

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 «Полысаевская», 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. $M(x)_{\text{voshk.}} = (0,4-0,6) M(x)_{\text{niskh.}}$

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, демонстрационная 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 демонстрационной 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.

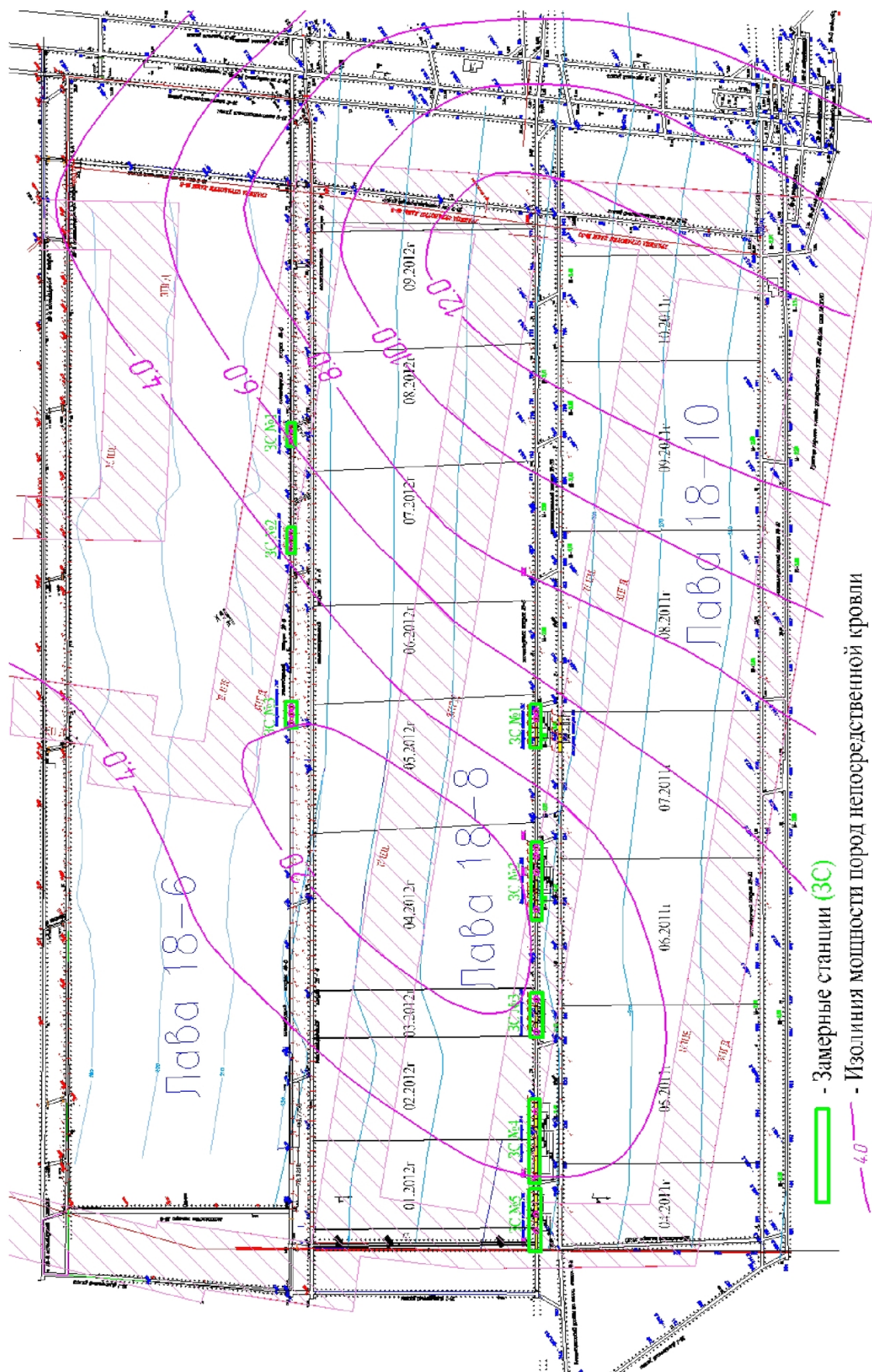


Рис. 1. Шахта Полисаевская, пласт Толмачёвский, Западная часть уклонного поля 18-2
Fig. 1. Mine Polysaevskaya, Seam Tolmachevsky, the Western part of the dip-working panel 18-2

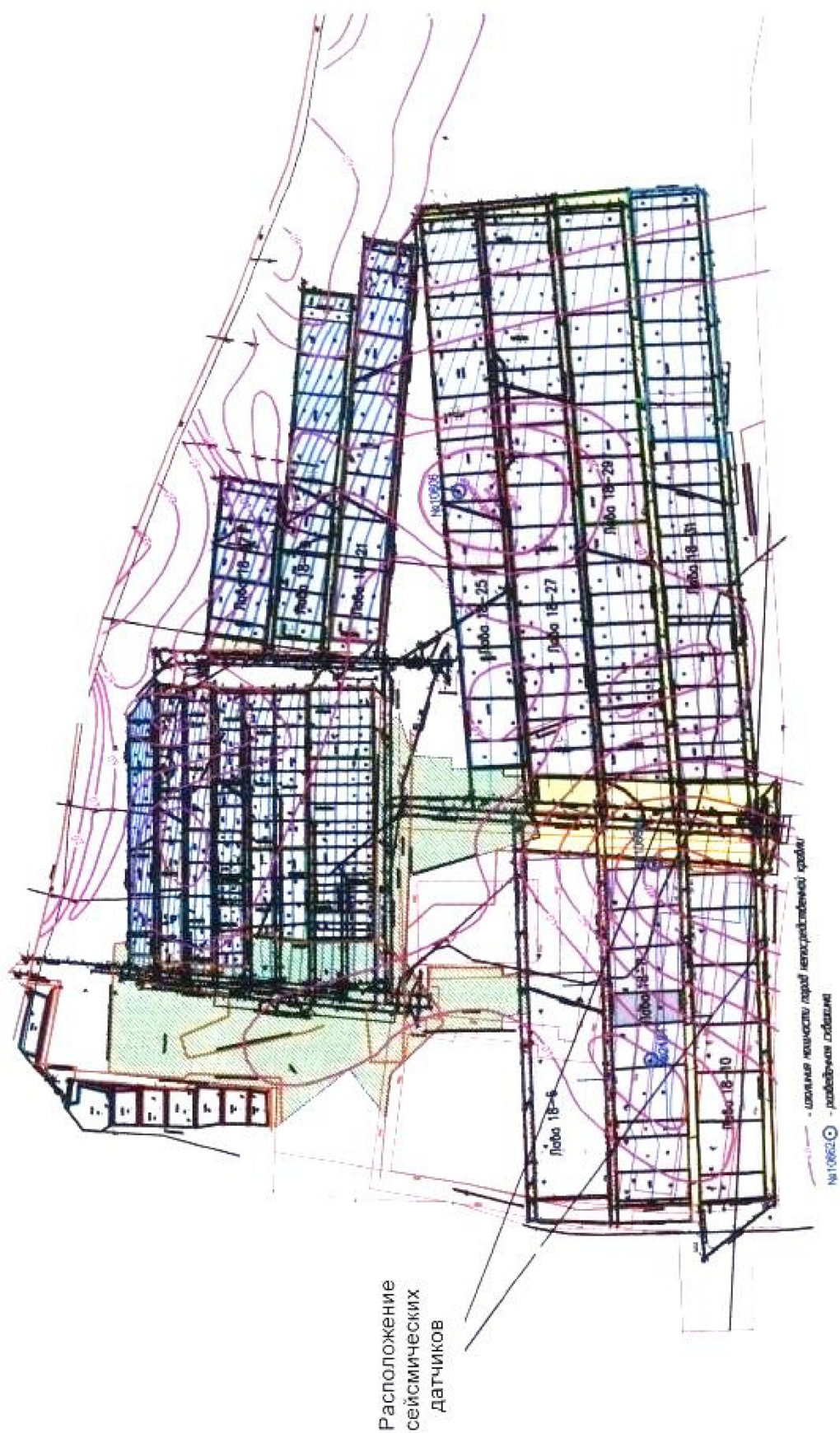


Рис.2. Расположение сейсмических датчиков
 Fig.2. Location of seismic sensors

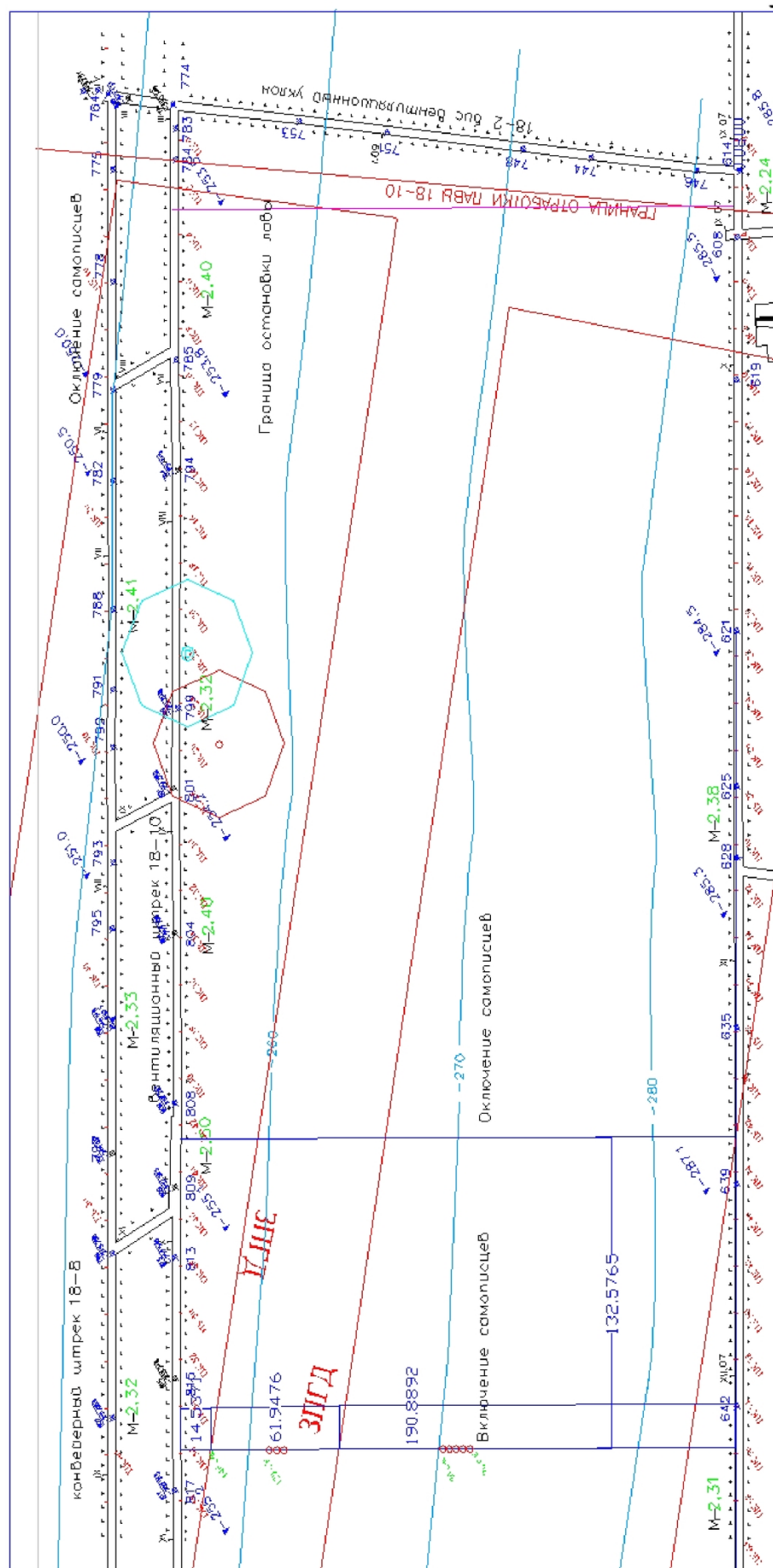


Рис. 3. Расположение и место включения самолписцев - манометров при отработке лава 18-10
 Fig. 3. The location and the placing of recorders - pressure gauges when mining longwall 18-10

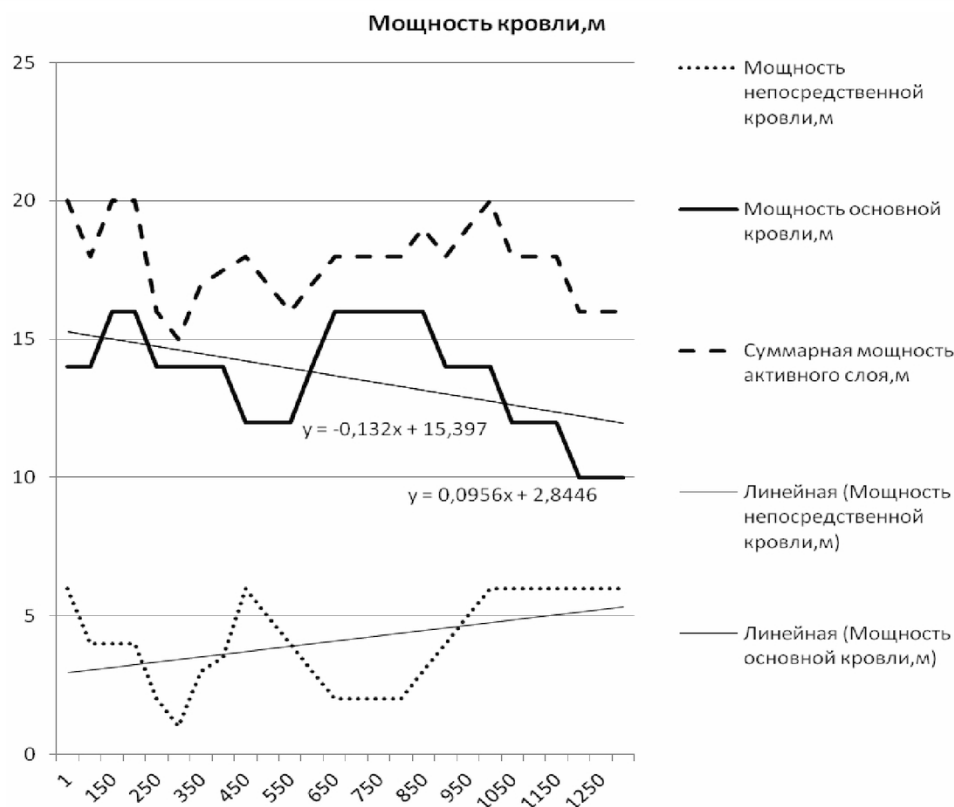


Рис. 4. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-6 при отработке в восходящем порядке (западная часть уклонного поля)
 Fig. 4. The thickness of the main and immediate roof in extraction panel Tolmachevsky 18-6 when mining in ascending order (the Western part of the 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 $x = \frac{l}{2} = \frac{22}{2}$, 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)

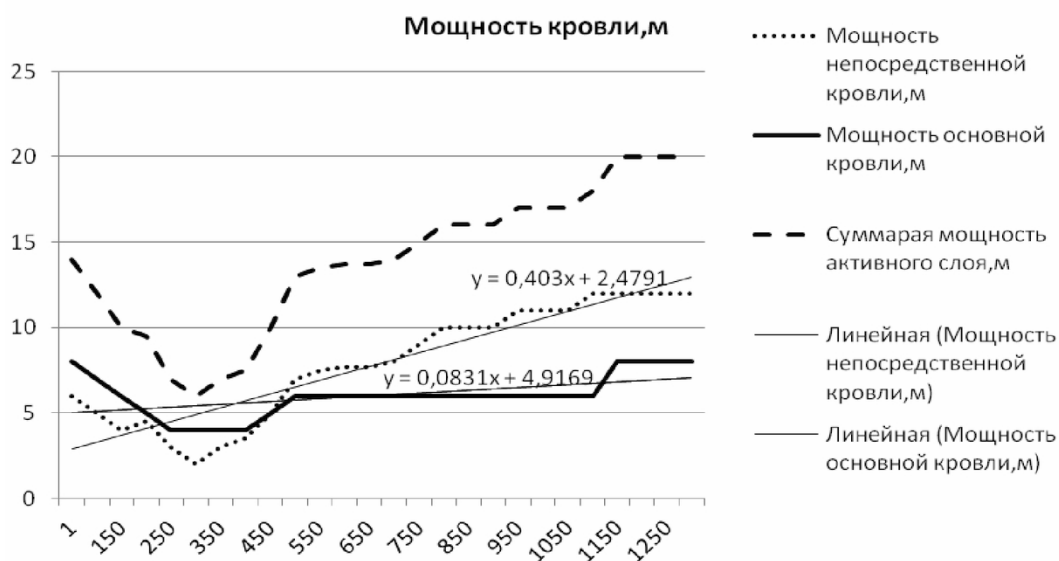


Рис. 6. Мощность основной и непосредственной кровли в выемочном столбе Толмачевский 18-10 при отработке в восходящем порядке (западная часть уклонного поля)

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 зависающих 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 охранных 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

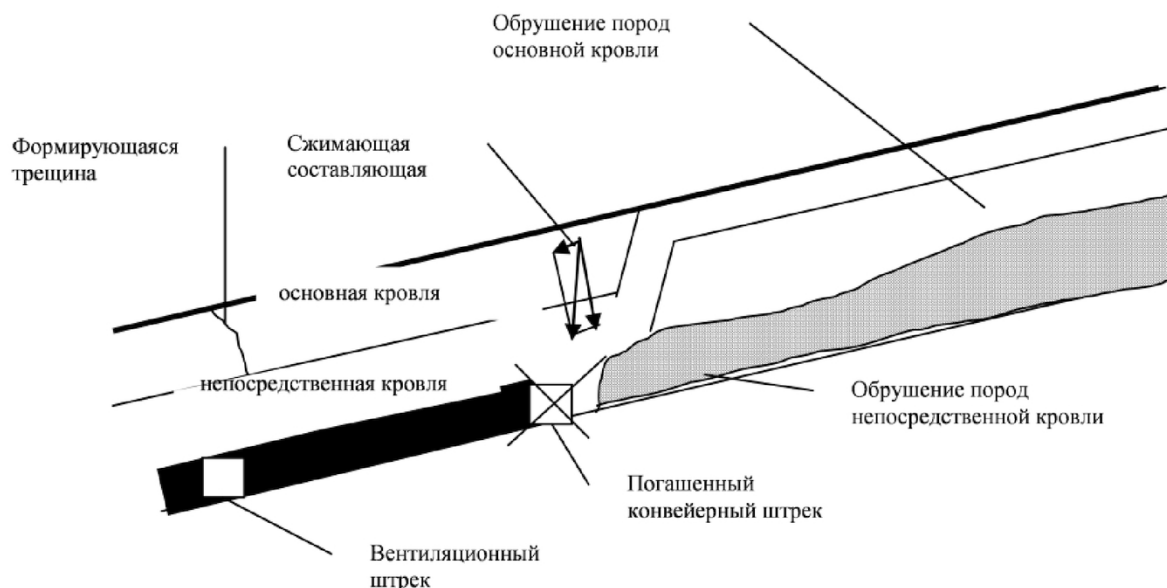


Рис. 7. Структурная схема обрушения непосредственной кровли при отработке выемочных столбов угля в нисходящем порядке в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский шахты Полисаевская (по ширине выемочного столба)

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-

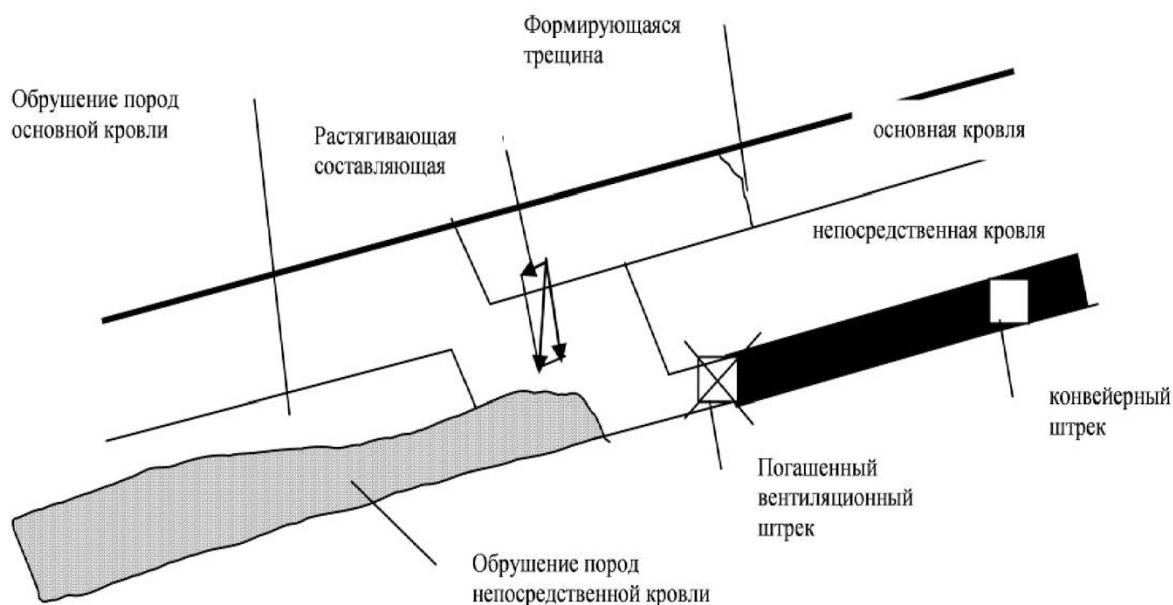


Рис. 8. Структурная схема обрушения непосредственной кровли при отработке выемочных столбов угля в восходящем порядке в уклонном поле 18-2 пласта Толмачевский шахты Полисаевская (по ширине выемочного столба)

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 газовыделением;
3. При нисходящем порядке отработки выемочных столбов по сравнению с восходящим порядком на пластах пологого падения, опорное дав-

ление на межлавы 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. Zajnuln // 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 Tyrnovo, Bolgarija, 2014. - Ch. 1. - S. 248-250.
4. Klimov, V.V. Issledovanie vlijaniya opornogo davlenija, formiruемого ochi-stnym zaboeм na sostojanie priliegajushhih gornyh vyrabotok v uslovijah otrabotki ugoľ'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.

Поступило в редакцию 29 мая 2017
Received 29 May 2017