

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-4-37-46
УДК 622.831.1

**АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ НИСХОДЯЩЕМ
ПОРЯДКЕ ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ ПО ПЛАСТУ
ТОЛМАЧЁВСКИЙ**

**THE ANALYSIS OF MANIFESTATION OF BEARING PRESSURE
AT THE DESCENDING ORDER OF EXTRACTION PANELS MINING IN SEAM
TOLMACHYOVSKY**

Ремезов Анатолий Владимирович¹,
доктор техн. наук, профессор, e-mail: lion742@mail.ru
Remezov Anatoly V.¹, Dr. Sc., Professor
Торро Виктор Оскарович²,
ст. преподаватель e-mail: torrovo@mail.ru
Torro Victor O.², Senior lecturer
Кузнецов Евгений Владимирович²,
кандидат техн. наук, заместитель директора
Kuznetsov Yevgeni V.², C.Sc. (Engineering), Deputy Director
Климов Виктор Викторович¹,
научный сотрудник, e-mail: lion742@mail.ru
Klimov Victor V.¹, Researcher

¹Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

¹T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, ul. Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

²Филиал Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева в г. Междуреченске. Россия, 652881 Кемеровская обл., г. Междуреченск, пр.Строителей, 36

² Mezhdurechensk Branch T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 36, pr. Stroeteley, Kemerovo region, Mezhdurechensk, 652881, Russia

***Аннотация.** Увеличение нагрузки на очистной забой и повышение производительности труда в угольной отрасли является актуальной задачей и требует своевременного воссоздания очистного фронта. Для этого можно использовать метод сохранения выработок, прилегающих к очистному забою, оставленными целиками угля. А также, своевременный перемонтаж очистного комплекса из забоя отработанного выемочного столба в новый забой, который в значительной степени обеспечивается правильным выбором места заложения демонтажной камеры. Поскольку, как правило, расчетная линия останова очистного забоя под демонтаж не совпадает с объективно обусловленной, для установления действительной линии останова очистного забоя под демонтаж требуется проводить натурные исследования в очистном забое с целью определения истинного шага обрушения основной кровли.*

В статье освещаются результаты первого этапа исследований, направленных на:

1. Решение задачи по изучению причин, влияющих на состояние охраняемых выработок, что напрямую связано со снижением затрат по своевременной подготовке промышленных запасов, повышением нагрузки на очистные забои, снижением себестоимости добытого угля;

2. Определение параметров охранных целиков угля, оставляемых между выемочными столбами при различной глубине разработки;

3. Разработку мероприятий, направленных на снижение вредного влияния горного давления на охраняемые выработки;

4. Определение реального шага обрушения основной кровли путём натурных исследований необходимо для обоснованного выбора места заложения демонтажной камеры.

***Abstract.** The increase in output per a coal cutting face and increase in labor productivity in coal industry present an actual task and demand a timely preparation of the replacement cutting faces. For this purpose, it is possible to use a method of keeping the workings adjacent to the coal cutting face by using remaining*

coal pillars. Also, timely re-installation of the mining equipment from the completed extraction panel face to a new face is to a great extent ensured by a right choice of the place for the dismantling chamber. As a rule, the estimated stop line of the coal face for dismantling does not coincide with objectively stipulated. Therefore, in order to identify the actual stop line of the coal face for dismantling, it is required to conduct field studies in the coal face and to determine the real main roof caving increment.

The article reviews the results of the first stage of the studies aimed at the following:

1. Study the reasons influencing the condition of the protected workings that is directly connected with decrease in costs for timely preparation of replacement faces, increase in output per coal face, decrease in production cost of the extracted coal;
2. Determine the parameters of the protective coal pillar left between extraction panels with various depth of development;
3. Develop measures aimed at decreasing the adverse impact of rock pressure on the maintained workings;
4. Identify the real main roof caving increment by conducting field studies in order to make a proper choice of the place for the dismantling chamber.

Ключевые слова: очистной забой, очистной фронт, охранные целики, зона повышенного горного давления, конвергенция, горно – геологические условия, отслаивание угля с боков выработки, проседание кровли, пучение почвы в выработке, параметры горного давления, замерные станции, перемонтаж очистного комплекса, место заложения демонтажной камеры, характеристика вмещающих пород кровли, гипотеза балок, шаг обрушения.

Keywords: a coal cutting face, the replacement coal faces, protective pillar, a zone of the increased rock pressure, convergence, mining and geological conditions, rib spalling, a roof subsidence, floor soil swelling, parameters of rock pressure, telltale stations, face moving, the place of the dismantling chamber, the features of roof enclosing strata, a hypothesis of beams, a caving increment.

Увеличение нагрузки на очистной забой и повышение производительности труда в угольной отрасли является актуальной задачей и требует своевременного воссоздания очистного фронта. Мировой опыт показывает, что эту задачу можно решить в частности путём сохранения выработок, прилегающих к очистному забою, оставленными целиками угля. Параметры их в зависимости от горно-геологических условий рассчитываются по соответствующим нормативным документам [1], а затем корректируются в ходе отработки запасов в границах шахтного поля. Требования

одновременного проведения нескольких параллельных выработок, разделенных целиками угля, не только является технологией обеспечивающей своевременное оконтуривание выемочных столбов, но и диктуются требованиями безопасности по обеспечению запасного выхода при подготовке выемочных столбов большой протяженности. Однако оставление целиков угля для охраны выработок на вышележащих пластах приводит к образованию зон повышенного горного давления (ЗПГД) на нижележащих пластах (отработка пласта Бревевский). В данной статье рассмотрена отра-

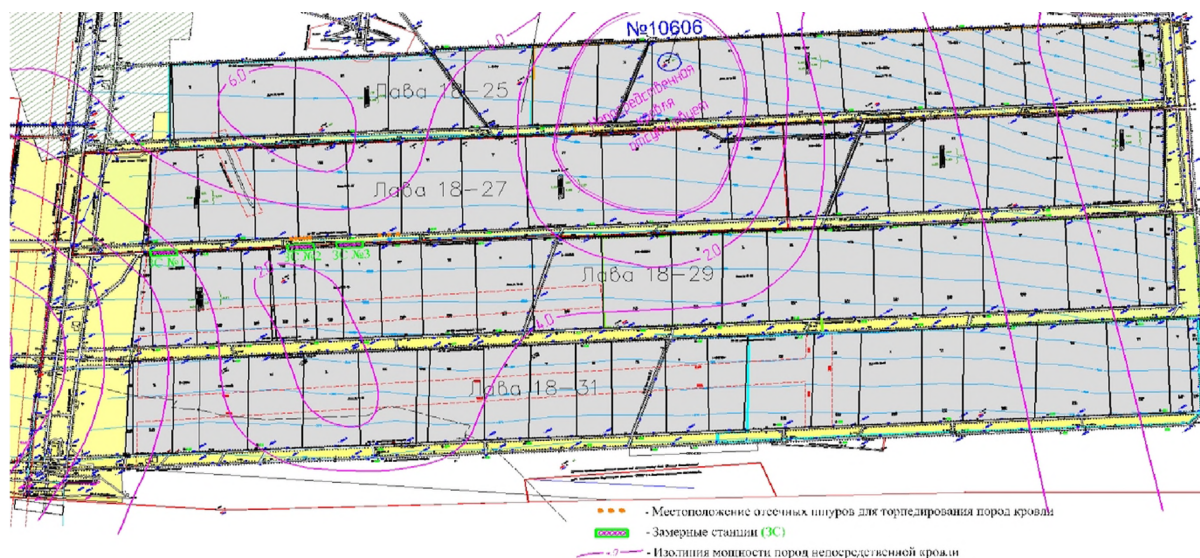


Рис. 1. Шахта Полысаевская, пласт Толмачёвский Восточная часть уклонного поля 18-2
Fig. 1. Mine Polysaevskaya, Seam Tolmachevsky, the Eastern part of the dip-working panel 18-2

ботка пл. Толмачёвский в уклонном поле 18-2 (рис. 1).

При отработке выемочных столбов по пласту Толмачевский в восточной части уклонного поля № 18-2 проводились исследования, направленные на выявление факторов, влияющих на состояние охранных целиков. В ходе исследований было установлено, что при нисходящей отработке выемочных столбов (№№ 18-25, 18-27, 18-29, 18-31) с увеличением глубины горно-геологические условия значительно ухудшались.

Это наблюдалось в виде изменения мощности и прочности основной кровли, наличия недостаточной мощности непосредственной кровли, изменения шага обрушения основной кровли [1], ее зависания. Что и вызывало необходимость разработки и принятия дополнительных технических решений по снижению негативного влияния опорного давления на межлавные целики [2].

Для оценки проводимых мероприятий в вентилиационном штреке № 18-29 были

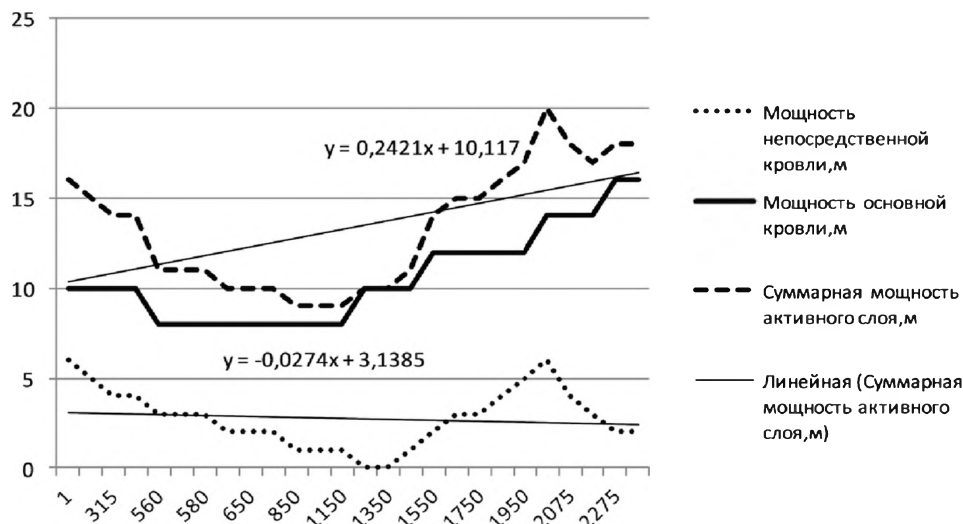


Рис. 2. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-27 при отработке в нисходящем порядке (восточная часть уклонного поля)
 Fig. 2. Thickness of the main and immediate roof in the extraction panel Tolmachevsky 18-27 mined in the descending order (the Eastern part of the dip-working panel)

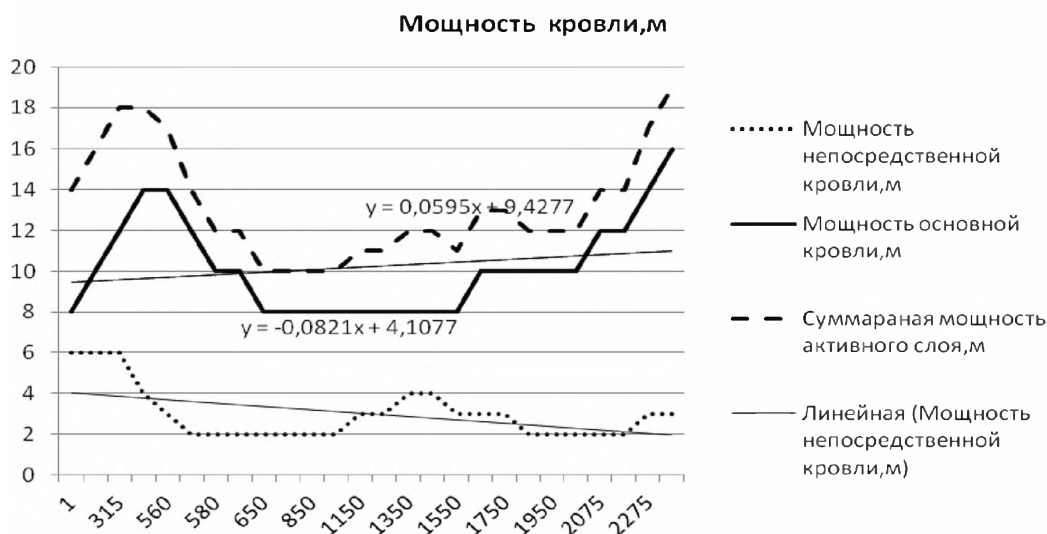


Рис. 3. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-29 при отработке в нисходящем порядке (восточная часть уклонного поля)
 Fig. 3. Thickness of the main and immediate roof in the extraction panel Tolmachevsky 18-29 mined in the descending order (the Eastern part of the dip-working panel)

оборудованы замерные станции 1, 2, 3. В итоге получен данные, подтверждающие снижение горного давления на целик между конвейерным штреком № 18-27 и вентиляционным штреком № 18-29 [3].

В нисходящем порядке было отработано 4 выемочных столба от 18-25 до 18-31, где и проводились исследования. Угол залегания пласта по падению в очистных забоях изменяется от 14° до 7-8°, глубина отработки от 310 до 460 м.

Целик между очистными забоями 18-25 и 18-27 составлял 17 м. При отработке лавы 18-25

опорное давление оказывало существенное влияние на состояние вентиляционного штрека 18-27. Это выражалось в:

- отслаивании угля с боков выработки на глубину до 1,0 м;
- проседании кровли до 0,5-0,7 м;
- пучении почвы по выработке до 1,2 м.

Намеченные меры усилению крепления кровли 18-27 вентиляционного штрека положительных результатов не дали. Крайне неудовлетворительным было состояние вентиляционного штрека на протяжении 420 м и в зоне сопряжения разрезной печи 18-27.

Таблица 1. Опорное давление в столбе 18-27 рассчитанное по площади пород склонных вывалообразованию по модели П. В. Егорова

Table 1. The reference pressure in panel 18-27 calculated by the area of strata prone to caving-in by P. V. Egorov model.

Длина от монтажной камеры	Средняя глубина залегания очистного забоя, м	Средний объемный вес пород активного слоя, Н/м ³	Суммарная мощность активного слоя, м	Шаг обрушения, м	Среднее гидростатическое давление, МПа	Давление зависших пород, МПа	Суммарное давление, рассчитанное с учетом веса зависших пород, МПа
1	425,9485	23054	16	35	9,819816719	12,91024	22,73005672
215	425,9485	23054	15	35	9,819816719	12,10335	21,92316672
315	425,9485	23054	14	35	9,819816719	11,29646	21,11627672
550	425,9485	23054	14	35	9,819816719	11,29646	21,11627672
560	425,9485	23054	11	35	9,819816719	8,87579	18,69560672
570	425,9485	23054	11	35	9,819816719	8,87579	18,69560672
580	425,9485	23054	11	35	9,819816719	8,87579	18,69560672
600	425,9485	23054	10	35	9,819816719	8,0689	17,88871672
650	425,9485	23054	10	35	9,819816719	8,0689	17,88871672
750	425,9485	23054	10	35	9,819816719	8,0689	17,88871672
850	425,9485	23054	9	35	9,819816719	7,26201	17,08182672
950	425,9485	23054	9	35	9,819816719	7,26201	17,08182672
1150	425,9485	23054	9	35	9,819816719	7,26201	17,08182672
1250	425,9485	23054	10	35	9,819816719	8,0689	17,88871672
1350	425,9485	23054	10	35	9,819816719	8,0689	17,88871672
1450	425,9485	23054	11	35	9,819816719	8,87579	18,69560672
1550	425,9485	23054	14	35	9,819816719	11,29646	21,11627672
1650	425,9485	23054	15	35	9,819816719	12,10335	21,92316672
1750	425,9485	23054	15	35	9,819816719	12,10335	21,92316672
1850	425,9485	23054	16	35	9,819816719	12,91024	22,73005672
1950	425,9485	23054	17	35	9,819816719	13,71713	23,53694672
2050	425,9485	23054	20	35	9,819816719	16,1378	25,95761672
2075	425,9485	23054	18	35	9,819816719	14,52402	24,34383672
2175	425,9485	23054	17	35	9,819816719	13,71713	23,53694672
2275	425,9485	23054	18	35	9,819816719	14,52402	24,34383672
2375	425,9485	23054	18	35	9,819816719	14,52402	24,34383672

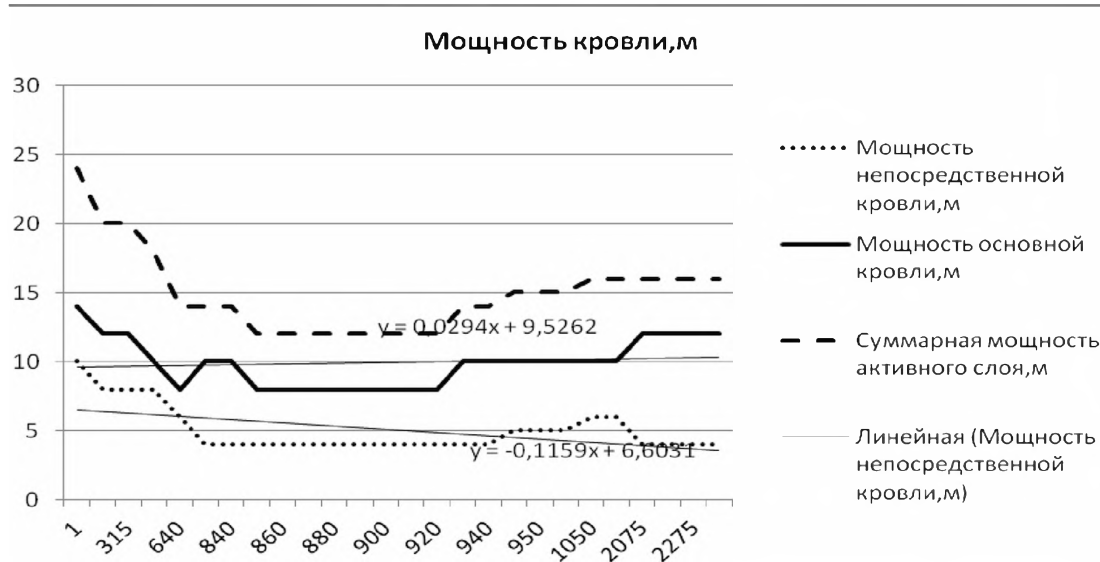


Рис. 4. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-31 при отработке в нисходящем порядке (восточная часть уклонного поля)
 Fig. 4. Thickness of the main and immediate roof in extraction panel Tolmachevsky 18-31 mined in the descending order (the Eastern part of the dip-working panel)

Таблица 2. Расчет примерных параметров опорного давления в очистном забое по грузовой площади активного слоя с учетом шага обрушения основной кровли
 Table 2. The estimation of approximate parameters of the reference pressure in the coal face by the cargo carrying area of the active layer taking into account the increment of the main roof caving

Выемочный столб	Глубина залегания уменьшенная на мощность активного слоя, м	Средний объемный вес пород активного слоя, Н/м ³	Расчетный шаг обрушения основной кровли, м	Средняя суммарная мощность активного слоя, м	Расчетное геостатическое давление, МПа	Расчетная нагрузка на 1м ² активного слоя МПа/м ²	Расчетное опорное давление от зависших консолей, МПа	Суммарное опорное давление, МПа
18-27	425,9485	23054	35	13,38	10,05154	0,30846252	10,796188	20,8477282
18-29	422,77	23054	35	13,23	10,05154	0,30500442	10,675155	20,7266947
18-31	451,64	23054	40	14,36	10,74316	0,33105544	13,242218	23,9853776

После обследования вентиляционного штрека 18-27 было принято решение о проведении дополнительно параллельной выработки 18-27^{бис} с оставлением между ними целика 35 м.

С целью исключения негативных последствий проявления опорного давления, начиная со сбойки № 5, был увеличен до 26,5 м целик между вентиляционным штреком 18-29 и конвейерным штреком 18-27. Также было принято решение произвести инструментальные наблюдения за движением массива пород. Эти наблюдения проводились с помощью трех замерных станций, а также при визуальном

обследовании состояния контура и крепи выработки, охраняемой по способу массив - целик угля. Работы осуществлялись согласно разработанной методики проведения шахтных измерений. Зоны ПГД, образовавшиеся от целиков угля, оставленных при отработке пласта Бреевский, также оказали влияние на параметры горного давления.

В результате проведенных исследований были разработаны мероприятия по снижению опорного давления на межштрековый целик, возникающего от образующейся консоли основной кровли, путём принудительного её обрушения с помощью БВР [4].

Инструментальные наблюдения показали, что с момента заложения замерных станций в вентиляционном штреке смещение пород кровли в штреке составило до 40 мм, эти смещения были обусловлены воздействием смежной лавы, зона опорного давления которой отмечалась, начиная с 20 м впереди забоя. Смещения пород преимущественно замковой части выработки со стороны охранного целика происходило в 2 раза интенсивнее, чем со стороны массива. Это происходило вследствие активного воздействия консоли пород на охранный целик, а также из-за того, что напротив данного участка выработки не проводилось предварительное разупрочнение

пород кровли. Своевременный перемонтаж очистного комплекса из забоя отработанного выемочного столба в новый забой в значительной степени обеспечивается правильным выбором места заложения демонтажной камеры.

Поскольку, как правило, расчетная линия остановки очистного забоя под демонтаж не совпадает с объективно обусловленной, для установления действительной линии остановки очистного забоя под демонтаж требуется проводить натурные исследования в очистном забое с целью определения истинного шага обрушения основной кровли.

Таблица 3. Расчет опорного давления в столбе 18-27 с учетом угла падения пласта, коэффициента бокового распора пород, угла обрушения толщи пород и шага обрушения пород основной кровли по модели С. Г. Авершина

Table 3. The calculation of the reference pressure in panel 18-27 taking into account the seam dip angle, the coefficient of lateral rocks thrust, the angle of the strata caving and the increment of main roof strata caving by S. G. Avershin model

Длина от монтажной камеры	Средняя глубина залегания очистного забоя, м	Средний объемный вес пород активного слоя, Н/м ³	Ср. угол залегания пласта α , град	Средний коэффициент бокового распора, η	Коэффициент учитываемый α, η	Суммарная мощность акт. слоя, м	Шаг обрушения, м	Нормальная составляющая веса зависящих пород, МПа	Среднее гидростатическое давление, МПа	Суммарное опорное давление МПа
1	425,9485	23054	6	0,5	0,945	16	35	13,49966992	9,819816719	23,31948664
215	425,9485	23054	6	0,5	0,945	15	35	12,57979837	9,819816719	22,39961509
315	425,9485	23054	6	0,5	0,945	14	35	11,67007912	9,819816719	21,48989584
2535405	425,9485	23054	6	0,5	0,945	14	35	11,67007912	9,819816719	21,48989584
560	425,9485	23054	6	0,5	0,945	11	35	9,001835094	9,819816719	18,82165181
570	425,9485	23054	6	0,5	0,945	11	35	9,001835094	9,819816719	18,82165181
580	425,9485	23054	6	0,5	0,945	11	35	9,001835094	9,819816719	18,82165181
600	425,9485	23054	6	0,5	0,945	10	35	8,132724999	9,819816719	17,95254172
650	425,9485	23054	6	0,5	0,945	10	35	8,132724999	9,819816719	17,95254172
750	425,9485	23054	9	0,5	0,988	10	35	8,502785502	9,819816719	18,32260222
850	425,9485	23054	9	0,5	0,988	9	35	7,604742844	9,819816719	17,42455956
950	425,9485	23054	9	0,5	0,988	9	35	7,604742844	9,819816719	17,42455956
1150	425,9485	23054	9	0,5	0,988	9	35	7,604742844	9,819816719	17,42455956
1250	425,9485	23054	9	0,5	0,988	10	35	8,502785502	9,819816719	18,32260222
1350	425,9485	23054	9	0,5	0,988	10	35	8,502785502	9,819816719	18,32260222
1450	425,9485	23054	12	0,5	0,988	11	35	9,411442405	9,819816719	19,23125912
1550	425,9485	23054	12	0,5	0,988	14	35	12,20109859	9,819816719	22,02091531
1650	425,9485	23054	12	0,5	0,988	15	35	13,15221248	9,819816719	22,9720292
1750	425,9485	23054	12	0,5	0,988	15	35	13,15221248	9,819816719	22,9720292
1850	425,9485	23054	12	0,5	0,988	16	35	14,11394061	9,819816719	23,93375733
1950	425,9485	23054	12	0,5	0,988	17	35	15,08628299	9,819816719	24,90609971
2050	425,9485	23054	12	0,5	0,988	20	35	18,06699561	9,819816719	27,88681233
2075	425,9485	23054	12	0,5	0,988	18	35	16,06923962	9,819816719	25,88905634
2175	425,9485	23054	12	0,5	0,988	17	35	15,08628299	9,819816719	24,90609971
2275	425,9485	23054	12	0,5	0,988	18	35	16,06923962	9,819816719	25,88905634
2375	425,9485	23054	12	0,5	0,988	18	35	16,06923962	9,819816719	25,88905634

Для определения реального шага обрушения основной кровли использовались гидравлические манометры-самописцы. Полученные данные после соответствующей обработки позволяли с достаточной точностью не только получить уточненный шаг обрушения основной кровли, но и определить, что обрушение основной кровли происходит в три этапа за счет растительных прослоек в основной кровле. Это в какой-то мере снижает общее горное давление и динамическое воздействие на крепь, а также нагрузку на охранный целик.

Характеристика вмещающих пород является одним из ключевых факторов, оказывающих влияние на состояние горных выработок, при воздействии на них опорного давления. Ниже приведена характеристика кровли пласта Толмачевский при отработке в нисходящем порядке (восточная часть уклонного поля), (рис. 2, 3, 4), полученная на основе шкалы мощностей пород основной и непосредственной кровли и их суммы (активного слоя).

На основании графика, представленного на рис. 2, согласно [5, С. 39], были получены зависимости проявления горного давления от мощности активного слоя кровли по длине выемочного столба 18-27.

Характеристика кровли в выемочном столбе 18-29 пласта Толмачевский при отработке в нисходящем порядке (восточная часть уклонного поля) представлена на рис. 3.

Характеристика кровли в выемочном столбе 18-31 пласта Толмачевский при отработке в нисходящем порядке (восточная часть уклонного поля) представлена на

Расчет суммарного опорного давления в столбе 18-27, рассчитанное по площади пород, склонных к вывалообразованию приведен в табл. 1

Расчет ориентировочных параметров опорного давления в очистных забоях по грузовой площади активного слоя с учетом шага обрушения основной кровли в уклонном поле 18-2 приведен в табл. 2.

С. Г. Авершин [6] определяет нормальную составляющую веса зависающих пород толщи основной кровли по модели. Результаты расчёта опорного давления в столбе 18-27 по предлагаемой методике с учетом горно-геологических характеристик пласта представлены в табл. 3.

В результате исследований, проведённых по различным методикам, получены различные длины шага обрушения основной кровли в выемочном столбе 18-27 пласта Толмачевский.

Согласно гипотезе балок длина зависших консолей обуславливается шагом обрушения основной кровли, который по геологическому прогнозу составляет 35 м. Действительный шаг

обрушения, установленный по показаниям манометров, составляет 23 м. Поскольку натурные исследования являются наиболее достоверными - расчет параметров опорного давления в выемочном столбе 18-27 пласта Толмачевский, проводился с длиной шага обрушения 23 м. В данном случае необходим учет изгибающих моментов от неравномерно распределенной нагрузки, которая равна грузовой площади, определяемой по эмпирической кривой, умноженной на плечо равнодействующей.

Изгибающий момент $M(x)$ от неравномерно распределенной нагрузки равен грузовой площади лежащей по одну сторону от сечения, на расстоянии от центра тяжести этой площади, до рассматриваемого сечения (плечо равнодействующей - Rq).

Площадь для столба 18-27 заключена эмпирической кривой:

$$y = -\frac{1}{2}x^2 + 8,43x - 2,$$

и ограничивающей прямой $y = 2$ (мощность пласта) (рис. 5).

Тогда по определенному интегралу, $x = \frac{l}{2}$

площадь определится:

$$S = \int_0^{23} \left(-\frac{1}{2}x^2 + 8,43x - 2 \right) dx = 156 \text{ м}^2$$

Тогда равнодействующая нагрузка в точке

$x = \frac{l}{2} x = \frac{l}{2} x = \frac{l}{2}$, будет равна:

$Rq = \gamma \cdot S = 2,3 \text{ т/м}^3 \cdot 156 \text{ м}^2 = 358,8 \text{ т/м}$ (линейная нагрузка).

Следовательно, максимальный изгибающий момент в точке, отстоящей на 23 м от начала заложения монтажной камеры определится:

$$M(x) = -Rq \cdot l = 358,8 \text{ т/м} \cdot 23 \text{ м} = 82,52 \text{ МПа}.$$

Данный момент превышает опорное давление, рассчитанное по С. Г. Авершину (25,9 МПа) и по П. В. Егорову (25,95 МПа) в 3,2 раза (рис. 6), однако вполне соответствует расчёту, выполненному по методике А. А. Борисова.

Графики проявления опорного давления в выемочном столбе 18-27 (нисходящий порядок), рассчитанного по различным моделям, и с авторской корректировкой на учет изгибающих моментов зависающих консолей пород приведены на рис. 6.

Результаты расчета опорного давления в столбе 18-27, выполненного согласно методике П. В. Егорова [7] (формула 10) по площади пород склонных к вывалообразованию, приведены в табл. 8.

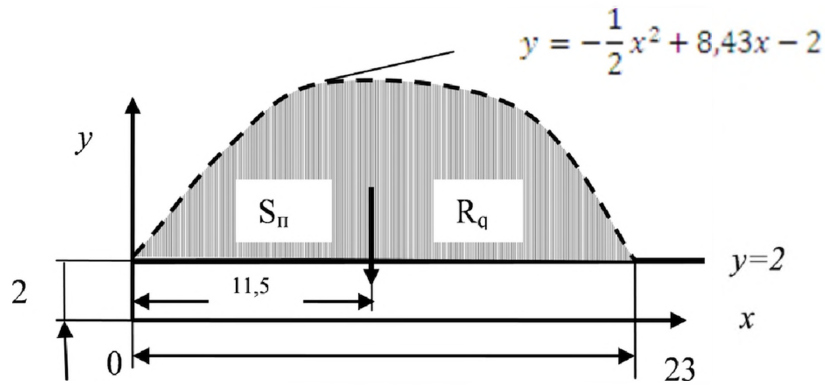


Рис. 5. Кривая грузовой площади $y = -1/2 x^2 + 8,43x - 2$ в зоне влияния очистного забоя 18-27 ограниченная прямой $y=2$, характеризующая мощности угольного пласта
 Fig. 5. The curve of the cargo-carrying area in the zone of influence of coal face 18-27 limited by straight line $y=2$ that characterizes the thickness of the coal seam

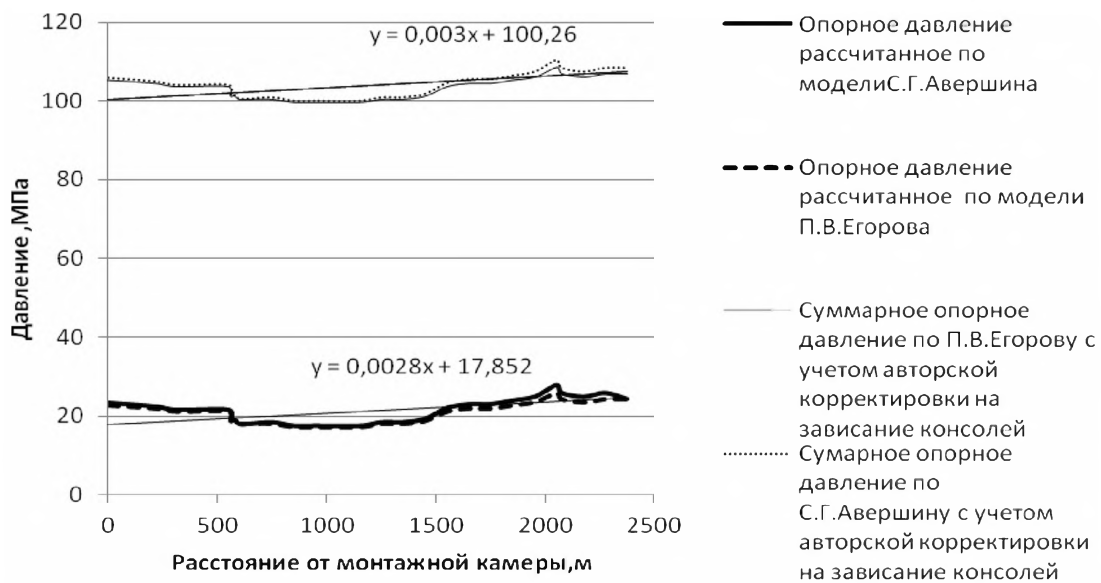


Рис. 6. Проявление опорного давления в выемочном столбе 18-27 нисходящий порядок, рассчитанного по различным моделям, без учета изгибающих моментов зависающих консолей пород
 Fig. 6. The manifestation of the reference pressure in extraction panel 18-27 mined by descending order, calculated according to different models, without taking into account the deflection moments of hanging rock forepoles

График проявления интенсивности опорного давления у границы отработки выемочного столба, с учетом шага обрушения, полученного экспериментальным путем, и с учётом изгибающих моментов, от зависания консолей основной кровли приведен на рис. 7.

Результаты исследований, полученные расчётным путём и оформленные в виде графиков подтверждаются теорией А. А. Борисова о том, что пределы изменения максимальной интенсивности опорного давления составляют:
 $q_{с\grave{a}\grave{e}} = (1,5 - 5) \gamma H$.

Выводы

1. Решение задачи по изучению причин, влияющих на состояние охраняемых выработок,

направлено на снижение затрат по своевременной подготовке промышленных запасов, повышению нагрузки на очистные забои, снижению себестоимости добытого угля;

2. Охранный целик угля шириной менее 20-25 м, оставляемый между выемочными столбами при глубине разработки 450 м, не обеспечивает нормального эксплуатационного состояния охраняемой выработки;

3. Правомерны рекомендации ВНИМИ о том, что для условий глубины разработки угольного пласта 450 м ширина охранного целика должна быть равной не менее 30 м;

4. Применение предварительного



Рис. 7. Проявление интенсивности (скачков) опорного давления в момент обрушения пород активного слоя у границы отработки выемочного столба 18-27 (по манометрам – самописцам)
Fig. 7. A manifestation of intensity (spikes) of the reference pressure at the moment of collapse of rocks in the active layer near the border of the mining pillar 18-27 (pressure – recorder)

разупрочнения пород кровли в 2-3 раза снижает скорость конвергенции пород;

5. Определение реального шага обрушения

основной кровли путём натуральных исследований необходимо для обоснованного выбора места заложения демонтажной камеры.

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°. 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 состояние 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.

REFERENCES

1. Ukazaniya po upravleniju gornym v ochistnyh zabojah pod (nad) celikami i kraevymi chastjami pri razrabotke svity plastov moshhnost'ju do 3,5 m i s uglom padenija do 35°. Leningrad : VNIMI, 1984. – p.59.
2. Klimov, V.V. Issledovanie vlijaniya opornogo davljenija ochistnogo zaboja 18-8 na konvejernyj shtrek 18-6 i ego kreplenie na plaste «Tolmachjovskij» v granicah shahtnogo polja shahty «Polysaevskaja» / V. V. Klimov, A. V. Remezov, R. R. Zajnuln // Ugol'. – № 4. – 2015. – pp. 38-41.

3. Klimov, V.V. Ocenka i rajonirovanie shahtnyh polej mestorozhdenij Kuz-bassa po faktoru geotektonicheskogo vozdejstvija / V. V. Klimov, A. V. Remezov, A. I. Zharov // Sb.statej uchastnikov VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Innovacii v tehnologijah i obrazovanii» 28-29 marta 2014.; v 4 ch. / Filial KuzGTU v g.Belovo.- Belovo: izd-vo filiala KuzGTU v g. Belovo, Rossija ; izd-vo un-ta «Sv. Ki-rilla i Sv. Mefodija», Veliko Tyrново, Bolgarija, 2014. - Ch. 1. - pp. 248-250.

4. Klimov, V.V. Issledovanie vlijanija opornogo davlenija, formiruemogo ochi-stnym zaboem na sostojanie prilegajushhijh gornyh vyrabotok v uslovijah otrabotki ugol'nyh plastov srednej moshhnosti na shahtah OAO «SUJeK-Kuzbass» kak v nishodja-shhem, tak i v voshodjashhem porjadke na primere otrabotki zapasov uglja v granicah shaht-nogo polja shahty «Polysaevskaja» / V. V. Klimov, A. V. Remezov // Vestnik RAEN ZSO - vypusk 15.2013. – pp. 30-38.

5. Gornoe davlenie. Ego projavlenija pri vedenii gornyh rabot v massive gornyh porod / A. V. Remezov, I. K. Kostinec, V. G. Haritonov, N. V. Rjabkov, A. I. Zharov, V. V. Klimov, I. L. Haritonov, S. V. Novoselov / Kemerovo. - 2013. – p.681.

6. Avershin, S. G. Sdvizhenie gornyh porod pri podzemnyh razrabotkah / Ugle-tehizdat, 1947.

7. Geomehanika / P. V. Egorov, G. G. Shtumpf, A. A. Renev [i dr.] // Gos. uchrezhdenie Kuzbas. gos. tehn. un-t. – Kemerovo. 2002. – p.339.

*Поступило в редакцию 29 мая 2017
Received 29 May 2017*

ISSN 1999-4125

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

4-17



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

№4 (122) 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

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 ПИ №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. Тынкевич

Технический редактор
О.А. Останин

Дизайн обложки
Ю.Е. Волчков, 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

Подписано к печати 19.07.2017

Формат 60×84 /8.
Бумага офсетная.
Отпечатано на МФУ
Уч.-изд. л. 26,87.
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



№ 4 (122) 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)
Mamatiev 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

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
Yu.E. Volchkov, D.A. Borodin

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

Tel.: +7-3842-39-63-14
Web-site: vestnik.kuzstu.ru

Signed for publication on 19.07.2017

Format 60×84 /8.
Offset paper.
Imprinted on MFPs
Published sheets 26,87.
Edition 150 copies.

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Соколов М.В., Простов С.М.*
Геомеханическое обоснование параметров инъекционного закрепления аварийного грунтового основания здания
- Голик В.И., Разоренов Ю.И., Дзеранов Б.В.*
Комбинированная доставка твердеющих смесей на удаленные участки месторождений
- Коларов М.Ф.*
Построение пространственных изображений трещин при использовании альтернативных методов микросейсмо-мониторинга гидроразрыва пласта
- Козырева Е.Н., Шинкевич М.В.*
Проветривание и дегазация выемочного участка при интенсивном метановыделении из обрабатываемого пласта и вмещающих пород
- Ремезов А.В., Торро В.О., Кузнецов Е.В., Климов В.В.*
Анализ проявления опорного давления при нисходящем порядке отработки выемочных столбов по пласту Толмачёвский
- Торро В.О., Ремезов А.В., Кузнецов Е.В., Климов В.В.*
Анализ инструментальных наблюдений за конвергенциями в конвейерном штреке 18-8 при отработке выемочных столбов по пласту Толмачёвский в восходящем порядке
- Масаев Ю.А., Политов А.П., Масаев В.Ю.*
Совершенствование технологии возведения бетонных крепей для подземных горных выработок
- Счастливец Е.Л., Юкина Н.Н.*
Формирование территориальных кластеров на реке Тотьма по свойствам распространения загрязнений

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Герике П.Б.*
Обоснование комплексного подхода к виброанализу в рамках создания методики испытаний горно-шахтного оборудования

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Непша Ф.С., Ефременко В.М.*
Оценка влияния работы устройства регулирования под нагрузкой на уровень потерь активной мощности в силовых трансформаторах
- Скребнева Е.В., Пустовой В.А.*
Выбор автономного источника электроэнергии для промышленных предприятий на примере ООО ПО «Химпром»
- Кубарев В.А., Корнеев В.А., Галлямова О.Р.*
Модуль управления электроприводом шахтной подъёмной машины в режиме замедления на основе нечеткой логики
- Колмаков Н.М., Баховцев И.А.*
Коэффициенты гармоник выходных параметров АИН при гитсрезеисном управлении по напряжению
- Малахова Т.Ф., Захаренко С.Г., Захаров С.А., Кудряшов Д.С., Скребнева Е.В., Балаганский А.О.*
Грозовые явления и защита систем электроснабжения от атмосферных перенапряжений

CONTENTS

EARTH SCIENCES

- 5 *Sokolov M.V., Prostov S.M.*
Geomechanical justification of the parameters for injection consolidation of hazardous ground foundation of a building
- 14 *Golik V.I., Razorenov Yu.I., Dzeranov B.V.*
Combined delivery of hardening mixtures to remote deposit sites
- 20 *Kolarov M.F.*
Spatial imaging of fractures when using alternative methods for microseismic monitoring of seam hydraulic fracturing
- 28 *Kozyreva E.N., Shinkevich M.V.*
Ventilation and degassing in the extraction panel with intensive methane release from the mined seam and enclosing strata
- 37 *Remezov A.V., Torro V.O., Kuznetsov Ye.V., Klimov V.V.*
The analysis of manifestation of bearing pressure at the descending order of extraction panels mining in seam Tolmachyovsky
- 47 *Remezov A.V., Torro V.O., Kuznetsov Ye.V., Klimov V.V.*
Analysis of instrumental monitoring of convergences in conveyor roadway 18-8 during mining of extraction panels in seam Tolmachyovsky in the ascending order
- 58 *Masaev Yu.A., Politov A.P., Masaev V.Y.*
Improving the technology of construction of concrete supports for underground mine workings
- 67 *Schastlivtsev E.L., Yukina N.I.*
Formation of territorial clusters on the Tom river by the properties of pollution spreading

TRANSPORT, MINING, CONSTRUCTION MECHANICAL ENGINEERING

- 76 *Gericke Pavel B.*
Substantiation of an integrated approach to vibroanalysis in the framework of creating a test procedure for mining equipment

ELECTRICAL ENGINEERING

- 84 *Nepsha F.S., Efremenko V.M.*
Evaluation of the influence of the on-load tap-changing device on the level of active power losses in power transformers
- 90 *Skrebneva E.V., Pustovoy V.A.*
Selection of an autonomous electric power source for industrial enterprises on an example of ООО ПО "Khimprom"
- 94 *Kubarev V.A., Korneev V.A., Gallyamova O.R.*
Fuzzy logic based module for mine winder electric drive control in the deceleration state
- 102 *Kolmakov N.M., Bakhovtsev I.A.*
Total harmonic distortion of VSI with hysteresis voltage control
- 110 *Malakhova T.F., Zakharenko S.G., Zakharov S.A., Kudryashov D.S., Skrebneva E.V., Balaganskij A.O.*
Lightning storms and protection of power supply systems against atmospheric overvoltage

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Герасимов С.П., Дворников Л.Т.* 117
Кинестатический анализ шестизвенной группы нулевой подвижности. применительно к трехсателлитной планетарной передаче
- Плотвина А.О., Нешев А.В., Черкасова Т.Г.*
Исследование емкости рынка ТКР в Кузбассе, а также экономический эффект и возможность замещения ремкомплектов для ремонтов турбокомпрессоров спецтехники импортного производства
- Шахматов К.С., Доя Д.В., Басова Г.Г.* 126
Способ определения вязкости жидкостей малых объемов
- Ермилов Е. А., Ковальский Б.И., Олейник В.З., Батов Н.С.* 130
Метод контроля термоокислительной стабильности моторных масел

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Михайлова Е.С., Хайрулин С.Р., Сальников А.В., Кузнецов В.В., Чичкань А.С., Чесноков В.В., Подьячев О.Ю., Исмагилов З.Р.*
Разработка и создание установки каталитического синтеза углеродных наноматериалов
- Бунеева Е.И., Трысанов Б.Г.* 147
Методы определения структуры угля
- Михайлова Е.С., Кузнецов В.В., Подьячева О.Ю., Чичкань А.С., Сальников А.В., Чесноков В.В.* 155
Установка для подготовки и проведения ИЖ-спектроскопических исследований углеродных наноматериалов
- Федорова Н.И., Михайлова Е.С., Исмагилов З.Р.* 164
Физико-химические свойства витринитовых концентратов углей Кузнецкого бассейна
- Козлов А.П., Зыков И.Ю., Дудникова Ю.Н., Федорова Н.И., Исмагилов З.Р.* 170
Синтез углеродных сорбентов из природноокисленного барзасского угля, импрегнированного гидроксидом калия
- Пучков С.В., Непомнящих Ю.В.* 176
Оценка энергий разрыва СН-связей 2-бутанола квантово-химическими методами

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Решетова Т.А., Стародубов А.Н.* 182
Разработка подсистемы моделирования проблемно-ориентированного имитатора сетей Петри для проектирования очистных работ на угольных шахтах
- Тупицын А.В.* 189
Анализ современных подходов к обоснованию проектных решений на основе компьютерного моделирования
- Вниманию авторов* 197

MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCES

- Gerasimov S.P., Dvornikov L.T.* 117
Kinestatics analysis of a six-membered group of zero mobility in relation to the three satellite planetary gear
- Plotvina A.O., Neshev A.V., Cherkasova T.G.* 121
Research of market capacity, economic effect and possibility of replacement of repair components for repair of turbochargers on special-purpose vehicles of foreign production
- Shahmatov K.S., Dony D.V., Basova G.G.* 126
Method for determining the viscosity of small volume fluids
- Ermilov E.A., Kovalsky B.I., Oleinik V.Z., Batov N.S.* 130
Method for controlling the thermal oxidation stability of motor oils

CHEMICAL TECHNOLOGY

- Mikhailova E.S., Khairulin S.R., Salnikov A.V., Kuznetsov V.V., Chichkan AS., Chesnokov V.V., Podyacheva O.Yu., Ismagilov Z.R.* 135
Development and construction of the installation for catalytic synthesis of carbon nanomaterials
- Buneeva E.I., Trysanov B.G.* 147
The methods of coal structure determination
- Mikhailova E.S., Ismagilov Z.R.I., Kuznetsov V.V., Podyacheva O. Yu, Chichkan A.S., Salnikov A.V., Chesnokov V.V.* 155
Laboratory setup for preparation and conducting ftr experiments on carbon nanomaterials
- Fedorova N.I., Mikhailova E.S., Ismagilov Z.R.* 164
Physical and chemical properties of the vitrinite concentrates of the Kuznetsk basin coals
- Kozlov A.P., Zykov I.Yu., Dudnikova Yu.N., Fedorova N.I., Ismagilov Z.R.* 170
Synthesis of carbon sorbents from naturally oxidated barzas coal impregnated with potassium hydroxide
- Puchkov S.V., Nepomnyashchikh Yu.V.* 176
Estimation of CH-bond dissociations energies of 2-butanol by quantum-chemical methods

THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

- Reshetova T.A., Starodubov A.N.* 182
Development of the subsystem of simulation of the problem-oriented imitator of the petri nets for designing of coal face mining operations in coal mines
- Tupitsyn A.V.* 189
Analysis of modern approaches to the justification of design solutions based on computer modeling
- Instructions to authors* 197