

Результаты исследования величины шага обрушения основной кровли при отработке пласта «Толмачевский» в уклонном поле 18-2 в лицензионных границах шахты «Полысаевская» при отработке выемочных столбов в восходящем порядке



КЛИМОВ
Виктор Викторович
Главный инженер
шахты «Имени 7 Ноября»
ОАО «СУЭК-Кузбасс»



РЕМЕЗОВ
Анатолий Владимирович
Доктор техн. наук,
профессор кафедры
РМПИ ПС «КузГТУ»

В статье кратко изложены результаты натурных исследований, посвященных определению опорного давления, развиваемого очистным забоем в зависимости от шага обрушения основной кровли, в том числе в зонах ПГД, с целью определения рационального расположения демонтажной камеры для осуществления безопасных работ по демонтажу механизированного комплекса.

Ключевые слова: горные работы, очистные работы, опорное горное давление, шаг обрушения основной кровли, безопасный демонтаж механизированного комплекса.
Контактная информация: e-mail: slv5656@mail.ru

После отработки восточного крыла уклонного поля 18-2 было принято решение отработать и западную часть уклонного поля 18-2 с отработкой запасов в восходящем порядке. Всего планировалось в таком порядке отработать три выемочных столба, 18-10, 18-8, 18-6 (рис. 1).

Первым отрабатывался выемочный столб 18-10, затем 18-8 и в последнюю очередь выемочный столб 18-6.

Согласно разработанной методике, в период с 10 по 24 августа 2011 г. были проведены инструментальные исследования проявлений горного давления в лаве №18-10 пласта «Толмачевский» для оценки изменения нагружения секций механизированной крепи лавы по мере ее подвигания с целью обеспечения рационального поддержания участковых подготовительных выработок в зоне опережающего опорного давления, а также для повышения безопасности ведения демонтажных работ лавы на границе с выработанным пространством.

Для регистрации изменения давления в поршневой полости гидростоеч на секциях механизированной крепи (№76, 77, 78, 79, 80 — в средней части лавы и №№127, 128, 129 — в зоне повышенного горного давления (ПГД)) были установлены тарированные самописцы-манометры типа М-81. Наблюдения проводились на протяжении 132 м подвигания лавы (см. рис. 1).

Горно-геологические и горнотехнические особенности отработки лавы №18-10 пласта «Толмачевский» представлены следующим образом. В соответствии с прогнозом горно-геологических условий отработки лавы №18-10 непосредственная кровля сложена мелко и среднезернистым трещиноватым алевролитом мощностью 2-12 м. На отдельных участках мощность ее может уменьшаться до 0-0,5 м и локально замещаться крепким песчаником. Основная кровля представлена мелко — и среднезернистым песчаником. Мощность ее 4-8 м и трещиноватые мелкозернистые алевролиты темно — серого цвета, средней крепости мощностью 4-12 м, коэффициент крепости по шкале профессора Протодьяконова $f = 3-4$.

МЕТОДИКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПЕРИОДИЧНОСТЬЮ НАГРУЖЕНИЯ СЕКЦИЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ В ЛАВЕ №18-10 ПЛАСТА «ТОЛМАЧЕВСКИЙ»

При определении фактической периодичности нагружения секций механизированной крепи МКЮ в лаве №18-10, подробного изучения структуры и состава пород кровли пласта «Толмачевский» в поле лавы возможно установление периодических осадок основного влияющего слоя кровли необходимо выполнить следующие виды работ:

- провести анализ горно-геологических условий;
- установить самописцы-манометры в средней части лавы №8-10 на секциях механизированной крепи МКЮ, а также на участке лавы, расположенной в зоне влияния повышенного горного давления (ПГД).

Для определения периодичности нагружения секций механизированной крепи необходимо также выполнить следующее:

- произвести снятие показаний с самописцев-манометров через каждые трое суток;
- обработать полученные данные и подготовить заключение по результатам наблюдений.

Цель исследований была следующей: определение фактического шага обрушения пород основного влияющего слоя кровли в лаве №18-10.

Был также принят следующий порядок работы:

- системный анализ горно-геологических условий в части выявления основного слоя кровли, зависящего за секциями крепи на максимальном протяжении;

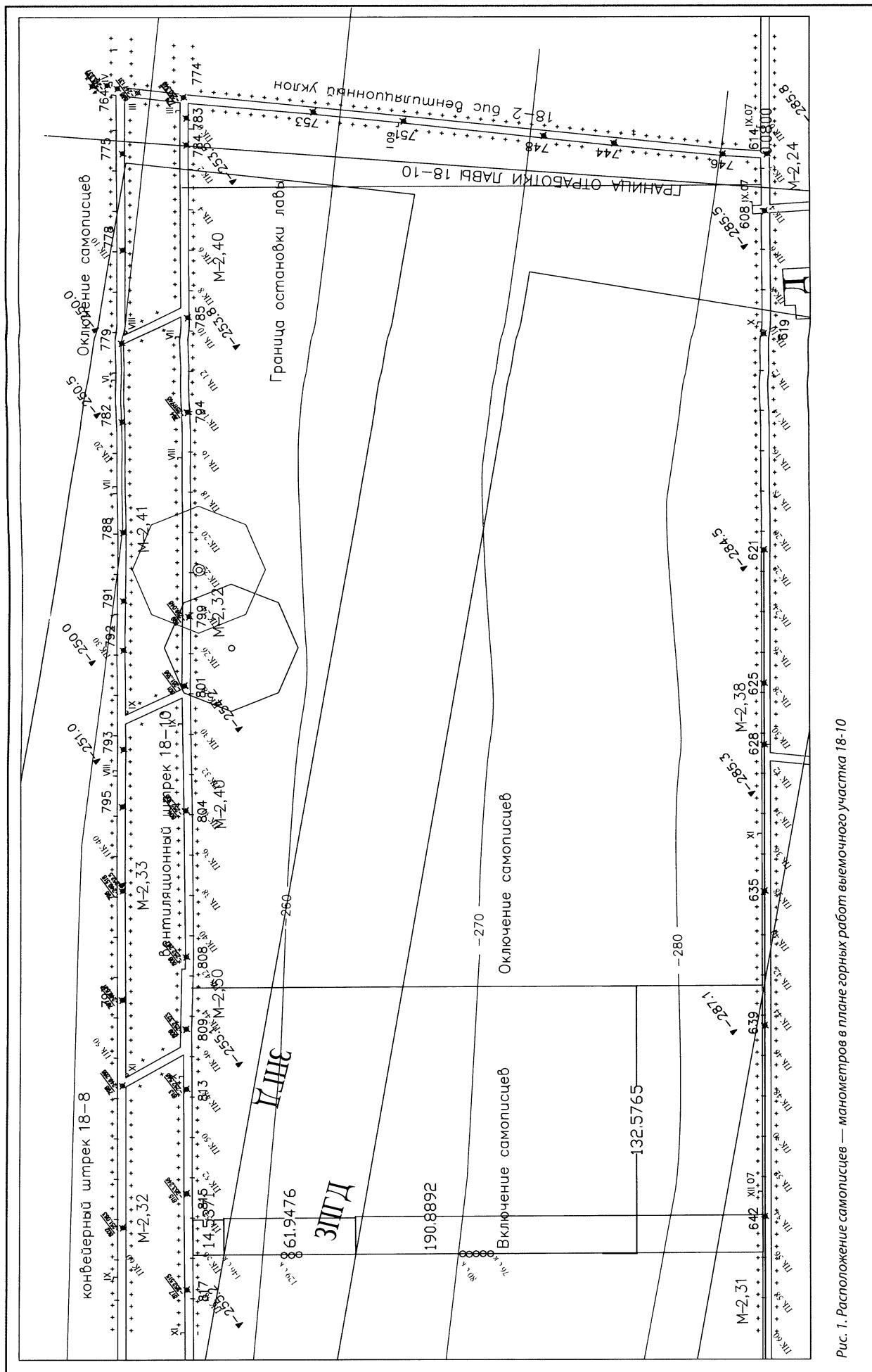


Рис. 1. Расположение самописцев — манометров в плане горных работ выемочного участка 18-10

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

- установка самописцев-манометров для инструментальных измерений изменения давления в поршневой полости гидростоек механизированной крепи.

Самописцы-манометры в количестве пяти штук были установлены в средней части лавы №18-10 на секции механизированной крепи МКЮ на секции №2, также три штуки устанавливают на участке лавы, расположенной в зоне ПГД. Подключение каждого из самописцев-манометров осуществляется путем присоединения гидравлическими шлангами к поршневой полости гидростойки секций.

Самописец-манометр состоит из корпуса, в котором находится часовой механизм и регистратор, наносящий на ленту графическое изменение давления в поршневой полости гидростойки секции по мере работы в лаве.

Для получения достоверной информации о нагружении гидростоек секций при работе лавы №18-8 снятие показаний с манометров М-72 и др. следует производить не реже одного раза в трое суток. Полный период наблюдений будет регламентирован текущими результатами данных по самописцам-манометрам после предварительной обработки в зависимости от качества выполнения работ с самописцами и скорости подвигания лавы.

Результаты инструментальных наблюдений изменения давления в поршневых полостях секций будут отмечены на лентах самописцев-манометров с последующей их обработкой. Обработанные результаты наблюдений необходимо сравнить с данными работы лавы (количество стружек), отмеченными маркшейдерской службой шахты. Сходимость результатов наблюдений должна составлять менее 30 %. Необходимо выделить приращение давления в поршневой полости гидростойки при передвижке соседних секций механизированной крепи. Следует также определить параметры динамических процессов (время, частота динамического процесса, максимум давления за цикл) по циклам. По результатам работы самописцев-манометров строят графики зависимости нагружения гидростоек секций от времени наблюдений и протяженности подвигания лавы. После окончания наблюдений самописцы снимаются с гидростоек, часовой механизм проверяют на точность хода и величины оборота. Значения давления сравниваются с первичными тарировочными графиками.

Для подготовки заключения по результатам наблюдений специалистами сравниваются величины прогнозных данных и инструментально установленных данных о периодичности изменения давления. Показания самописцев, установленных в зоне влияния ПГД, необходимо сравнить с данными заводских манометров на секциях, расположенных вне зоны ПГД. Определенный по данным исследований фактический шаг обрушения пород основной кровли необходимо нанести на план горных работ с целью составления рекомендаций по рациональному месту остановки лавы для демонтажа комплекса.

На участке выемочного столба лавы №18-10 отмечена зона ПГД, влияние оставленных целиков и краевых частей вышерасположенного пласта «Бреевский». Средняя мощность пород между пластами пластов «Толмачевский» и «Бреевский» составляет 60 м.

Основную кровлю исследуемого участка согласно прогнозу слагает трещиноватый, крепкий, мелкозернистый, тонкослоистый песчаник мощностью до 10 м. Прочностные характеристики пород основной кровли: $f = 6-8$, $\sigma_{ck} = 60-80$ МПа, $\sigma_p = 4-10$ МПа, $\sigma_{izg} = 2,5-4$ МПа.

По обрушаемости кровля относится к среднеобрушаемой. Обрушение крупноблочное, осадки основной кровли прогнозируются резкими и ди-

намичными по характеру. По нагрузочным свойствам основная кровля является тяжелой.

На основании расчета технического отдела шахты прогнозный вторичный и последующие шаги обрушения основной кровли составляют 7 м.

Анализ результатов работы лавы №18-10 за период инструментальных наблюдений позволил отметить следующее:

- общее количество уходов (циклов) работы лавы за период с 10 по 24 августа 2011 г. составило 129, а среднее фактическое подвигание лавы за цикл — 1 м;
- фактическое подвигание лавы за 15 сут составило 132 м, а средняя скорость подвигания лавы — 8,6 м/сут.

Общее количество циклов работы лавы №18-10 за период инструментальных наблюдений показаны в табл. 1.

Обработанные результаты инструментальных наблюдений за периодичностью нагружения секций механизированной крепи в очистном забое №18-10 пластика «Толмачевский» показаны в табл. 2.

На рис. 2 — 5 показаны результаты обработки записей на лентах, снятых с самописцев-манометров.

Таблица 1

Общее количество циклов (стружек) работы лавы №18-10 за период с 10 по 24 августа 2011 г.

Дата	Смены			
	1-я	2-я	3-я	4-я
10.08.2011	2	4	3	4
11.08.2011	0	3	3	4
12.08.2011	1	3	2	3
13.08.2011	1	3	0,5	0,5
14.08.2011	1	1,5	0	0
15.08.2011	2	4	4	3
16.08.2011	1	4	2	1
17.08.2011	2	4	3	2
18.08.2011	1	3	0	0
19.08.2011	2	0	4	3
20.08.2011	1	3	3	3,5
21.08.2011	0	3	3,5	3
22.08.2011	1	3	3	2
23.08.2011	1	4	3	1
24.08.2011	1	1	1,5	3

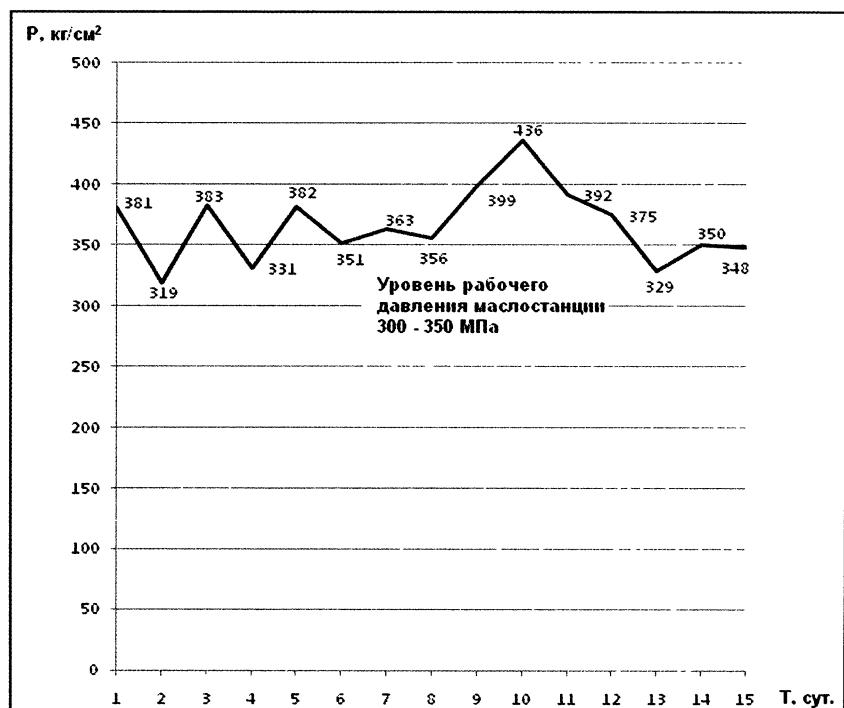


Рис. 2. График средних значений давления жидкости в поршневой полости гидростоек в середине лавы за период с 10 по 24 августа 2011 г.

Таблица 2

**Средневзвешенные значения нагружения гидростоек секций (Р)
в очистном забое №18-10 за период с 10 по 24 августа 2011 г., кг/см²**

День измерений	P ₁ (№76)	P ₂ (№77)	P ₃ (№78)	P ₄ (№79)	P ₁ ср.	P ₆ (№128)	P ₇ (№129)	P ₂ , среднее значение за сутки в зоне ПГД
1	388	332	-	422	381	400	372	386
2	316	296	-	344	319	436	388	412
3	395	316	-	438	383	390	420	405
4	345	320	-	327	331	338	346	342
5	415	350	-	-	382	380	360	370
6	346	371	341	346	351	366	275	320
7	424	347	322	359	363	389	354	371
8	433	325	319	349	356	371	399	385
9	346	-	423	428	399	457	350	403
10	446	-	445	416	436	394	331	362
11	365	-	396	415	392	382	314	348
12	416	-	340	371	375	285	350	317
13	331	-	386	272	329	390	374	382
14	348	-	404	300	350	339	412	375
15	408	-	353	283	348	291	361	326

По результатам работы самописцев-манометров было установлено, что частное максимальное значение было зарегистрировано 23 августа 2011 г. на секции №78 — до 480 кг/см². На секциях №77, 80, 127 происходил сбой работы самописцев на протяжении всего этапа инструментальных наблюдений.

На рис. 4 представлен график изменений суммарного нагружения гидростоек секций механизированной крепи в лаве по мере подвигания в течение 15 сут. На графике отмечен уровень среднего рабочего давления жидкости P_{ср} в напорной магистрали, а также уровень начального суммарного нагружения P_н гидростоек секций механизированной крепи за время проведения наблюдений.

На рис. 4 показаны точки, которые указывают на четкую периодичность изменения нагрузки (среднее значение на одну гидростойку) в зависимости от подвигания лавы №18-10. На этом графике отмечено повторение периодичности подвигания лавы протяженностью 95 м в первые 10 сут. Средний максимум нагружения гидростоек секций был отмечен на десятые сутки наблюдений и составил 436 кг/см² в середине лавы. В зоне влияния ПГД среднее максимальное значение нагружения гидростоек было установлено на вторые сутки наблюдений и составило 412 кг/см².

Средний минимум нагружения гидростоек в средней части лавы был установлен на вторые сутки наблюдений — 319 кг/см². Это значение повторялось через каждые 10 сут. работы лавы.

Анализ построенных зависимостей, полученных по результатам работы самописцев показал, что зависание и обрушение консолей пород кровли пласта «Толмачевский» на исследуемом выемочном участке шахтного поля можно охарактеризовать как установленившееся, связанное с мощностью песчаников кровли, слагающих основную кровлю. Шаг формирования зависающей консоли пород кровли равен половине зафиксированной протяженности роста нагрузки на секции механизированной крепи, отраженной на графиках, и составляет 15-17 м. Такая зависимость справедлива при мощности песчаников в кровле пласта до 10 м и при мощности пород непосредственной кровли около 5 м (половина мощности песчаников). При увеличении мощнос-

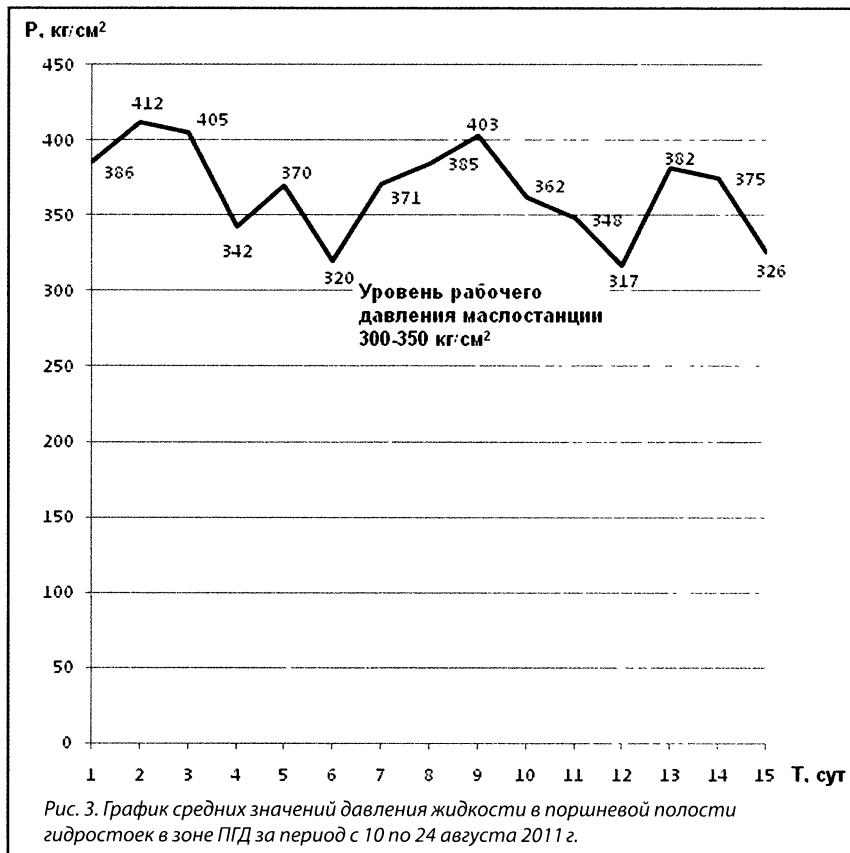


Рис. 3. График средних значений давления жидкости в поршневой полости гидростоек в зоне ПГД за период с 10 по 24 августа 2011 г.

ти непосредственной кровли шаг обрушения основной кровли уменьшается, а на участках зон повышенного горного давления шаг обрушения может быть установленным. Так, согласно горно-геологическому прогнозу на отработку лавы №18-10 следует, что при ведении горных работ возможна встреча локальных зон резкого уменьшения мощности непосредственной кровли от 0,5 до 1 м, зон частичных замещений и размывов пласта, представленных песчаником. Анализ обработанных данных, полученных с записей на лентах самописцев — манометров, подтверждает изменение мощности пород непосредственной кровли пласта «Толмачевский».

На участке влияния зоны ПГД, отмеченной в плане горных работ, установлено, что средние максимальные нагрузки на секции механизированной крепи оказывают воздействие на

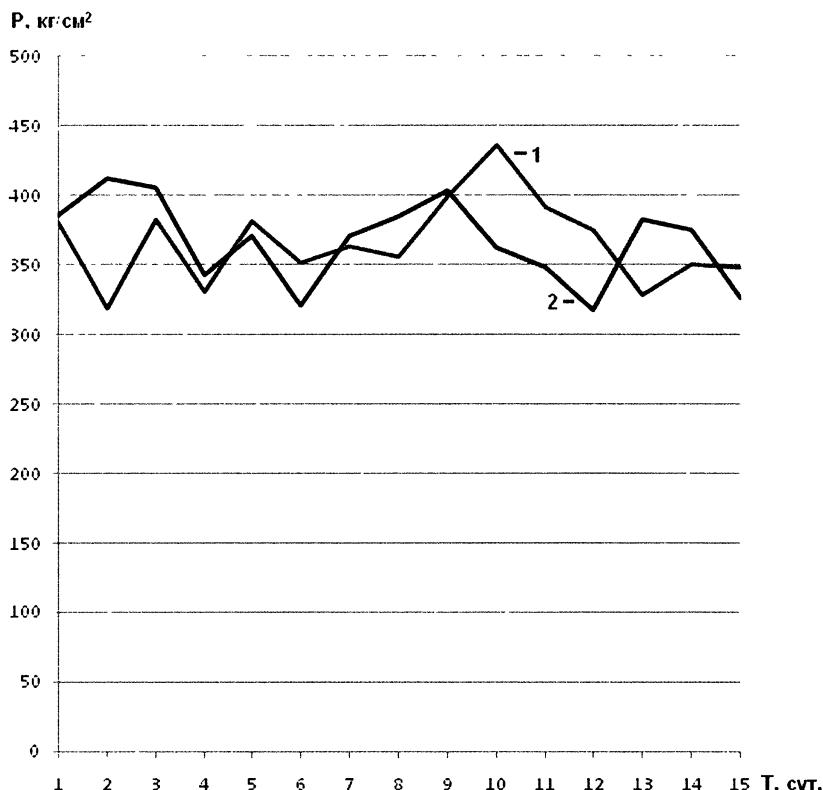


Рис. 4. График средних значений давления жидкости в поршневой полости гидростоеч за период с 10 по 24 августа 2011 г. (1 — в середине лавы, 2 — в зоне ПГД)

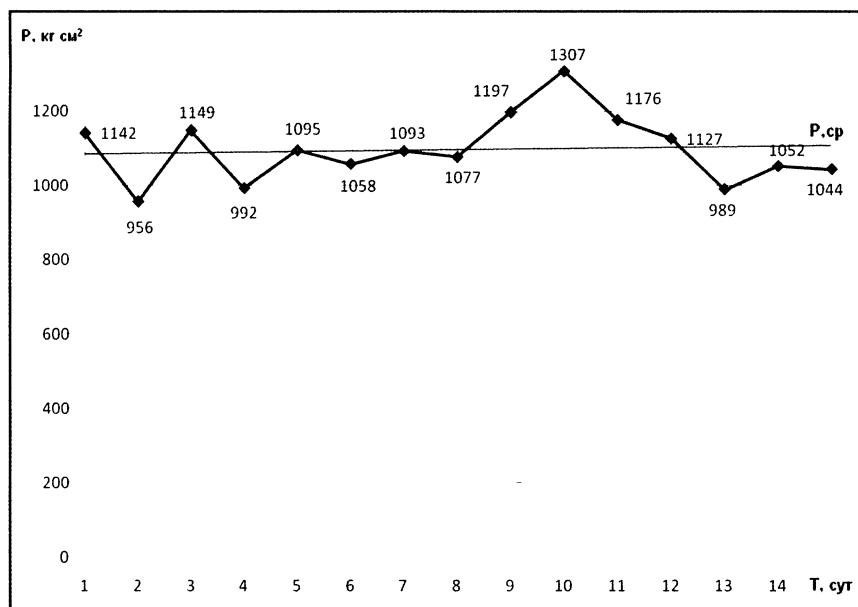


Рис. 5. Изменение суммарного нагружения гидростоеч (три гидростоеч) секций механизированной крепи на замерной станции в середине лавы №18-10 на протяжении ее подвигания

сутки ранее по сравнению с нагрузками на секции крепи, установленные в середине лавы. При этом среднее максимальное значение изменения давления в поршневой полости гидростоеч секций крепи повторяется через каждые шесть суток, как по данным самописцев, расположенных в зоне ПГД, так и по данным самописцев, расположенных в середине лавы. Шаг обрушения пород основной кровли на участке влияния зоны ПГД составляет 13 м.

Среднее время протекания динамического процесса нагружения гидростоеч секций механизированной крепи равно 60 мин.

Коэффициент вариации по полученным значениям составил 5 %, что позволяет говорить о хорошей сходимости результатов исследований.

С учетом средней скорости подвигания лавы на момент наблюдений до 8,6 м/сут периодичность минимума нагружения секций будет повторяться примерно через каждые 12 сут (95-100 м).

ВЫВОДЫ

1. 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.

2. На замерных участках, расположенных вне зоны ПГД, средняя скорость конвергенции пород изменялась на расстоянии от лавы до 500 м и составляла 1 мм.

3. Среднее максимальное значение общих смещений выявлено на участке ЗУ №3 и составило в 58 мм (среднее значение по пяти замерным пунктам). При этом средневзвешенная скорость конвергенции пород составила 0,46 мм/сут. за период шесть месяцев наблюдений. Это объясняется тем, что данная замерная станция заложена перед лавой 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).

4. По данным инструментальных наблюдений, в лаве №18-10 установлено, что вторичные и последующие периоды зависания и обрушения пород основной кровли (установившийся шаг обрушения основной кровли) равны 15-17 м при мощности песчаников основной кровли пласта в пределах 8-10 м, а мощности непосредственной кровли — до 2-6 м. Зона опережающего опорного давления формируется в соответствии с установленными периодами (шаг обрушения основной кровли).

5. Планирование демонтажных работ необходимо осуществлять с учетом установившегося шага обрушения пород основной кровли, который может изменяться на величину от 13-17 м по всей длине лавы, при этом максимальное нагружение секций механизированной крепи МКЮ в плане горных работ будет приходиться

на краевую часть вентиляционного уклона 18-2 бис.

6. Линия очистного забоя, благоприятная для демонтажа механизированного комплекса до сбойки №1 по конвейерному штреку 18-10, может быть в пределах зоны минимальной нагрузки на пласт «Толмачевский», формируемой по мере зависания и обрушения нижних слоев кровли с шагом обрушения 8-9 м, т.е. вне зоны максимального зависания консолей пород кровли (этот зона находится между ПК1 — ПК8 по вентиляционному штреку №18-10 протяженностью 70 м и между ПК1+5 м — ПК8 по конвейерному штреку №18-10 протяженностью 65 м).