

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-4-47-57
УДК 622.831.1

**АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КОНВЕРГЕНЦИЯМИ
В КОНВЕЙЕРНОМ ШТРЕКЕ 18-8 ПРИ ОТРАБОТКЕ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ
ПО ПЛАСТУ ТОЛМАЧЁВСКИЙ В ВОСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ**

**ANALYSIS OF INSTRUMENTAL MONITORING OF CONVERGENCES IN
CONVEYOR ROADWAY 18-8 DURING MINING OF EXTRACTION PANELS IN
SEAM TOLMACHYOVSKY IN THE ASCENDING ORDER**

Торро Виктор Оскарович,²
старший преподаватель, e-mail: torrovo@mail.ru
Torro Victor O.², Senior lecturer
Ремезов Анатолий Владимирович,¹
доктор техн. наук, профессор, e-mail: lion742@mail.ru
Remezov Anatoly V.¹, Dr. Sc., Professor
Кузнецов Евгений Владимирович,²
кандидат техн. наук, заместитель директора
Kuznetsov Yevgeni V.², C.Sc. (Engineering), Deputy Director
Климов Виктор Викторович,¹
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. В данной статье приведены результаты исследований, выполненных при отработке выемочных столбов на западной части уклонного поля 18-2, по пласту «Толмачёвский», на шахте «Польсаевская», в восходящем порядке. Целью исследований являлось определение оптимальных размеров охранных целиков угля для выработок оконтуривающих выемочный столб и определение рационального места заложения демонтажной камеры.

Наблюдения сдвижением массива проводились на пяти замерных участках (замерных станциях), а также путём визуального обследования состояния контура и крепи выработки, охраняемой по способу «массив - целик угля». Работы осуществлялись согласно разработанной методики проведения шахтных исследований.

В результате исследований, выполненных при отработке выемочных участков 18-10, 18-8 и 18-6 в восходящем порядке, были решены все поставленные задачи. В частности было установлено, что при нисходящем порядке отработки выемочных столбов по сравнению с восходящим порядком на пластах пологого падения, опорное давление на межлавные целики увеличивается в 1,7-2,5 раза от действия максимального изгибающего момента зависающих консолей, т. е. $M(x)_{asc.} = (0,4-0,6)M(x)_{desc.}$

Abstract. This article shows the results of the study conducted during mining of extraction panels in the western part of dip-working panel 18-2 in Tolmachyovsky seam at Polysayevskaya mine in the ascending order. The purpose of the study was to determine the optimum sizes of coal safety pillar for the developments delineating an extraction pillar and to identify the practical place for driving a dismantling chamber.

Observations over displacement of the massif were made in five measuring points (measuring stations), and also by visual inspection of the condition of the contour and the supports of the development protected by the massive - coal pillar method. The studies were carried out in accordance with the developed mine test technique.

As a result of the studies conducted during mining of extraction panels 18-10, 18-8 and 18-6 in ascending order, all objectives were solved. In particular it was established that at the descending order of mining extrac-

tion panels columns in comparison with the ascending order on flat seams, the bearing abutment pressure on pillars between longwalls increases by 1.7-2.5 times due to the action of the maximum bending moment of hanging cantilevers, i.e. $M(x)_{voskh.} = (0,4-0,6) M(x)_{niskh.}$

Ключевые слова: очистной забой, очистной фронт, охранные целики, зона повышенного горного давления, горно-геологические условия, отслаивание угля с боков выработки, проседание кровли, горного давления, очистной комплекс, демонтажная камера, гипотеза балок, шаг обрушения.

Keywords: a mining face, replacement longwalls, safety pillar, a zone of the increased rock pressure, mining geological conditions, coal spalling from side walls, roof subsidence, rock pressure, set of longwall mining equipment, dismantling chamber, a hypothesis of beams, a roof caving increment.

В 2010-2013г.г. произведена отработка западной части уклонного поля 18-2 пласта Толмачевский в восходящем порядке, в итоге появилась возможность сравнить результаты различных вариантов порядка отработки.

С переходом ведения горных работ по добыче угля в западную часть уклонного поля 18-2 представилась реальная возможность исследовать зависимость влияния опорного давления от очистного забоя на поддерживаемые оконтуривающие выемочный столб выработки при смене порядка отработки столбов в уклонном поле.

При восходящем порядке отработки, как и при нисходящем порядке проводились исследования по изучению основной кровли, в части ее мощности, крепости, склонности к обрушению, с целью определения параметров охранных целиков между вентиляционными и конвейерными штреками подготавливаемых выемочных столбов №№ 18-10, 18-8, 18-6 [1]. Кроме того, был уточнен действительный шаг обрушения основной кровли для определения места заложения демонтажной камеры [2].

Для решения вышеуказанных задач на конвейерном штреке № 18-8 оборудовалось пять замерных станций, а в поршневую полость ряда гидравлических стоек для исследования динамики изменения нагрузки на мехкрепь устанавливались гидравлические манометры- самописцы (рис. 1, 2, 3).

Конвейерный штрек №18-8 проведен по пласту Толмачевский правосторонней части панели уклонного поля 18-2. Выработка пройдена в пределах пласта Толмачевский мощностью 2,28 м. Глубина заложения – 415-422 м. Высота выработки 2,6 м, ширина 4,0 м. Штрек закреплен сталеполимерной анкерной крепью типа А20В. Длина анкеров в кровле - 2,2 м, в боках - 1,6 м. Основной опорный элемент верхняк типа «штрипс» толщиной 1,5мм, длиной 4 м. Шаг крепления 0,8 м, по 5 анкеров в ряду. Перетяжка кровли осуществляется решетчатой затяжкой размером 1,2×1,0 м. На локальных участках, расположенных в зонах повышенного горного давления (ПГД) кровля выработки в промежутках между верхняками усилена анкерами типа А20В длиной 2,2 м по 2 анкера в ряду.

Наблюдения сдвижением массива проводились на пяти замерных участках (замерных станциях), а также путём визуального обследования

состояния контура и крепи выработки, охраняемой по способу «массив - целик угля». Работы осуществлялись согласно разработанной методики проведения шахтных исследований [3, 4].

Заложение 5 замерных станций (далее по тексту - замерных участков - ЗУ) в конвейерном штреке 18-8 было осуществлено 29.03.11 г. (рис. 1, 2).

На начало наблюдений 29.03.11 очистной забой находился на участке ПК 132 конвейерного штрека 18-8, что составило в среднем 520-525 м от фактического расположения ЗУ № 1.

Каждый замерный участок, включающий в себя от 5 до 10 замерных пунктов был расположен, как в зоне влияния ПГД, так и вне зоны ПГД. Средняя скорость подвигания очистного забоя № 18-10 на момент начала наблюдений достигала 8 м/сут. Следует отметить, что при отходе лавы 18-10 от монтажной камеры на 30 м произошла первичная посадка основной кровли.

Среднее значение общих смещений по всем 5 замерным пунктам замерного участка № 1 составило 46 мм.

В целом инструментальные наблюдения за смещением пород кровли и почвы в конвейерном штреке № 18-8 показали что, влияние опорного давления вызванного работой очистного забоя № 18-10 численно выразилось в уровне общих смещений пород кровли равных в среднем 40-50 мм за 6 месячный период наблюдений, при следующих условиях: ширина охранных целика между выемочными участками составляла 26 м; на участках конвейерного штрека 18-8, расположенного в зонах ПГД было дополнительно усилено основное крепление выработки путём увеличения плотности анкерования пород в 2 раза.

Установлено, что за весь текущий период инструментальных наблюдений максимальная скорость сближения кровли и почвы (вертикальной конвергенции пород) на замерных участках (№ 4, № 5), расположенных в зоне ПГД была достигнута на расстоянии 30-40 м от расположения лавы 18-10 и составляла до 2 мм/сут. На замерных участках, расположенных вне зоны ПГД, на расстоянии от лавы до 500 м, средняя скорость конвергенции пород изменялась и составляла до 1 мм.

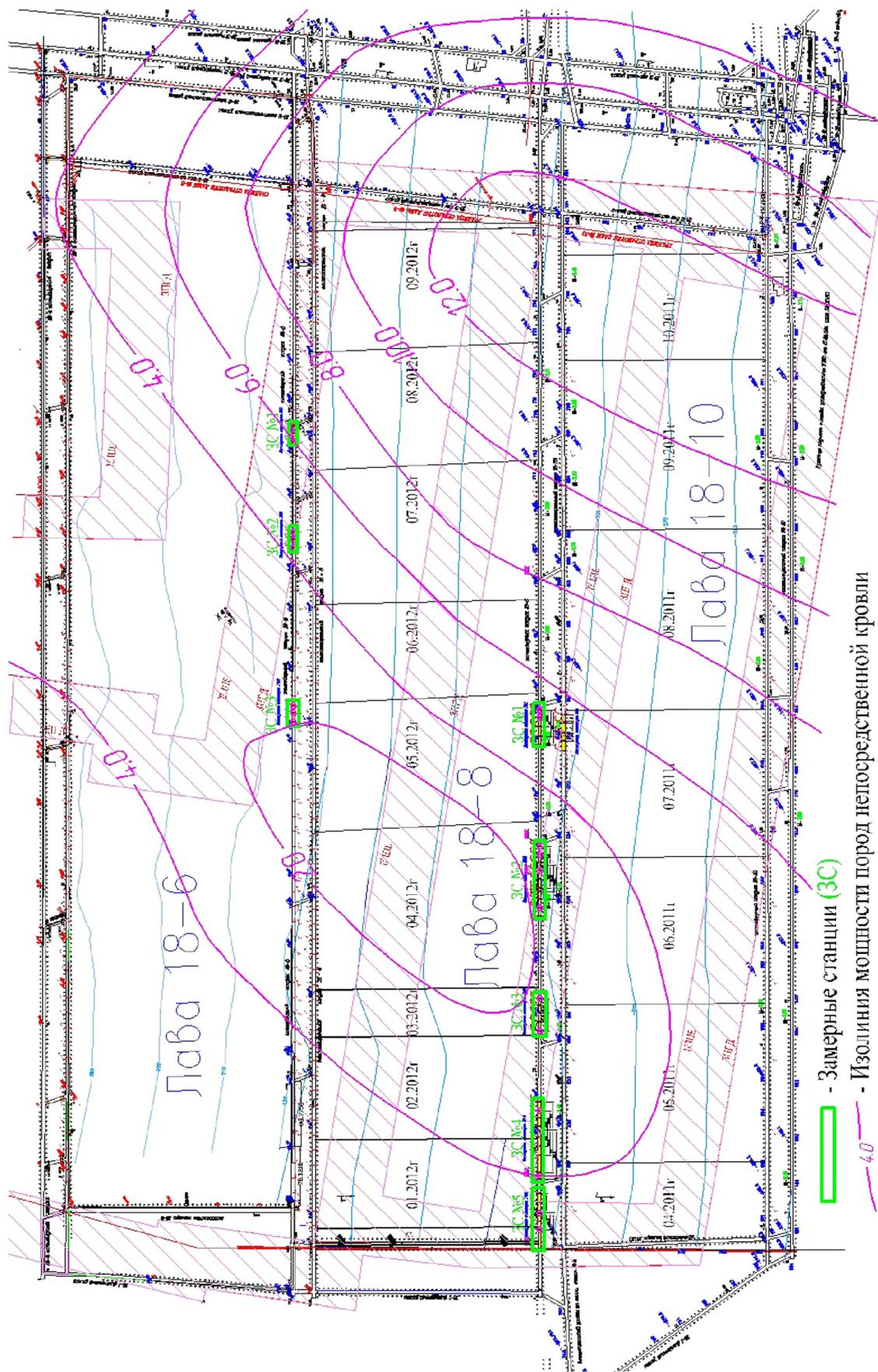


Рис. 1. Шахта Польсаевская, пласт Толмачёвский, Западная часть уклонного поля 18-2
Fig. 1. Mine Polysaevskaya, Seam Tolmachevsky, the Western part of the dip-working panel 18-2

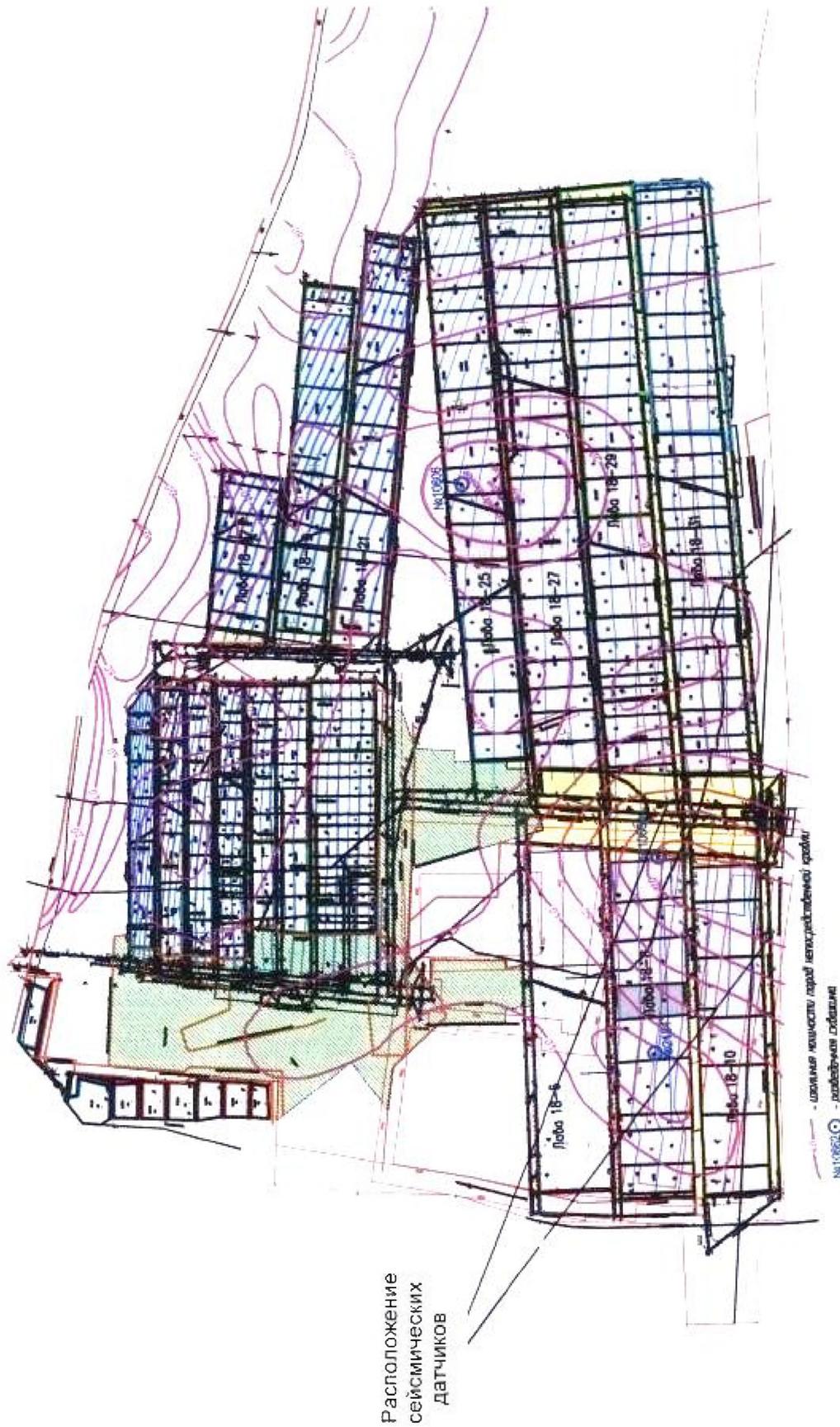


Рис.2. Расположение сейсмических датчиков
Fig.2. Location of seismic sensors

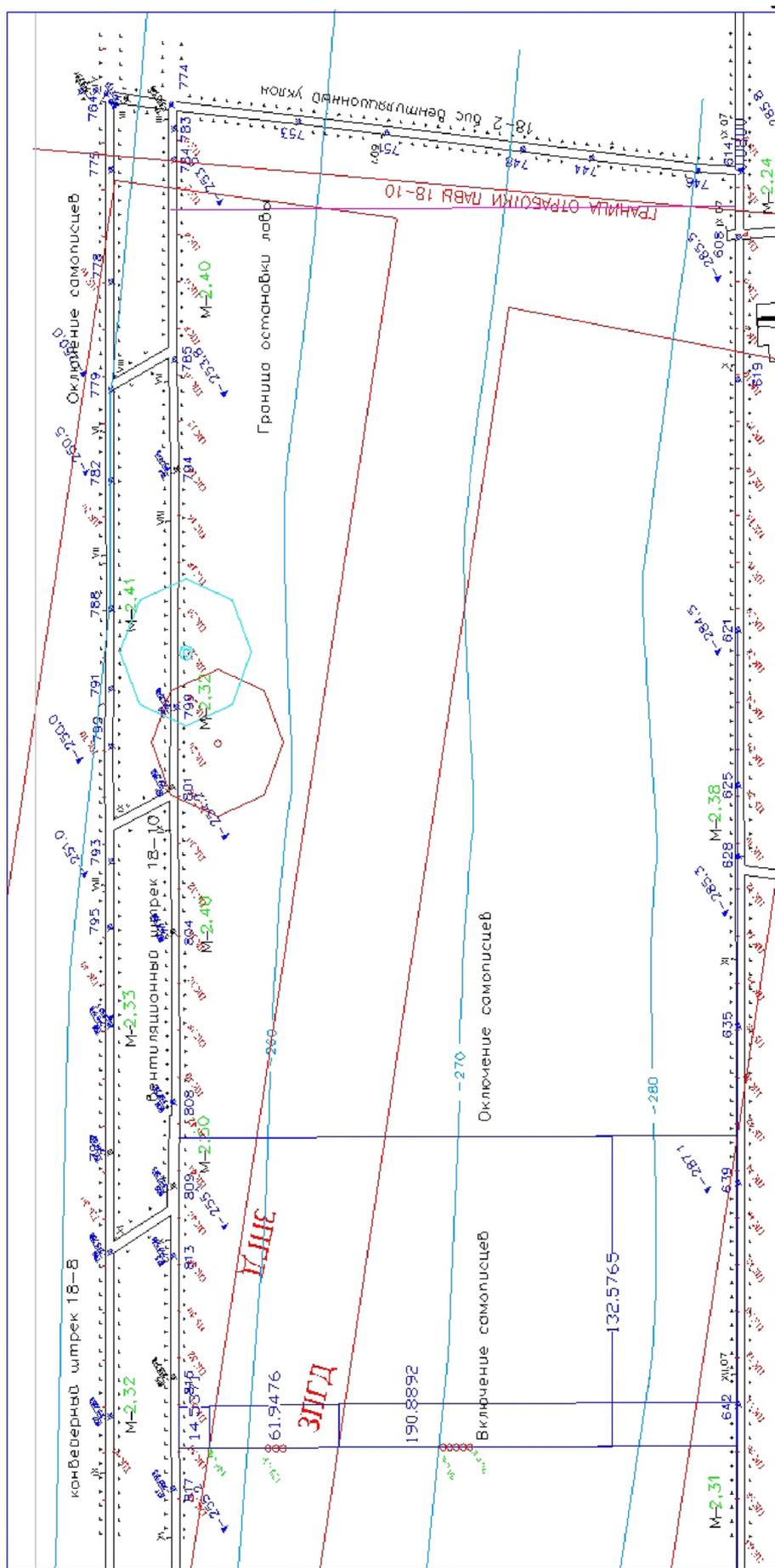


Рис. 3. Расположение и место включения самолписцев - манометров при отработке лавы 18-10
 Fig. 3. The location and the placing of recorders - pressure gauges when mining longwall 18-10

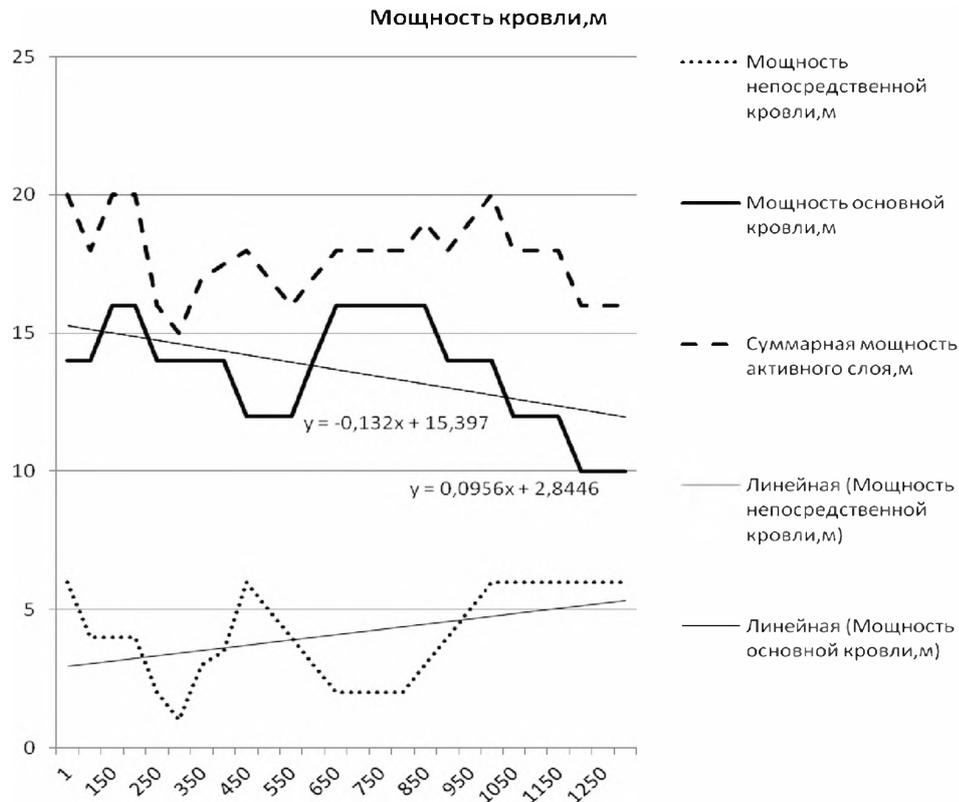


Рис. 4. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-6 при отработке в восходящем порядке (западная часть уклонного поля)

Fig. 4. The thickness of the main and immediate roof in extraction panel Tolmachevsky 18-6 when mining in ascending order (the Western part of the dip-working panel)

Среднее максимальное значение общих смещений, выявленных по пяти замерным пунктам, на участке ЗУ № 3 составило 58 мм. При этом усреднённое значение скорости конвергенции пород за период 6 мес. наблюдений составило 0,46 мм/сут. Это объясняется тем, что данная замерная станция заложена перед очистным забоем вне влияния опорного давления и на ней зарегистрированы значения смещений в зоне опорного давления, в зоне динамического опережающего опорного давления, в зоне динамического опорного давления за лавой, в зоне стабилизации смещений (статическая составляющая опорного давления).

Ниже приведена характеристика кровли пласта Толмачевский при отработке в восходящем порядке (западная часть уклонного поля) выемочных столбов 18-6, 18-8, 18-10 (рис. 4, 5, 6), полученная на основе шкалы мощностей пород основной и непосредственной кровли и их суммы (активного слоя) [5, С. 39].

Расчет опорного давления по средней суммарной мощности активного слоя, приведен в табл. 1.

Расчет опорного давления в выемочном столбе 18-8 рассчитанного по площади пород склонных к вывалообразованию по модели П. В. Егорова, приведен в табл. 2.

Расчет опорного давления в столбе 18-08 с учетом угла падения пласта, коэффициента бокового распора пород, угла обрушения толщи пород и шага обрушения пород основной кровли на основании модели С. Г. Авершина [6] приведен в табл. 3.

Реально максимальное опорное давление для очистного забоя 18-8 рассчитывается с учетом эмпирической кривой грузовой площади $y = -\frac{1}{2}x^2 + 7,51x - 2$ в зоне влияния и ограничена прямой $y = 2$, характеризующая мощности угольного пласта.

Тогда по определенному интегралу, грузовая площадь определится:

$$S = \int_0^{22} \left(-\frac{1}{2}x^2 + 7,51x - 2 \right) dx = \text{м}^2$$

$$\left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{x^3}{3} + 7,51 \frac{x^2}{2} - 2x \right) = 147$$

Тогда равнодействующая нагрузка в точке $x = \frac{l}{2} x = \frac{l}{2}$, будет равна:

$$Rq = \gamma \cdot S = 2,3 \text{ т/м}^3 \cdot 147 \text{ м}^2 = 338,1 \text{ т/м (линейная нагрузка)}$$

Следовательно, максимальный изгибающий момент в точке, отстоящей на 22 м от начала заложения монтажной камеры определится:

$$M(x) = 338,1 \text{ т/м} \cdot 22 \text{ м} = 74,38 \text{ МПа}$$

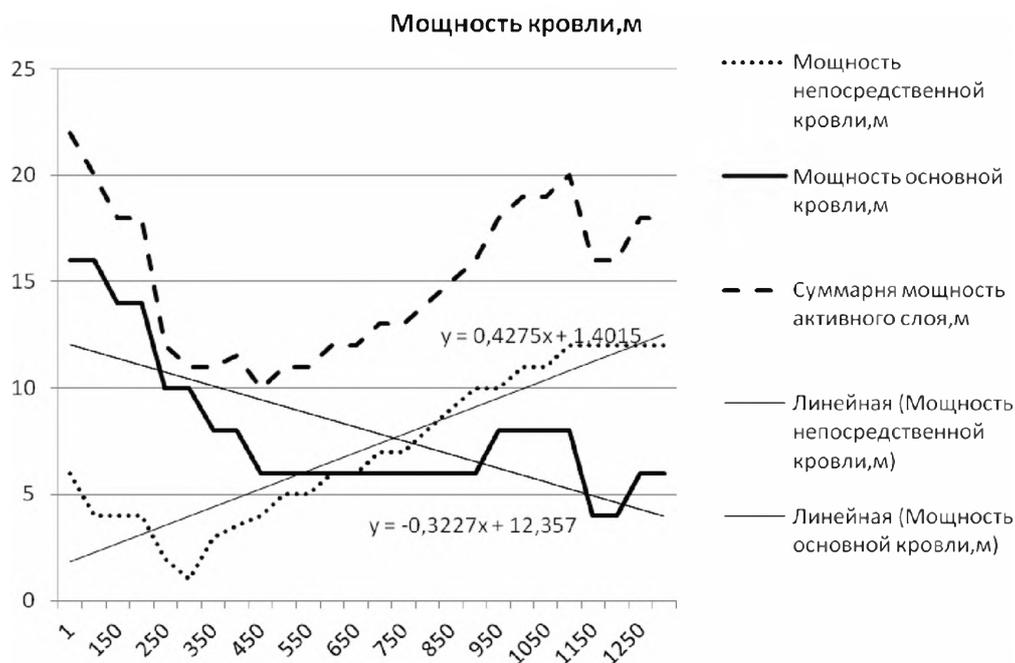


Рис. 5. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-8 при отработке в восходящем порядке (западная часть уклонного поля)

Fig. 5. The thickness of the main and immediate roof in extraction panel Tolmachevsky 18-8 when mining in ascending order (the Western part of the dip-working panel)

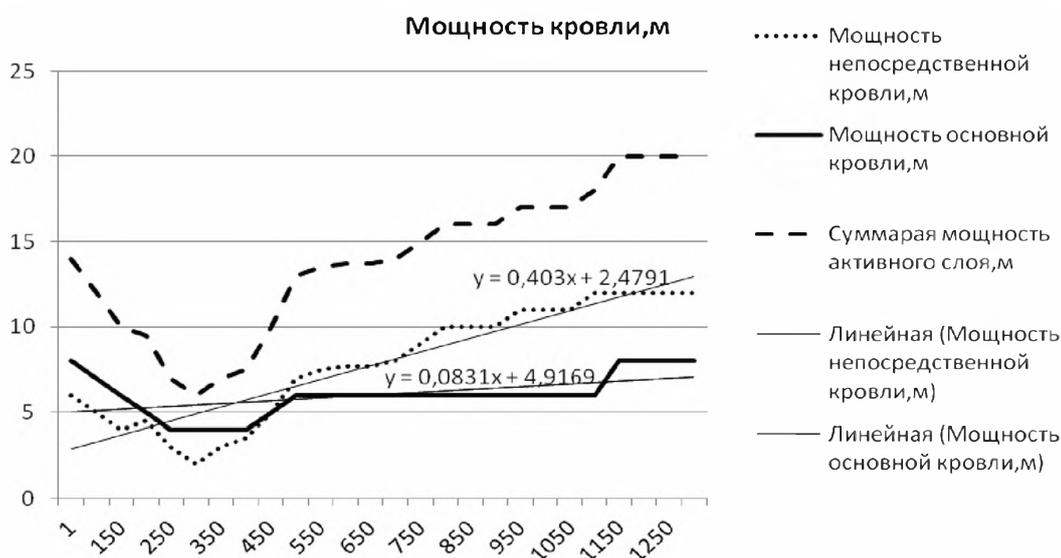


Рис. 6. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-10 при отработке в восходящем порядке (западная часть уклонного поля)

Fig. 6. The thickness of the main and immediate roof in extraction panel Tolmachevsky 18-10 when mining in ascending order (the Western part of the dip-working panel)

На основании вышеприведенных графиков и отражающих ими зависимостей, была дана обобщенная характеристика проявления опорного давления в уклонном поле 18-2 (табл. 4) [7].

Из анализа данных табл. 4 видно, что при уменьшении средней суммарной мощности активного слоя, суммарное опорное давление на секцию комплекса (без учета коэффициента концентрации напряжений) увеличивается, что закономерно для нисходящего порядка отработки

пласта, и, следовательно, определяет его приоритет.

Следует учесть, что угол падения пласта в западной части уклонного поля 18-2 ниже. Он находится в пределах 6° . В восточной части изменяется в пределах от 6° до 12° . При этом значение коэффициента K_a , при расчете нормальной составляющей веса зависящих пород составит около 1%, что существенно не повлияет на конечный результат.

Кроме того, при нисходящем порядке возрастает шаг обрушения основной кровли, что приводит к значительному увеличению изгибающих моментов зависающих консолей основной кровли. Поэтому при восходящем порядке в (запад-

ной части уклонного поля), создается наиболее благоприятная ситуация поскольку опорное давление с учетом максимальных изгибающих моментов в 1,7-2,5 раза ниже, чем восточной части уклонного поля.

Таблица 1. Параметры опорного давления в уклонном поле 18-2
 Table 1. Parameters of abutment pressure in dip-working panel 18-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18-6	366,25	23054	15	17,75	8,852736	0,4092085	6,1381275	14,9908635
18-8	401,83	23054	22	15,17	9,613518	0,34972918	7,694042	17,30755996
18-10	443,05	23054	17	13,95	10,535568	0,3216033	5,4672561	16,0029361

1 – Выемочный столб; 2- Глубина залегания, уменьшенная на мощность активного слоя, м; 3 - Средний объемный вес поро активного слоя, Н/м³; 4 - Расчетный шаг обрушения основной кровли, м; 5 - Средняя суммарная мощность активного слоя, м; 6- Расчетное геостатическое давление, МПа; 7- Расчетная нагрузка на 1м² активного слоя, МПа/м²; 8 - Расчетное опорное давление от зависших консолей, МПа; 9- Суммарное опорное давление на секцию комплекса без учета коэффициента концентрации напряжений, МПа

Таблица 2. Опорное давление в выемочном столбе 18-8 рассчитанное по площади пород склонных к вывалобразованию по модели П. В. Егорова

Table 2. The abutment pressure in the extraction panel 18-8 calculated by the area of rock prone to spalling by model of P. V. Egorov

1	2	3	4	5	6	7	8
1	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
150	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
250	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
350	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
450	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
550	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
650	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
750	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
850	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
950	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
1050	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
1150	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
1250	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196
1300	401,83	23054	15,17	22	9,614	7,69404196	17,30804196

1 - Длина от монтажной камеры, м; 2- Средняя глубина залегания очистного забоя, м; 3- Средний объемный вес пород активного слоя, Н/м³; 4- Суммарная мощность активного слоя, м; 5 - Шаг обрушения, м; 6- Среднее гидростатическое давление, МПа; 7- Давление зависших пород, МПа; 8- Суммарное давление, рассчитанное с учетом веса зависших пород, МПа

Таблица 3. Расчет опорного давления в столбе № 18 по модели С. Г. Авершина

Table 3. The calculation of the abutment pressure in pillar No. 18 by the model S. G. Avershin

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	22	22	9,26378882	14,88544829	24,14923711
150	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	18	22	9,26378882	12,17900314	21,44279196
250	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	18	22	9,26378882	12,17900314	21,44279196
350	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	12	22	9,26378882	8,119335429	17,38312425
450	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	10	22	9,26378882	6,766112858	16,02990168
550	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	12	22	9,26378882	8,119335429	17,38312425
650	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	14	22	9,26378882	9,472558001	18,73634682
750	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	15	22	9,26378882	10,14916929	19,41295811
550	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	17	22	9,26378882	11,50239186	20,76618068
50	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	18	22	9,26378882	12,17900314	21,44279196
150	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	20	22	9,26378882	13,53222572	22,79601454
1250	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	20	22	9,26378882	13,53222572	22,79601454
1150	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	17	22	9,26378882	11,50239186	20,76618068
1250	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	15	22	9,26378882	10,14916929	19,41295811
1300	401,83	0,023054	12	0,5	1,08195	17	22	9,26378882	11,50239186	20,76618068

1 - Длина от монтажной камеры; 2 Средняя глубина залегания очистного забоя, м; 3 - Средний объемный вес пород активного слоя, МПа /м3; 4- Средний угол залегания пласта α , град; 5- Средний коэффициент бокового распора, η ; 6- Коэффициент учитывающий α , η ; 7- Суммарная мощность активного слоя, м; 8- Шаг обрушения; 9- Среднее гидростатическое давление, МПа; 10- Нормальная составляющая веса зависающих пород, МПа; 11- Суммарное опорное давление МПа

Таблица 4. Характеристика опорного давления в западной и восточной частях уклонного поля 18-2
 Table 4. Features of abutment pressure in the Western and Eastern parts of dip-working panel 18-2

1	2	3	4	5	6	7	8
18-06	восходящий	$y = 0,0956x + 2,8446$	15	3381000	17,75	14,9908635	50,715
18-08	восходящий	$y = 0,4313x + 1,3892$	22	3381000	15,17	17,30755996	74,382
18-10	восходящий	$y = 0,403x + 2,4791$	17	3381000	13,95	16,0029361	57,477
18-27	Нисходящий	$y = -0,0274x + 3,1385$	35	3588000	13,38	20,8477282	125,58
18-29	Нисходящий	$y = -0,1648x + 5,6092$	35	3588000	13,23	20,7266947	125,58
18-31	Нисходящий	$y = -0,173x + 7,6431$	35	3588000	14,36	23,9853776	125,58

1 - Выемочный столб; 2- Порядок отработки; 3- Закономерность распределения мощности непосредственной кровли; 4- Шаг обрушения основной кровли, м; 5- Линейная нагрузка, Н/м; 6- Средняя суммарная мощность активного слоя, м; 7 - Суммарное опорное давление на секцию комплекса без учета коэффициента концентрации напряжений, МПа; 8- Опорное давление с учетом максимального изгибающего момента, МПа

Таблица 5. Сравнение оставленных охранных целиков угля при нисходящем и восходящем порядке отработки выемочных столбов угля в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский

Table 5. The comparison of left safety coal pillars in descending and ascending order of mining of coal extraction panels in dip-working panel 18-2 seam Tolmachevsky

Размеры межштрековых целиков в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский					
Между выработок	По проекту, м	По заключению ВНИМИ, м	Принятые Первоначально шахтой, м	Принятые окончательно шахтой, м	Глубина ведения работ от поверхности, м
18-25 КШ и 18-27 Вш	30-32	17	17	17	391
18-27 КШ и 18-29 Вш	34	20	20	26,5	436
18-29 КШ 18-31 Вш	34	26,5	26,5	31	436
18-31 КШ и 18-33 Вш	34	30	30	31	466
18-10 КШ и 18-12 Вш	34	32	28	28	457
18-8 КШ и 18-10 Вш	34	31	25	25	436
18-6 КШ и 18-8 Вш	32	21,5	21,5	21,5	417
18-4 КШ и 18-6 Вш	30	29	29	29	384

КШ - конвейерный штрек Вш – вентиляционный штрек

Кроме того величина межштрекового целика угля между вентиляционным штреком 18-10 и конвейерным штреком 18-8 составила 25 м, между конвейерным штреком 18-8 и вентиляционным штреком 18-6-21,5 м, в то же время охранный межштрековый целик между конвейерным штреком 18-27 и вентиляционным штреком 18-29 составлял 26,5 м и состояние вентиляционного штрека было не удовлетворительным [5, С. 40] (табл. 5).

Величина межштрекового целика угля между вентиляционным штреком 18-10 и конвейерным штреком 18-8 составила 25 м, между конвейерным штреком 18-8 и вентиляционным штреком 18-6 - 21,5 м, в то же время охранный межштрековый целик между конвейерным штреком 18-27 и вентиляционным штреком 18-29 со-

ставлял 26,5 м и состояние вентиляционного штрека было не удовлетворительным [5, С. 40] (табл. 5).

Анализ, полученных результатов исследований, позволяет сделать вывод о предпочтении применения восходящего порядка отработки выемочных столбов в пределах выемочного поля 18-2. На рис. 7 и рис. 8 изображены структурные схемы обрушения непосредственной кровли при отработке выемочных столбов угля в нисходящем и восходящем порядке в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский шахты Полысаевс.

В результате уменьшения охранный межштрекового целика между вентиляционным штреком 18-12 и конвейерным штреком 18-10, между вентиляционным штреком 18-10 и конвейерным штреком 18-8, и между вентиляционным 18-8 и

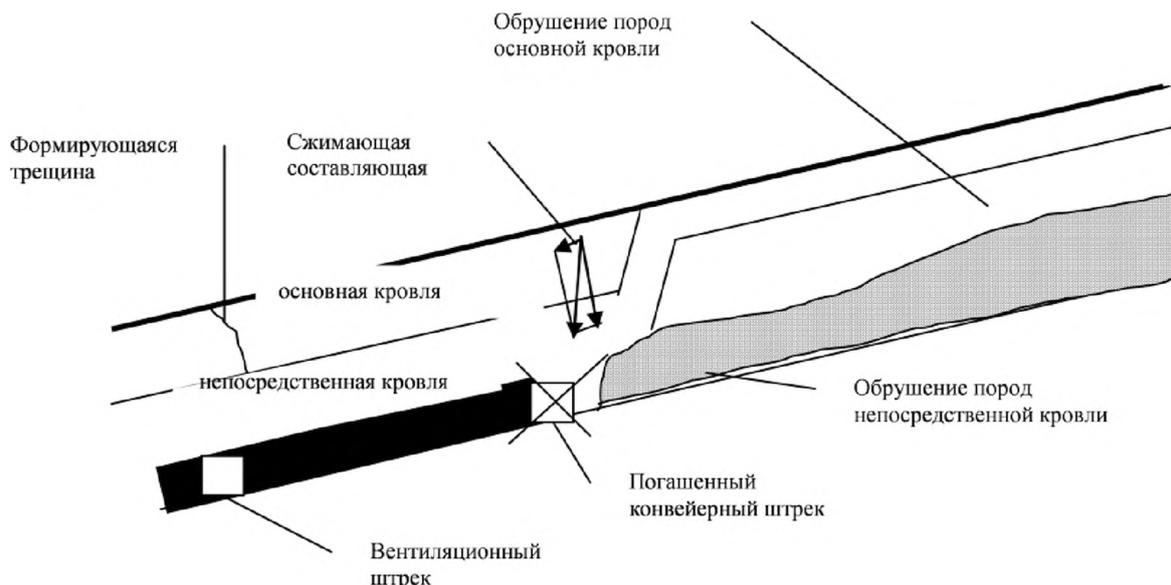


Рис. 7. Структурная схема обрушения непосредственной кровли при отработке выемочных столбов угля в нисходящем порядке в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский шахты Полисаевская (по ширине выемочного столба)

Fig. 7. A block diagram of a direct collapse of the roof during mining of extraction panels of coal in descending order in dip-working panel 18-2 seam Tolmachevsky, mine Polysaevskaya (by the width of the extraction panel)

конвейерным штреком 18-6 было дополнительно добыто 64 тыс. тонн угля, что позволило дополнительно получить от реализации 60 млн. руб.

Выводы

В результате исследований, выполненных при отработке выемочных участков 18-10, 18-8 и 18-6 в восходящем порядке, было установлено:

1. Отработка в восходящем порядке была осуществлена при уменьшении на 5 метров величины межлавных целиков, по сравнению с целиками в лавах 18-31, 18-29 и 18-27, отработанных в нисходящем порядке в аналогичных горно-геологических условиях;
2. При восходящем порядке отработки была обеспечена должная сохранность вентиляцион-

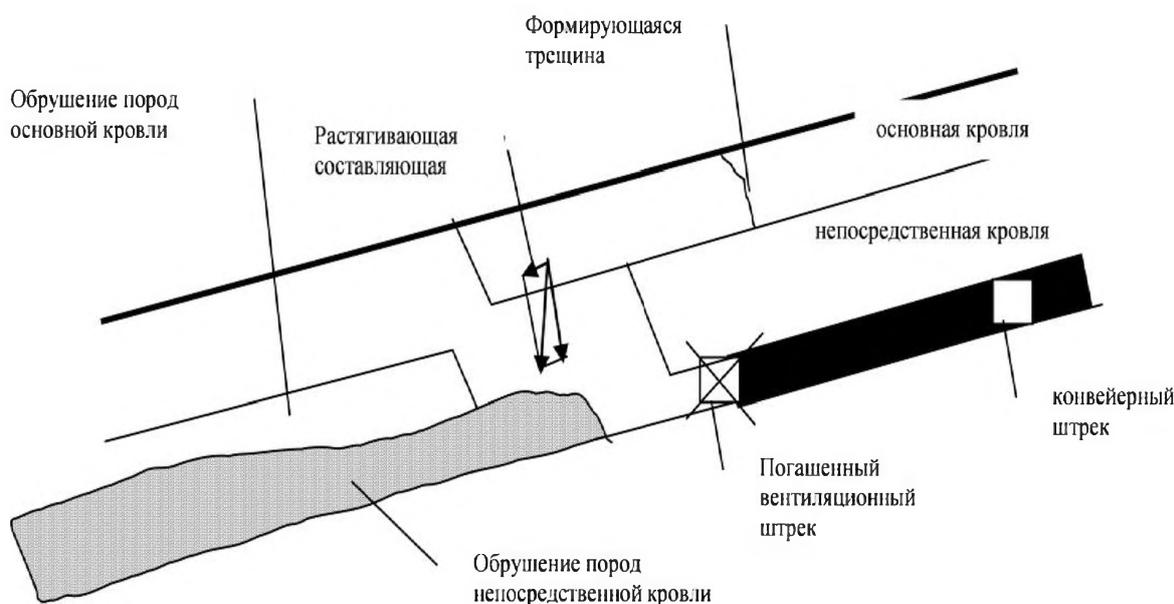


Рис. 8. Структурная схема обрушения непосредственной кровли при отработке выемочных столбов угля в восходящем порядке в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский шахты Полисаевская (по ширине выемочного столба)

Fig. 8. A block diagram of a collapse of the immediate roof during mining of extraction panels of coal in ascending order in dip-working panel 18-2 seam Tolmachevsky, mine Polysaevskaya (by the width of the extraction panel)

ного штрека и, как результат, надёжное управление газовой выделением;
3. При нисходящем порядке отработки выемочных столбов по сравнению с восходящим порядком на пластах пологого падения, опорное дав-

ление на межлавные целики увеличивается в 1,7-2,5 раза от действия максимального изгибающего момента зависающих консолей т. е. $M(x)_{\text{восх.}} = (0,4-0,6) M(x)_{\text{нисх.}}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по управлению горным в очистных забоях под (над) целиками и краевыми частями при разработке свиты пластов мощностью до 3,5м 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. Сдвигение 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 3,5m i s uglom padenija do 35°.Leningrad : VNIMI, 1984. – 59 s.
2. Klimov, V.V. Issledovanie vlijaniya opornogo davlenija 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. Zajnulin // Ugol'. – № 4. – 2015. – S. 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. - S. 248-250.
4. Klimov, V.V. Issledovanie vlijaniya opornogo davlenija, formiruemogo ochi-stnym zaboem na sostojanie priliegajushhijh gornyh vyrabotok v uslovijah otrabotki ugo'l'nyh plastov srednej moshhnosti na shahtah ОАО «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. – S. 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. – 681 s.
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. – 339 s.

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

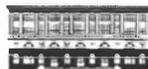
Формат 60×84 /8.
Бумага офсетная.
Отпечатано на МФУ
Уч.-изд. л. 26,87.
Тираж 150 экз.

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

- Неша 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
Кинетостатический анализ шестизвенной группы нулевой подвижности. применительно к тресателлитной планетарной передаче
- Плотвина А.О., Нешев А.В., Черкасова Т.Г.* 121
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.* 135
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 ИК-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 concen-trates of 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