

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-6-47-53

УДК 622.831.1

## ФАКТОРЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕМОНТАЖНЫХ КАМЕР ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИХ ОЧИСТНЫМ ЗАБОЕМ

## FACTORS FOR ESTIMATING STABILITY OF DISMANTLING CHAMBERS AT THEIR FORMATION BY WORKING FACE

**Торро Виктор Оскарович,<sup>1</sup>**

ст. преподаватель e-mail: [torrovo@mail.ru](mailto:torrovo@mail.ru)

**Torro Victor O<sup>2</sup>,** senior teacher

**Ремезов Анатолий Владимирович,<sup>1</sup>**

д.т.н. профессор, e-mail: [lion742@mail.ru](mailto:lion742@mail.ru)

**Remezov Anatoly V.<sup>1</sup>,** Dr.Sc. (Engineering), Professor

**Климов Виктор Викторович,<sup>2</sup>**

нач. техн. управления ОАО «СУЭК-Кузбасс», e-mail: [lion742@mail.ru](mailto:lion742@mail.ru)

**Klimov Victor V.<sup>2</sup>,** Head of technical management

**Дедиков Егор Андреевич,<sup>1</sup>**

преподаватель e-mail: [bringreally@yandex.ru](mailto:bringreally@yandex.ru)

**Dedikov Egor A.<sup>1</sup>,** teacher

<sup>1</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева». Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

<sup>1</sup> T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

<sup>2</sup> СУЭК-Кузбасс, 652507, Россия, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, 1.

<sup>2</sup> SUEK-Kuzbass, 1, Vasilyeva St., Leninsk-Kuznetsky, 652507, Russian Federation

**Аннотация:** Решение задачи повышения устойчивости монтажных камер и предохранительных целиков в особенности, когда формирование камеры осуществляется непосредственно очистным забоем, направлено на увеличение безопасности ведения горных работ. Кроме того это позволяет сократить сроки монтажа-демонтажа оборудования и, как следствие, способствует увеличению объема добываемого угля. Приведённые в статье результаты исследований, выполненных по пласту «Толмачёвский» на шахте «Полысаевская», позволяют сделать вывод о том, что уточненный расчет грузовой площади основной кровли является основой для определения действительных параметров опорного давления в зоне заложения монтажной камеры, являющегося важнейшим фактором при оценке её устойчивости, в ходе формирования камеры с помощью очистного забоя.

**Abstract:** The solution of the problem of increasing the stability of dismantling chambers and safety pillars in particular, when the chamber is formed directly by the working face, is aimed at increasing the safety of mining operations. In addition, it allows us to shorten the time for installation and dismantling of equipment and, as a consequence, contributes to the increase in the volume of coal produced. The results of the studies carried out in the Tolmachevsky seam at the Polysaevskaya mine lead to the conclusion that the refined calculation of the load area of the main roof is the basis for determining the actual parameters of the abutment pressure in the area where the dismantling chamber is to be driven, which is the most important factor when assessing its stability during formation of the chamber by the working face.

**Ключевые слова:** монтажная камера, предохранительный целик, расчетное сопротивление, коэффициент взаимного влияния, прочность целиков, мощность пласта, взаимовлияние горных выработок, коэффициент структурного ослабления пород массива, глубина заложения камеры, шаг обрушения основной и непосредственной кровли, масса зависающих консолей, опорное давление, формирование камеры, сопротивление пород на сжатие, прочность угля в массиве, зона напряжений.

**Keywords:** dismantling chamber, protective pillar, design resistance, factor of mutual influence, pillar strength, seam thickness, mutual interference of mine developments, factor of structural rock mass weakening, depth of an arrangement of the chamber, main and immediate roof caving increment, weight of hanging consoles, abutment pressure, chamber formation, rock compression strength, coal strength in the solid, stress area.

Задача повышения устойчивости монтажных камер и предохранительных целиков должна решаться с позиций комплексного подхода, т. к. разные источники по-разному определяют выбор размеров целиков: ширины  $b$ , и высоты  $h$ . Кроме того, именно связь монтажных камер и предохранительных целиков определена технологически.

На устойчивость монтажных камер и прилегающих к ним предохранительных целиков влияют различные горно-геологические и горно-технологические факторы. Из последних можно выделить следующие: размеры самих выработок (ширина  $b$ ), расчетная глубина расположения выработки  $H_p$ , расчетное сопротивление  $R_c$ , коэффициент взаимного влияния  $K_L$ , прочность целиков  $S_p$ , мощность пласта  $m$ .

Что касается горно-геологических факторов, то ключевыми из них являются характеристики вмещающих пород. Именно они оказывают наиболее существенное влияние на формирование опорного давления, возникающего при взаимовлиянии горных выработок, к ним относятся: коэффициент структурного ослабления пород массива вблизи контура выработки  $K_c$ ; коэффициент, учитывающий снижение прочности пород в процессе перераспределения в них напряжений  $K_n$ ; коэффициент, учитывающий снижение прочности пород при увлажнении  $K_{вл}$  и др. [1-16].

В.Г. Гмошинский предлагает выполнять расчёт показателя устойчивости пород ( $S$ ) учитывая следующие коэффициенты: коэффициент крепости пород по М. М. Протодяконову –  $f$ ; коэффициент, характеризующий влияние степени трещиноватости  $K_m$ ; коэффициент, характеризующий влияние шероховатости стенок трещин  $K_R$ ; коэффициент, учитывающий увлажнение пород  $K_w$ ; коэффициент, учитывающий число систем трещин  $K_N$ ; коэффициент, характеризующий влияние раскрытия незаполненных трещин  $K_f$ ; коэффициент, учитывающий заполнение трещин раздробленной породой или вторичными минералами  $K_d$ ; коэффициент, учитывающий ориентировку выработки относительно наиболее развитой системы трещин  $K_a$  [17].

Однако расчеты, проведенные по данной методике, всего лишь определяют расчетную степень склонности пород к вывалообразованию и обрушению в выработку, но не дают ответа на один из важнейших вопросов: «Где будет располагаться минимум опорного давления при формировании монтажной камеры очистным забоем у границы отработки выемочного столба?».

Предлагается при определении зоны минимального давления у границы отработки выемочного столба, учитывать следующие факторы, влияющие на величину опорного давления: глубину заложения камеры, шаг обрушения основной и непосредственной кровли, массу зависающих консолей грузовой площади при волнообразном про-

явлении опорного давления впереди очистного забоя, формирующего монтажную камеру, и влияние опорного давления, возникающего в предохранительном целике.

Поэтому для повышения устойчивости формируемых монтажных камер и районированных с ними предохранительных целиков предлагается решать эту задачу с учетом: глубины заложения, уменьшенной на мощность активного слоя непосредственной и основной кровли, шага обрушения основной кровли, определяющего размеры грузовой площади, влияющей на суммарное опорное давление в зоне ее заложения.

1. Согласно [18], для очистных выработок нормальную составляющую веса зависающих пород можно определить по формуле:

$$Q = K_\alpha \gamma H \frac{2l_{\text{обр}} + Htg\varphi}{2}, \quad (1)$$

$l_{\text{обр}}$  – шаг обрушения толщи пород;  $\varphi$  – угол обрушения толщи пород,  $\varphi = 15-25^\circ$ .

Например, согласно [19], для столба 18-10 пласта Толмачёвский, при  $R_c = 30$  МПа, определяется оптимальная ширина целика обеспечивающего устойчивость выработок с учётом взаимного влияния монтажной камеры и вентиляционного уклона 18-2<sup>бис</sup>.

$$L_{\bar{a}} = (b_1 + b_2)K_L = L_{\bar{a}} = (8 + 5)3,5 = 45,5 \text{ м} . \quad (2)$$

Фактические размеры целика на исследуемом участке изменяются от 25 до 45 м. Если определить размеры целика согласно [19], то на глубине 400 м оптимальная ширина угольного целика  $L_0$  (м) при расчетном сопротивлении пород сжатию на контуре выработки с жесткой крепью  $R_c = 30$  МПа, должна составлять не менее 80 м.

Поскольку определение параметров целика в соответствии с [19] даёт практические результаты, позволяющие обеспечить безопасное и эффективное ведение горных работ, очевидно целесообразным представляется практическое применение именно этой методики.

Как видно из (1, 2) основными параметрами, определяющими ширину целика, является глубина его залегания и сопротивление пород на сжатие. В зависимости от ширины и высоты целика находится его прочность –  $S_p$ . Высота угольного целика при очистной выемке равна мощности пласта. Таким образом, при расчете по методам: Оберта-Дувэла, Холланда-Гейди, Бенявски [20]. будем иметь следующие результаты:

1. При ширине целика 45 м:

$$S_{p1} = S_1 \left( 0,78 + 0,22 \frac{w}{h} \right) = \quad (3)$$

$$13(0,78 + 0,22 \cdot 45 / 2) = 74,49 \text{ МПа}$$

$$S_{p2} = S_1 \left( \frac{w}{h} \right)^{0,5} = 13(45/2)^{0,5} = 61,66 \text{ МПа} \quad (4)$$

$$S_{p3} = S_1 (0,64 + 0,36w/h) = 13(0,64 + 0,36 \cdot 45/2) = 113,62 \text{ МПа} \quad (5)$$

$S_1$  – прочность угля в массиве, МПа. По данным [21] для пласта Толмачёвский средняя прочность угля на сжатие составляет 13 МПа.

2. При ширине целика 80 м:

$$S_{p1} = S_1 \left( 0,78 + 0,22 \frac{w}{h} \right) = 13(0,78 + 0,22 \cdot 80/2) = 124,54 \text{ МПа} \quad (6)$$

$$13(0,78 + 0,22 \cdot 80/2) = 124,54$$

$$S_{p2} = S_1 \left( \frac{w}{h} \right)^{0,5} = 13(80/2)^{0,5} = 82,22 \text{ МПа} \quad (7)$$

$$S_{p3} = S_1 (0,64 + 0,36w/h) = 13(0,64 + 0,36 \cdot 80/2) = 187,2 \text{ МПа} \quad (8)$$

Такие факторы как прочность угля, ширина целика, его высота оказывают влияние на устойчивость целиков, и могут изменяться в очень широких пределах. При определении прочности целика, по различным методикам получаются результаты, в значительной степени отличающиеся друг от друга (до 2,5 раз) и в различной степени, отвечающие фактическим требованиям. Поэтому для получения более достоверных результатов по определению прочности предохранительного целика, его ширины необходимо совокупное использование инструментальных, геофизических, экс-

периментальных и аналитических методов. Именно такой подход обеспечит рациональный выбор места заложения демонтажной камеры.

Проявление опорного давления впереди очистного забоя является сложным геомеханическим процессом. В момент остановки лавы у границы предохранительного целика, при оформлении демонтажной камеры формируются три зоны напряжений: пониженного давления (завал - демонтажная камера, зона А), суммарного давления в демонтажной камере, (на кромке целика, зона В), зона установившегося напряженного состояния (предохранительный целик-уклон, зона С). Величина равная общей протяжённости этих зон определяет место выбора линии остановки очистного забоя на оптимальном расстоянии ( $L_{opt}$ ) от уклона:

$$L_{opt} = b + b_{\text{дк}} + \Delta b \rightarrow opt, \quad (9)$$

$b$  – ширина целика, м;  $b_{\text{дк}}$  – ширина демонтажной камеры, м;  $\Delta b$  – эффективное увеличение ширины целика, м.

Для определения истинных значений параметров опорного давления при определении прочности целика, обеспечивающей в дальнейшем безопасность ведения горных работ, необходимо использовать возможности переноса максимума нагрузки от кромки предохранительного целика к его центру, за счёт увеличения его ширины. Которая должна быть определена по шагу обрушения основной кровли, рассчитанному с учётом величины грузовой площади консолей породных блоков активного слоя, и ширины демонтажной камеры.

Положительный эффект от применения пред-

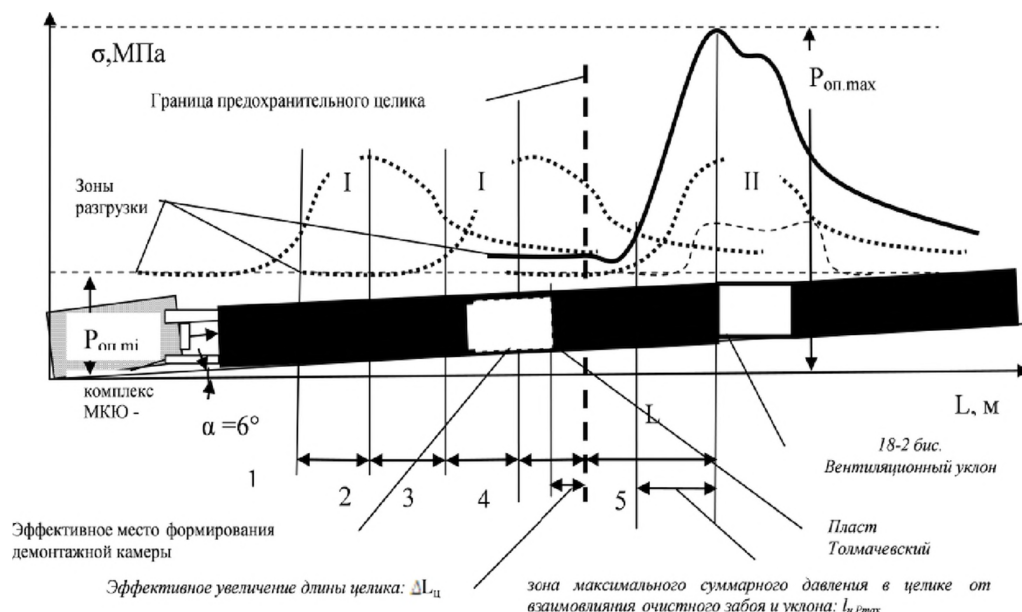


Рис. 1. Геомеханическая модель зоны взаимного влияния очистного забоя 18-10 - демонтажной камеры-целика при ее формировании у границы предохранительного целика при восходящем порядке отработки выемочных столбов по пласту Толмачёвский (вертикальный разрез по простиранию пласта)

ложенной методики состоит в следующем:

1. Демонтажная камера располагается в зоне минимального опорного давления;
2. Увеличение ширины предохранительного целика обеспечивает повышение прочности (устойчивости) целика;
3. Повышение прочности целика позволит снизить временные затраты на поддержание демонтажной камеры;
4. Снижение временных затрат при демонтаже даст возможность обеспечить дополнительную добычу.

Геомеханическая модель проявления опорного давления по ходу движения очистного забоя имеет вид (рис. 1).

1-2 Волнообразное проявление опорного давления при работе очистного забоя, восходящая волна; 2-3 Волнообразное проявление опорного давления при работе очистного забоя, нисходящая волна; 3-4 Зона взаимовлияния очистного забоя и уклона на предохранительный целик при возрастающей волне опорного давления; 4-5 Зона возможного взаимовлияния очистного забоя - демонтажной камеры - целика при ее формировании у границы предохранительного целика;  $l_{ц} P_{max}$  – зона максимального суммарного давления в целике от взаимовлияния очистного забоя и уклона;  $\Delta L_{ц}$  – зона эффективного увеличения длины предохранительного целика;  $\alpha$  – угол наклона пласта по простиранию

Схема зон обрушений и проявления опорного давления в очистном забое по линии посадки активной кровли очистной выработки в ходе восходящего порядка выемочных столбов при крупноблочном обрушении основной кровли (вертикальный разрез по падению пласта). Длина плит

по падению пласта в очистном забое в зависимости от прочностных свойств пород основной кровли может изменяться в различных пределах. Она может превышать длину обрушения основной кровли по простиранию в разы. Обрушение зависшей породной консоли по длине лавы, как правило, происходит участками 20-40 м, [23-24]. Следовательно, площадь, зависающих плит основной кровли с учетом шага обрушения основной кровли 10-30 м, в очистном забое в установившемся движении, может изменяться в широких пределах от нескольких сотен до тысячи и более квадратных метров. Однако следует учитывать, что в некоторых случаях, в зависимости от прочностных свойств пород и горно-геологических условий, возможно увеличение максимального шага обрушения основной кровли и длины пород-мостов в 2-3 раза и более. Поэтому для расчетов устойчивости демонтажной камеры необходимо знать реальные размеры зависающих консольных плит в кровле демонтажной камеры и величин их суммарных изгибающих моментов (рис. 2).

1-2 Волнообразное проявление опорного давления при работе очистного забоя, восходящая волна; 2-3 Волнообразное проявление опорного давления при работе очистного забоя, нисходящая волна; 3-4 Зона взаимовлияния очистного забоя и уклона на предохранительный целик при возрастающей волне опорного давления; 4-5 Зона возможного взаимовлияния очистного забоя - демонтажной камеры - целика при ее формировании у границы предохранительного целика;  $l_{ц} P_{max}$  – зона максимального суммарного давления в целике от взаимовлияния очистного забоя и уклона;  $\Delta L_{ц}$  – зона эффективного увеличения длины предохранительного целика;  $\alpha$  – угол падения пласта

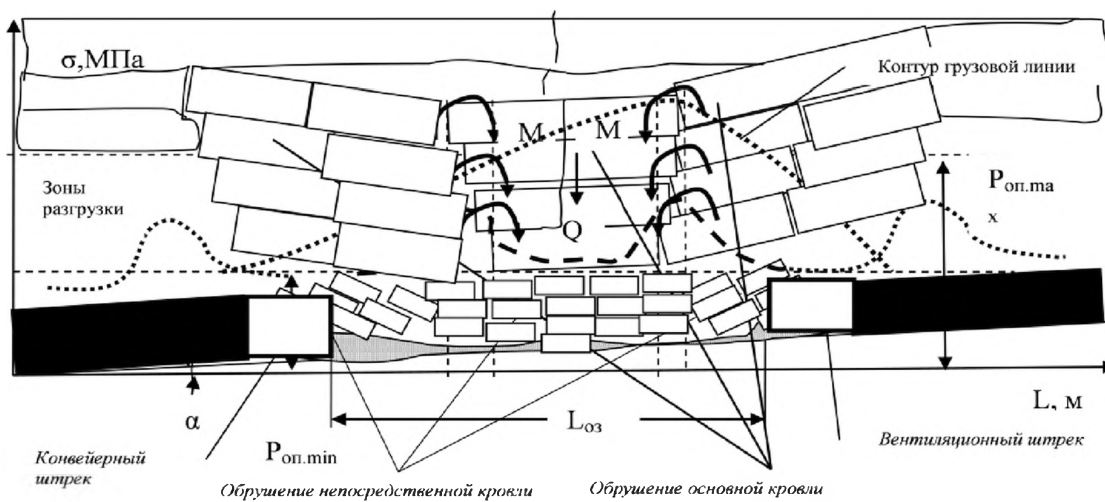


Рис. 2. Геомеханическая модель зон обрушений и проявления опорного давления в очистном забое по линии посадки активной кровли в ходе восходящего порядка отработки выемочных столбов при крупноблочном обрушении основной кровли (вертикальный разрез по падению пласта)

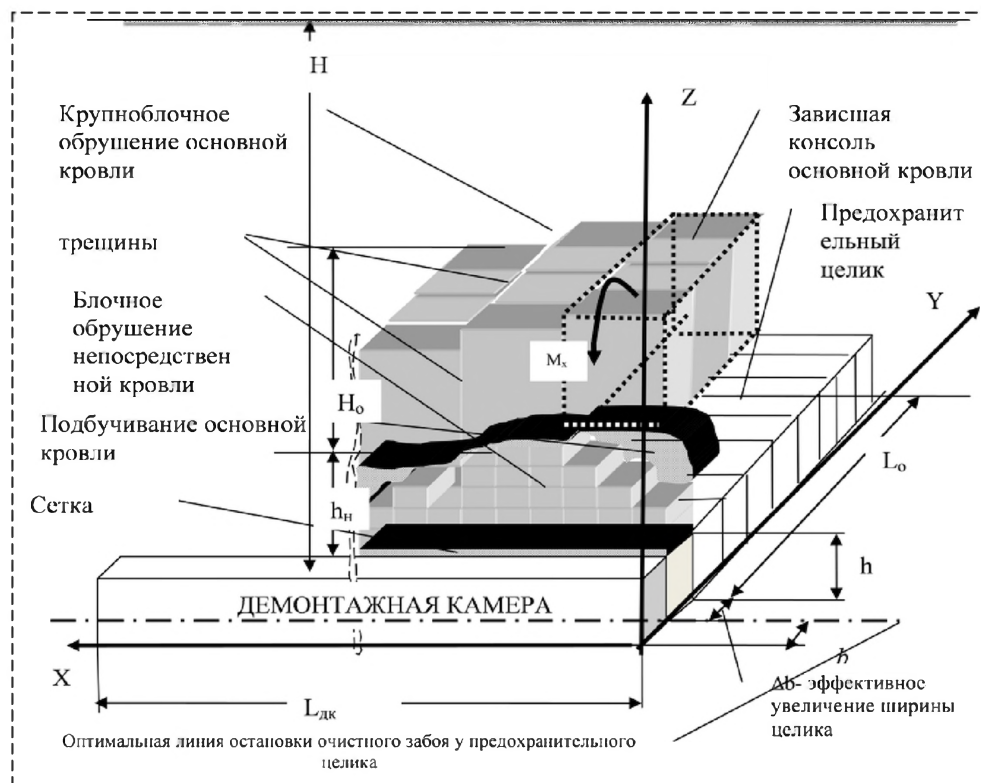


Рис. 3. Пространственная геомеханическая модель обрушения пород основной и непосредственной кровли у границы предохранительного целика и демонтажной камеры в привязке к горно-геологическим характеристикам пласта Толмачёвский (выемочный столб 18-10)

Пространственная схема обрушения пород основной и непосредственной кровли у границы предохранительного целика и демонтажной камеры в привязке к горно-геологическим характеристикам пласта «Толмачёвский» показана на рис. 3.

Основную часть опорного давления создают породы основной кровли, т.к. они имеют большие длины зависания консолей. При отработке пласта «Толмачёвский» в границах уклонного поля 18-2 зафиксировано блочное обрушение пород основной и непосредственной кровли. Размеры образовавшихся блоков основной кровли составили  $3,0 \times 2,0 \times 5,0$  м, непосредственной кровли  $1 \times 0,5 \times 0,3$  м. При этом блоки основной кровли примерно в 200 раз тяжелее блоков непосредственной кровли.

Зависание пород кровли у выработок по падению пласта составляет от 2 до 5 м, а по простиранию от 2 до 6 м. Следует также учитывать, что взаимодействие соседних блоков создает дополнительную пригрузку.

#### Вывод

Уточненный расчет грузовой площади основной кровли является основой для определения действительных параметров опорного давления в зоне заложения демонтажной камеры, являющегося важнейшим фактором при оценке безопасного и эффективного ведения горных работ в ходе формирования камеры с помощью очистного забоя и дальнейшей её эксплуатации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по управлению горным в очистных забоях под (над) целиками и краевыми частями при разработке свиты пластов мощностью до 3,5 м и с углом падения до  $35^\circ$ . Ленинград : ВНИМИ, 1984. – 59 с.
2. Климов, В.В. Исследование влияния опорного давления очистного забоя 18-8 на конвейерный штрек 18-6 и его крепление на пласте «Толмачёвский» в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» / В. В. Климов, А. В. Ремезов, Р. Р. Зайнулин // Уголь. – № 4. – 2015. – С. 38-41.
3. Климов, В.В. Оценка и районирование шахтных полей месторождений Кузбасса по фактору геотектонического воздействия / В. В. Климов, А. В. Ремезов, А. И. Жаров // Сб. статей участников VII Международной научно-практической конференции «Инновации в технологиях и образовании» 28-29 марта 2014.; в 4 ч. / Филиал КузГТУ в г. Белово.- Белово: изд-во филиала КузГТУ в г. Белово, Россия ; изд-во ун-та «Св. Кирилла и Св. Мефодия», Велико Тырново, Болгария, 2014. - Ч. 1. - С. 248-250.
4. Климов, В.В. Исследование влияния опорного давления, формируемого очистным забоем на со-

стояние прилегающих горных выработок в условиях отработки угольных пластов средней мощности на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» как в нисходящем, так и в восходящем порядке на примере отработки запасов угля в границах шахтного поля шахты «Полысаевская» / В. В. Климов, А. В. Ремезов // Вестник РАЕН ЗСО - выпуск 15.2013. – С. 30-38.

5. Горное давление. Его проявления при ведении горных работ в массиве горных пород / А. В. Ремезов, И. К. Костинцев, В. Г. Харитонов, Н. В. Рябков, А. И. Жаров, В. В. Климов, И. Л. Харитонов, С. В. Новоселов / Кемерово. - 2013. – 681 с.

6. Авершин, С. Г. Сдвижение горных пород при подземных разработках / Углетехиздат, 1947.

7. Геомеханика / П. В. Егоров, Г. Г. Штумпф, А. А. Ренев [и др.] // Гос. учреждение Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово. 2002. – 339 с.

8. Установление параметров комбинированной системы разработки при моделировании двухкомбайновой выемки угля на персональной ЭВМ / А.В. Ремезов, Л.М. Коновалов, А.С. Стариков и др. // Нетрадиционные способы добычи и использования угля: Науч. сообщения / ИГД им. академика А.А. Скочинского. – М., 1990. – С. 105-109.

9. Бесцеликовая технология выемки мощного (до 5м) пологого угольного пласта / А.В. Ремезов, К.А. Райс, К.П. Аладышев и др. // Информ. листок ИГД им. академика А. А. Скочинского. – М., 1990.- С. 2

10. Бесцеликовая технология выемки пологих угольных пластов с устойчивой кровлей / А.В. Ремезов, К.П. Аладышев, Р.П. Петренко и др. // Информ. листок ИГД им. академика А.А. Скочинского. – М., 1990. – С. 2.

11. Рациональные способы и средства охраны выемочных выработок в очистных забоях / М.И. Середенко, А.П. Егоров, А.В. Ремезов и др. // Технологические процессы и механизация отработки угольных пластов Кузбасса: Сб. науч. тр. / КузНИУИ. – Прокопьевск, 1990. – С. 157-164.

12. Ремезов А.В. Исследования проявления горного давления при работе спаренных лав на шахте «Октябрьская» ПО «Ленинскуголь» / А.В. Ремезов, Ю.Г. Зельцер, А.М. Бонин // Совершенствование технологии отработки угольных месторождений Кузбасса: Сб. науч. тр. / Ассоциация «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 1991. – С. 108-115.

13. А.В. Ремезов, В.А. Потапенко, М.Н. Клавдиенко // Совершенствование технологии отработки угольных месторождений Кузбасса: Сб. науч. тр. / Ассоциация «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 1991. – С. 108-115.

14. Опыт применения защитной выработки / А.В. Ремезов, Л.М. Коновалов, А.С. Стариков и др. // Вопросы безопасности при разработке угольных месторождений Кузбасса: Сб. науч. тр. / «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 1991. – С. 15-18.

15. Ремезов А.В. Опыт сохранения и формирования выработок с целью сокращения подготовительных работ в объединении «Ленинскуголь» // Уголь. – 1991. – № 19. – С. 20-23.

16. Аспекты сокращения удельного объема проведения горных выработок на 1000 т добычи в условиях шахт ассоциации «Ленинскуголь» / А.В. Ремезов, Г.И. Старостенко и др. // Уголь – 1992. – № 9. – С.9-10.

17. Гмошинский, В.Г. Горное давление на пологий угольный пласт в окрестности выработок. Уголь, 1957, № 6.

18. Ардашев, К.А. Совершенствование управления горным давлением при разработке наклонных и крутых пластов / К. А. Ардашев, В. Ф. Крылов, Н. И. Куксов и др. – М. : Недра, 1967. – 289 с.

19. Результаты наблюдения за проявлением горного давления в монтажной камере 21-1-5 / В. О. Торро, С. И. Калинин, Н. Г. Сердобинцев // «Вестник КузГТУ», 2008. – № 5. – С. 13-17.

20. Беляев, А.М. Соппротивление материалов. – М. : Недра, 1965. – 856 с.

21. Отчет по договору № 101-2013 о научно-исследовательской работе по теме: «Исследование влияния опорного давления, формируемого очистными забоями 18-10, 18-8, 18-6 на оконтуривающие выемочные столбы горные выработки, обработка показаний, полученных на замерных станциях. Выявление локальных зон в массиве по показаниям аэрофотоснимков, показаниям сейсмоакустических исследований при оконтуривании выемочных столбов подготовительными выработками / КузГТУ, Кемерово, 2013. – 87 с.

22. Борисов, А.А. Механика горных пород и массивов. – М. : Недра, 1980. – 360 с.

23. Коровкин Ю.А. О классификации кровлей в комплексно - механизированных забоях. / Коровкин Ю.А.// Уголь. - 1980. - №1. - С.18-22.

24. Коровкин Ю.А. Теория и практика длиннолавных систем / Ю.А. Коровкин Ю.А., Савченко П.Ф. // М.: Изд-во "Горное дело" ООО "Каммерийский центр", 2012. - 808 с.

## REFERENCES

1. Instructions on management mountain in clearing faces under (over) tselika and regional parts when developing suite of layers power to 3,5m and with a hade to 35 °. Leningrad: LISTEN, 1984. - 59 pages.

2. Klimov, V. V. Research of influence of basic pressure of a clearing face 18-8 on a conveyor shtrek 18-6 and its fastening on Tolmachyovsky layer in borders of a mine field of Polysayevskaya mine / V. V. Klimov, A.

V. Remezov, R. R. Zaynulin//Coal. - No. 4. - 2015. - Page 38-41.

3. Klimov, V. V. Otsenka and division into districts of mine fields of fields of Kuzbass on a factor of geotectonic influence / V. V. Klimov, A. V. Remezov, A. I. Zharov//Sb.statya of participants of the VII International scientific and practical conference "Innovations in Technologies and Education" on March 28-29, 2014.; in 4 h. / Branch of KUZGTU in Belovo. - Belovo: publishing house of branch of KUZGTU in Belovo, Russia; the publishing house un-that "St. Kirill and St. Mefodiy", Is great Tyrnovo, Bulgaria, 2014. - P.1. - Page 248-250.

4. Klimov, V. V. Research of influence of the basic pressure formed by a clearing face on a condition of adjacent excavations in the conditions of working off of coal layers of average power on mines of JSC SUEK Kuzbass both in descending, and in the ascending order on the example of working off of reserves of coal in borders of a mine field of Polysayevskaya mine / V. V. Klimov, A. V. Remezov//the Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences of ZSO - release 15.2013. - Page 30-38.

5. Mountain pressure. Its manifestations when conducting mining operations in the massif of rocks / A. V. Remezov, I. K. Kostinets, V. G. Kharitonov, N. V. Ryabkov, A. I. Zharov, V. V. Klimov, I. L. Kharitonov, S. V. Novoselov / Kemerovo. - 2013. - 681 pages.

6. Avershin, S. G. Displacement of rocks by underground minings / Ugletekhizdat, 1947.

7. Geomekhanika / P. V. Egorov, G. G. Shtumpf, A. A. Renev [etc.]//State. Kuzbass institution. the state. tekhn. un-t. - Kemerovo. 2002. - 339 pages.

8. Establishment of parameters of the combined system of development when modeling dvukhkombaynovy dredging of coal on the personal COMPUTER / A.V. Remezov, L.M. Konovalov, A.S. Starikov, etc./Nonconventional ways of production and use of coal: Nauch. message / IGD of the academician A.A. Skochinsky. - M, 1990. - Page 105-109.

9. Bestselikovy technology of dredging powerful (to 5m) flat coal layer / A.V. Remezov, K.A. Rice, K.P. Aladyshev, etc./Inform. IGD leaf of the academician A. A. Skochinsky. - M, 1990. - Page 2

10. Bestselikovy technology of dredging of flat coal layers with a steady roof / A.V. Remezov, K.P. Aladyshev, R.P. Petrenko, etc./Inform. IGD leaf of the academician A.A. Skochinsky. - M, 1990. - Page 2.

11. Rational ways and means of protection of extraction developments in clearing faces / M. I. Seredenko, A.P. Egorov, A.V. Remezov, etc./Technological processes and mechanization of working off of coal layers of Kuzbass: Sb. nauch. tr. / KUZNIUI. - Prokopevsk, 1990. - Page 157-164.

12. Remezov A.V. Researches of manifestation of mountain pressure during the work of the coupled lavas on Oktyabrskaya mine ON "Leninskugol" / A.V. Remezov, Yu.G. Zeltser, A.M. Bonin//Improvement of technology of working off of coal fields of Kuzbass: Sb. nauch. tr. / Kuzbassugletekhnologiya association. - Kemerovo, 1991. - Page 108-115.

13. A.V. Remezov, V.A. Potapenko, M. N. Klavdiyenko//Improvement of technology of working off of coal fields of Kuzbass: Sb. nauch. tr. / Kuzbassugletekhnologiya association. - Kemerovo, 1991. - Page 108-115.

14. Experience of application of protective development / A.V. Remezov, L.M. Konovalov, A.S. Starikov, etc./Safety issues when developing coal fields of Kuzbass: Sb. nauch. tr. / "Kuzbassugletekhnologiya". - Kemerovo, 1991. - Page 15-18.

15. Remezov A.V. Experience of preservation and formation of developments for the purpose of reduction of a preparatory work in association "Leninskugol"//Coal. - 1991. - No. 19. - Page 20-23.

16. Aspects of reduction of specific volume of carrying out excavations on 1000 t of production in the conditions of mines of "Leninskugol»/A.B association. Remezov, G. I. Starostenko, etc./Coal - 1992. - No. 9. - Page 9-10.

17. Gmoshinsky V.G., Century Mountain pressure upon a flat coal layer in a vicinity of developments. Coal, 1957, № 6.

18. Ardashev, K.A . Perfection of management of mountain pressure by working out of inclined and abrupt layers / K.A.Ardashev, V.F.Krylov, N.I.Kuksov, etc. - M: Bowels, 1967. - 289 with.

19. Results of supervision over display of mountain pressure in the assembly chamber 21-1-5 / V.O.Torro, S.I.Kalinin, N. G.Serdobintsev//«the Bulletin of KuzGTU», 2008. - № 5. - With. 13-17.

20. Beliaev A.M. Resistance of materials./ Beliaev A.M. - M: Bowels, 1965. - 856 with.

21. The report under the contract № 101-2013 about research work on a theme: «Research of influence of the basic pressure formed by clearing faces 18-10, 18-8, 18-6 on spent on borders of a taken out column of coalcolumns mountain developments, processing of the indications received on замерных stations. Revealing of local zones in a file under indications of aerial photographs, indications of seismoacoustic researches at spent on borders of a taken out column of coal columns preparatory developments / KuzGTU, Kemerovo, 2013. - 87 with.

22. Borisov, A.A. Mechanics of rocks and files./ Borisov, A.A. - M: Bowels, 1980. - 360 with.

23. Korovkin JU.A.About classification of roofs in in a complex - the mechanised faces. / Korovkin JU.A.//Coal. - 1980. - №1. - C.18-22.

24. Korovkin JU.A.theor and practice systems long clearing faces/ Korovkin JU.A., Savchenko P. F//M: Open Company Publishing house "Mining" "Kammerijjsky centre", 2012. - 808 with.

Поступило в редакцию 15.11.2017

Received 15.11.2017

ISSN 1999-4125

# ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



---

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

6-17





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева»

# ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



№6 (124) 2017

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

## Редакционная коллегия:

Кречетов А.А., гл. редактор, к.т.н. (РФ)  
Костюк С.Г., зам. гл. ред., к.т.н. (РФ)  
Блюменштейн В. Ю., д.т.н. (РФ)  
Демирель Нурей, к.т.н. (Турция)  
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 Беларуси, 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)  
Кузиев Д.А., к.т.н. (РФ)  
Мальшев Ю. Н., академик РАН, д.т.н. (РФ)  
Маметьев Л. Е., д.т.н. (РФ)  
Мисников О.С., 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)  
Серони Аньона, к.т.н. (Кения)  
Смирнов А. Н., д.т.н. (РФ)  
Фёт Штефан, д.т.н. (Германия)  
Хямяляйнен В. А., д.т.н. (РФ)  
Цзяо Ви-го, д.т.н. (Китай)  
Черкасова Т. Г., д.т.н. (РФ)  
Чехлар Михал, к.т.н. (Республика Словакия)  
Юй Шен-вэнь, д.т.н. (Китай)  
Яночко Юрай, к.т.н. (Республика Словакия)

Полнотекстовой доступ к электронной версии журнала  
на сайте [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Подписной индекс П4471 по электронному каталогу российской прессы  
«Почта России»

Издатель журнала: ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

© Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, 2017

Уважаемые читатели!

Журнал издается с 1997 г.

Учредителем является Кузбасский  
государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева

Журнал зарегистрирован Федеральной  
службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и  
массовых коммуникаций –  
Свидетельство ПИИ №77 -060779 от 11  
февраля 2015г.

Входит в Перечень ВАК РФ – ведущих  
рецензируемых научных журналов и  
изданий, в которых должны быть  
опубликованы основные научные  
результаты диссертаций на соискание  
ученых степеней доктора и кандидата  
наук по направлениям 05.02.00  
Машиностроение и машиноведение,  
05.05.00 Транспортное, горное и  
строительное машиностроение,  
05.09.00 Электротехника, 05.17.00  
Химическая технология, 25.00.00  
Науки о Земле

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

Технический редактор  
О.А. Останин

Дизайн обложки  
Д.А. Бородин

Адрес редакции:  
650000, Кемерово, ул. Весенняя 28,  
ФГБОУ ВО «Кузбасский  
государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева»

Тел.: +7-3842-39-63-14  
Сайт: [vestnik.kuzstu.ru](http://vestnik.kuzstu.ru)

Подписано к печати 29.11.2017

Формат 60×84 /8.  
Бумага офсетная.  
Отпечатано на МФУ  
Уч.-изд. л. 27,375.  
Тираж 150 экз.

Издательский центр УИП КузГТУ  
650000, Кемерово,  
ул. Д.Бедного, 4а

Russian Federation Ministry of Education and Science  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
"T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University"

# BULLETIN

OF THE KUZBASS  
STATE TECHNICAL  
UNIVERSITY



№ 6 (124) 2017

Founded in 1997  
Issued 6 times a year  
ISBN 5-89070-074-X

## Editorial Team:

Krechetov A.A., editor-in-chief, PhD (Russia)  
Kostyuk S.G., deputy editor-in-chief, PhD (Russia)  
Blumenstein V. Yu., Dr. Sc. (Russia)  
Cehlár Michal, PhD (Slovak Republic)  
Cherkasova T. G., Dr. Sc. (Russia)  
Demirel Nuray, PhD (Turkey)  
Ismaghilov Z. R., corresponding member of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Janocko Juraj, PhD., (Slovak Republic)  
Jiao Wi-guo, Dr. Sc. (PRC)  
Kashirskikh V. G., Dr. Sc. (Russia)  
Khyamyalyaynen V. A., Dr. Sc. (Russia)  
Klishin V. I., corresponding member of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Klubovitch V. V., academician of Belarus NAS, Dr. Sc. (Belarus)  
Kolesnikov V. F., Dr. Sc. (Russia)  
Kontorovitch A. E., academician of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Korotkov A. N., Dr. Sc. (Russia)  
Kuziev D. A., PhD (Russia)  
Malyshev Yu. N., academician of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Mametiev L. E., Dr. Sc. (Russia)  
Misnikov O. S., Dr. Sc. (Russia)  
Pershin V. V., Dr. Sc. (Russia)  
Petrik P. T., Dr. Sc. (Russia)  
Renev A. A., Dr. Sc. (Russia)  
Seroni Anyona, PhD (Kenya)  
Smirnov A. N., Dr. Sc. (Russia)  
Vöth Stefan, Dr.-Ing., (Germany)  
Yu Sheng-Wen, Dr. Sc. (PRC)

Full-text access to the electronic version of the journal is on website  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Subscription index is P4471 as per the electronic catalog of the Russian press  
"Post of Russia"

Publisher: T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University"

© T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 2017

Dear readers!

The journal is published since 1997.

Founded by T. F. Gorbachev Kuzbass  
State Technical University

The journal is registered by the Federal  
Service for Supervision in the Sphere of  
Communication, Information Technology  
and Mass Communications - Certificate PI  
No. 77 -060779 of February 11, 2015.

It is included in the Russia List of the  
Higher Attestation Commission being the  
list of the leading peer-reviewed scientific  
journals and publications in which the  
main scientific results of theses for the  
academic degrees of a doctor and  
candidate of sciences should be published  
in the following areas 05.02.00  
Mechanical engineering and machine  
sciences, 05.05.00 Transport, mining and  
construction machinery, 05.09.00  
Electrical engineering, 05.17.00 Chemical  
technology, 25.00.00 Earth sciences

Responsible editor -  
M. A. Tynkevich, PhD in Physics and  
Mathematics, Professor, Applied  
Information Technologies  
Department

Technical editor  
O. A. Ostanin

Cover design  
D.A. Borodin

Editorial office address:  
28, Vesennyaya str., Kemerovo, 650000  
T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical  
University

Tel.: +7-3842-39-63-14  
Web-site: [vestnik.kuzstu.ru](http://vestnik.kuzstu.ru)

Signed for publication on 29.11.2017

Format 60×84 /8.  
Offset paper.  
Imprinted on MFPs  
Published sheets 27,375.  
Edition 150 copies.

Publishing center UIP KuzSTU  
650000, Kemerovo,  
4a, D. Bednogo str,

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Тайлаков О.В., Макеев М.И., Салтымаков Е.В., Смыслов А.И.*  
Построение рельефа донной поверхности гидроотвала на основе применения электротомографии
- Фрейдина Е.В., Ботвинник А.А., Дворникова А.Н.*  
Системный подход к развитию управления качеством угольной продукции
- Татаринова О.А., Варфоломеев Е.Л.*  
Определение и классификация открыто-подземного (комбинированного) способа разработки угольных месторождений Кузбасса
- Андрейко С.С., Лукьянец Е.В.*  
Анализ факторов газоносности и тектонического строения силвинитовых пластов в надвиговых и сдвиговых зонах шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий»
- Аксенов А.В., Чичерин И.В.*  
Общая структура и требования к системе управления геосходом
- Торро В.О., Ремезов А.В., Климов В.В., Дедиков Е.А.*  
Формы оценки устойчивости демонтажных камер при формировании их очистным забоем
- Шинкевич М.В., Родин Р.И.*  
Реализация газового потенциала в процессе разрушения угля и его роль в структуризации поверхности частиц и порового пространства
- Черепов А.А., Павлова Л.Д.*  
Оценка соответствия результатов численного моделирования и шахтных исследований параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород
- Стародубов А.Н., Зинovieв Е.В., Патраков Ю.Ф.*  
Имитационная модель углехимического кластера.
- Свирко С.В., Ренев А.А., Быкадоров А.И.*  
Основные положения методики прогноза ожидаемых динамических сдвижений точек земной поверхности по простиранию лавы при отработке пологих и наклонных угольных пластов Кузбасса высокомеханизированными забоями
- Дзигирин А.В., Мельник В.В., Костюк С.Г., Луний М.Г.*  
Внезапные выдавливания угля, их характеристика и условия проявления
- Клишин В.И., Тацienко А.Л., Опрук Г.Ю.*  
Иновационные методы интенсификации процесса дегазации угольных пластов из подготовительных выработок
- Харитонов И.Л., Черданцев А.М., Тацienко В.П.*  
Исследования геомеханической безопасности в очистном забое 50-03 при высокопроизводительной отработке пласта 50 в условиях шахты им. В.Д. Ялевского
- Новоселов С.В., Ремезов А.В.*  
Обеспечение системной безопасности угольных компаний Кузбасса как элемент региональной стратегии развития
- Скукин В.А., Орлов Д.А., Костюк С.Г.*  
Экономический механизм оценки эффективности управления монтажно-демонтажными работами на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» на основе сценарного подхода
- Хямьяляйнен В.А., Байев М.А., Шевцов А.Г.*  
О влиянии напряженно-деформированного состояния угольного пласта на проницаемость закрепленной трещины гидроразрыва

## CONTENTS

### EARTH SCIENCES

- 5 *Taylakov O.V., Makeev M.P., Saltymakov E.V., Smyslov A.I.*  
Reconstruction of the floor landscape of the hydraulic waste disposal on the basis of the electrotomography application
- 13 *Freydina E.V., Botvinnik A.A., Dvornikova A.N.*  
System approach to coal product quality control
- 25 *Tatarinova O.A., Varfolomeev E.L.*  
Definition and classification of open-underground (combined) method of developing coal deposits of Kuzbas
- 31 *Andreyko S.S., Lukjanets E.V.*  
Analysis of the factors of the gas content and the tectonic structure of silvinit banks in the overthrust and strike-slip belts of mine-fields of mine BKPRU-2 and BKPRU-4 PJSC «Uralkaliy»
- 41 *Aksenov A.V., Chicherin I.V.*  
General structure and requirements for the geokhod control system
- 47 *Torro V.O., Remesov A.V., Klimov V.V., Dedikov E.A.*  
Factors of the estimation of stability of dismantling chambers at formation by their clearing face
- 54 *Shinkevich M.V., Rodin R.I.*  
Implementation of gas capacity in the process of fracture of coal and its role in structuring the surface of the particles and pore space
- 61 *Cherepov A.A., Pavlova L.D.*  
Conformance evaluation of the results of numerical modeling and mine study of the parameters of rock mass stress-strain behavior
- 69 *Starodubov A.N., Zinovyev E.V., Patrakov Ju.F.*  
Simulation model of coal-energy-chemical cluster
- 76 *Svirko S.V., Renew A.A., Bikadorov A.A.*  
The basis for calculating the expected dynamic displacements of the points of the undermined earth's surface along the lava strike during the development of the sloping and inclined coal seams of Kuzbass by highly mechanized faces
- 84 *Dzhigrin A.V., Miller V., Kostjuk S.G., Pupiy M.G.*  
Coal squeezing-out: its description and conditions of development
- 89 *Klishin V.I., Tacienco A.I., Opruk G.Yu*  
Innovative methods of intensification of the process of degassing of coal seams of preparatory workings
- 97 *Haritonov I.L., Cherdantsev A.M., Tatsienko V.P.*  
The study of geomechanical safety in a working face 50-03 during high-performance mining of seam 50 in the conditions of V. D. Yalvskogo mine
- 109 *Novoselov S.V., Remezov A.V.*  
Ensuring the system safety of Kuzbass coal companies as an element of the regional development strategy
- 115 *Skukin V.A., Orlov D.A.*  
Economic mechanism of evaluating the efficiency of management of installation-dismantling works on mine by SUEK-Kuzbass on the basis of a scenarious approach
- 121 *Khyamyalyaynen V.A., Bayev M.A., Shevtsov A.G.*  
About the influence of the strain-stress state of coal seam on the propped fracture permeability

- Исаченко А.А., Петрова О.А., Петрова Т.В.*  
Обоснование параметров технологии подготовки и  
обработки весьма сближенных угольных пластов  
*Николаев А.В.*  
Автоматизированная система подачи воды,  
нагреваемой дымовыми газами котельной  
установки, в шахтную калориферную установку за  
счет тепла дымовых газов  
*Лежмин С.И., Алексеев М.В., Вожаков П.С.,  
Богомолов А.Р.*  
Развитие релаксационной модели неравновесного  
фазового перехода для описания истечения жидкости  
из сосуда высокого давления  
*Дубинин С.В., Михайлова Т.В.*  
Применение мягких оболочечных конструкций для  
очистки сточных вод с точки зрения  
геоэкологической безопасности  
*Шабаяев С.И., Григорьева Т.И., Губина А.А.*  
Совершенствование методов проведения  
землеустройства линейных объектов с помощью  
автоматизации процесса расчета границы полосы  
отвода

### **ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

- Герике П.В., Нестерова О.А.*  
Применение результатов неразрушающего контроля  
для создания методики распознавания технического  
состояния горно-шахтного оборудования по  
параметрам вибрации  
*Кульпин А.Г., Стенин Д.В., Кульпина Е.Е.*  
Исследование потока отказов крупногабаритных шин  
карьерных автосамосвалов  
*Бегляков В.Ю., Аксенов В.В., Казанцев А.А.,  
Костилец П.К.*  
Разработка законтурной опорно-двигательной  
системы геолодов

### **МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ**

- Рахимьянов Х.М., Рахимьянов А.Х., Рахимьянов К. Х.,  
Василевская С.И., Леонтьев П.А.*  
Установка для оценки работоспособности и  
надежности макетов эндопротеза коленного сустава

### **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

- Чичкань А.С., Пузынин А.В., Чесноков В.В.,  
Михайлова Е.С., Сатыников А.В., Исмагилов З.Р.*  
Исследование свойств углеродных нанотрубок для  
применения в качестве электродов в  
суперконденсаторах  
*Козлов А.П., Дудникова Ю.Н., Зыков И.Ю., Созинов  
С.А., Исмагилов З.Р.*  
Методические аспекты определения параметров  
пористой структуры углеродных сорбентов на основе  
ископаемых углей  
*Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Климович М.Ю.,  
Смотрина О.В., Исмагилов З. Р.*  
Влияние параметров измельчения бурого угля на  
выход гуминовых веществ  
*Кашковский Р.В.*  
Оценка парциальных защитных вкладов  
поверхностных пленок при ингибировании коррозии  
металлов: пути развития  
*Семенова С.А., Патраков Ю.Ф., Клейн М.С.*  
Выбор оптимальных режимов озонирования  
отработанных моторных масел для улучшения их  
флотационных свойств  
*Вниманию авторов*

### **TRANSPORT, MINING, CONSTRUCTION MECHANICAL ENGINEERING**

- Gerike P.V., Nesterova O.A.*  
Application of the results of non-destructive testing to  
create a technique for recognizing the technical  
condition of mining equipment by vibration  
parameters  
*Kulpin A.G., Stenin D.V., Kulpina E.E.*  
Investigation of large tires failure flow of quarry dump  
trucks  
*Beglyakov V.Yu., Aksenov V.V., Kazantsev A.A.,  
Kostinets I.K.*  
Development of outside the contour support-  
propulsion system of geokhod

### **MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCES**

- Rahimjanov H. M., Rahimjanov A., Rahimjanov K. H.,  
Vasilevskaya, Leontiev I. A.*  
Device for evaluation operability and reliability of  
endoprosthesis of knee joint models

### **CHEMICAL TECHNOLOGY**

- Chichkan A.S., Puzynin A.V., Chesnokov V.V.,  
Mikhailova E.S., Salmikov A.V., Ismagilov E.R.*  
Investigation of properties of carbon nanotubes for  
application as electrodes in supercondensators  
*Kozlov A.P., Dudnikova Y. N., Zykov I.Yu., Sozinov  
S.A., Ismagilov E.R.*  
Methodical aspects of determining the porous structure  
parameters of carbon sorbents based on fossil coals  
*Votolin K.S., Stallions S.T. Klimovich M.Y., Smotrina  
O.Y., Ismagilov Z.R.*  
Parameters' influence of crushing brown coal to the  
extraction of humic substances  
*Kashkovsky R.V.*  
Evaluation of partial protective contributions of  
surface films under inhibition of corrosion of metals:  
ways of development  
*Semenova S.A., Patrakov Yu.F., Klein M.S.*  
The choice of optimal modes for ozone treatment of  
used motor oils to improve their flotation properties  
*Instructions to authors*