е.Е. Шмуленкова.* Автоматизация процессов получения чертежей металлорежущих инструментов полученных на основе параметрических трехмерных прототипов 67
Б. И. Коган, А. В. Егоров. Гидроцилиндры горных машин. Технология восстановления 73

ДОРОЖНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

- Р.Б. Желудевич, А.В. Лысянников, Ю.Ф. Кайзер, Н.Н. Мальшева, И.В. Надейкин.* Рабочий орган для удаления снежно-ледяного наката с дорожных покрытий 81

<i>А.В. Лысянников, Р.Б. Желудкевич, Ю.Ф. Кайзер, Н.Н. Мальшева, И.В.Надейкин. Исследование процесса резания уплотненных снежных образований рабочим органом отвального типа</i>	83
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	
<i>С.В. Пучков, Ю.В. Непомнящих, Е.С. Козлова, А.Л. Перкель. Состав продуктов инициированного азодиизобутиронитрилом и трет-бутилгидропероксидом окисления циклогексана</i>	88
<i>И.Я. Петров, Б.Г. Трясунов, О. В. Золотарев, А.Г. Бяков. Формирование объемной фазы молибдата алюминия при термопревращениях оксо-комплексов Мо (VI) на $MoO_3/\gamma-Al_2O_3$-катализаторах.....</i>	93
<i>А.Н. Смирнов, К.В. Князьков, М.В. Радченко, Э.В. Козлов, В.Л. Князьков. Структурно-фазовое состояние и поля внутренних напряжений в износостойких покрытиях, модифицированных наноразмерными частицами Al_2O_3. Часть I</i>	106
<i>В.П. Кравцов, А.В. Папин. Актуальность технологии брикетирования коксовой пыли</i>	112
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
<i>В.А. Поляев, А.И. Цигельников, В.В. Зиновьев, А.Н. Стародубов. Автоматизация поиска оптимального варианта автоматизированной транспортно-складской системы</i>	114
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА	
<i>А.В. Бирюков. Аналитическая гранулометрия</i>	118
АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ	
<i>В.Е. Ашихмин, А.С. Фурман, В.Н. Шадрин. Закономерности изменения эффективности экскаваторно-автомобильных комплексов от продольного уклона дороги</i>	120
<i>В.Е. Ашихмин, А.С. Фурман, В.Н. Шадрин. Скоростные и рабочие режимы карьерных автосамосвалов</i>	123
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
<i>М.А. Тынкевич, Д.Е. Несмелов. Замечательные математические кривые (интерактивная графика в среде MATLAB)</i>	126
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ	
<i>Ю.М. Кайгородов. Математическая модель электростатического поля в короннонарядном узле продольного электрофильтра</i>	130
<i>Ю.М. Кайгородов. Математическая модель обтекания цилиндра потоком газа</i>	132
<i>В.М. Ефременко, Р.А. Храмцов, Р.Б. Наумкин. Системы АИИС КУЭ в бытовом секторе как элемент «умных» сетей и средство повышения эффективности передачи электроэнергии</i>	134
<i>Е.К.Евчин. Управление позиционированием асинхронного электропривода с упругой механической связью</i>	137
<i>В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский, А.П. Носков. Структура информационно-вычислительного комплекса для асинхронных электроприводов</i>	139
<i>В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский, А.П. Носков. Диагностика многоприводных ленточных конвейеров</i>	141
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО	
<i>Е.В. Петерс, Ю. С. Жеребцова, З. И. Петрович. Формирование урбанизированных территорий в Кузбассе</i>	144
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
<i>Ю.А. Фридман, Г.Н. Речко, А.Ю. Лямин. Инструменты управления рисками в угольном бизнесе: опыт внедрения риск-менеджмента ..</i>	148
<i>Ю.В. Дятлов. Производственная мощность: некоторые аспекты ее роли и методов расчета в условиях рынка</i>	155
ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ	
<i>С.Б. Максуюкова, Д.С. Трухманов. В начале было слово</i>	158
<i>С.Б. Максуюкова, Д.С. Трухманов. Виртуальное инобытие человека: прогресс или деградация?</i>	160
ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ	
<i>А.М. Илюшин. Амулеты и шумящие подвески в культуре средневекового населения Кузнецкой котловины.</i>	163
ХРОНИКА	
<i>Рекомендации IV Всероссийской, 57 научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая»</i>	171
<i>РЕФЕРАТЫ</i>	173
<i>СПИСОК АВТОРОВ</i>	184
<i>Вниманию авторов "Вестника КузГТУ"</i>	187

Ответственный редактор -
- М.А.Тынкевич

Дизайн обложки - Ю.Е.Волчков

Подписано к печати 10.05.2012

Формат 60×84 /8.

Бумага офсетная.

Печать офсетная.

Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. л. 19

Тираж 150 экз.

Заказ 499

Кузбасский государственный
технический университет
им. Т.Ф.Горбачева
650026, Кемерово,
ул. Весенняя, 28.

Типография Кузбасского
государственного технического
университета им.Т.Ф.Горбачева
650026, Кемерово,
ул. Д.Бедного, 4а

Лицензия на издательскую дея-
тельность ИД № 06536

РЕФЕРАТЫ

УДК 622.241.54:539.3

Влияние анкерной крепи на устойчивость породного массива, вмещающего одиночную выработку / Черданцев Н.В. // Вестник КузГТУ. 2012. № 4. С. 3-7.

Проведены исследования количественного влияния усилия натяжения в анкерах и плотности их расстановки на размеры зон нарушения сплошности в окрестности протяжённой одиночной выработки квадратного сечения, пройденной в массиве горных пород с прочностной анизотропией.

Илл. 5. Библиогр. 7 назв.

Ключевые слова: анкер, устойчивость горных пород, модель.

UDC 622.241.54:539.3

Effect of roof bolting to stability of rock mass enclosing single production / Cherdantsev N.V. // The bulletin of KuzSTU. 2012, No3, P. 3-7

Research efforts to quantitative impact of anchors' tension and density of their placement on the size of discontinuity zones of vicinity extended development of single production passed in rock mass with strength anisotropy are presented.

Keywords: bolt, stability of rock mass, model

УДК 622.281.74.001.2

Расчет трубчатого анкера фрикционного типа на несущую способность / Копытов А. И., Войтов М. Д., Трипус Т. Е. // Вестник КузГТУ. 2012. № 4. С. 8-10.

Представлена конструкция трубчатого анкера фрикционного типа и методика расчета его на несущую способность.

Илл. 7. Библиогр. 2 назв.

Ключевые слова: трубчатый анкер фрикционного типа, несущая способность.

UDC 622.281.74.001.2

Calculation of tubular friction type bolt on carrying capacity / Voytov M. D., Tripus T. E. // The bulletin of KuzSTU, 2012, No 3, P. 8-10

The design of tubular bolt friction type and calculation method on its carrying capacity is presented

Keywords: tubular anchor of the frictional type, bearing ability.

УДК 622.26

Совершенствование гидросистемы проходческого комбайна / Антонов Ю.А., Ковалев В.А., Нестеров В.И., Буялич Г.Д. // Вестник КузГТУ. 2012. № 4. С.11-13.

Дано описание технического решения по совершенствованию гидросистемы проходческого комбайна, позволяющей совместить операции по его управлению.

Илл. 2, Библиогр. 1 назв.

Ключевые слова: проходческий комбайн, гидросистема, операции, совмещение, управление, гидроцилиндры

UDC 622.26

Improvement of hydraulic tunnel shearer / Antonov Y.A, Kovalev V.A, Nesterov V.I, Buyalich G.D// The bulletin of KuzSTU. 2012. No 4. P.11-13.

Description of technical solutions for improvement hydraulic system tunneling shearer allowing to combine the operations on its control is given.

Keywords: tunneling shearer, hydraulic system, operations, combination, control, hydraulic cylinders

УДК 622.4

Повышение эффективности работы шахтной безвентиляторной калориферной установки / Цыба А. М., Герики Б. Л. // Вестник КузГТУ. 2012. № 4. С. 14-16.

Одной из причин низкой эффективности работы шахтной безвентиляторной калориферной установки является неравномерность количества воздуха, проходящего через секции калорифера. Для стабилизации потоков воздуха необходимо регулировать его количество и скорость с помощью дополнительных аэродинамических сопротивлений.

Илл. 2. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: шахтная калориферная установка, секция калорифера, аэродинамическое сопротивление, скорость ветра, стабилизация воздушных потоков

UDC 622.4

Improving the efficiency of mine fanless calorific installation / Tsiba A. M., Gerike B. L.// The bulletin of KuzSTU. 2012. No 4. P.14-16

One of the reasons for the low effectiveness of the work of mine fan less calorific installation is the nonuniformity of the quantity of air, passing through the sections of air stove. For the stabilization of airflow it is necessary to regulate its quantity and speed with the aid of additional aerodynamic drags.

Keywords: mine calorific installation, section of air stove, aerodynamic drag, wind speed, stabilization the air flows

УДК 622.002.5

Определение геометрических параметров размещения гидроцилиндров трансмиссии геолохода / Аксенов В.В.,