

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-6-97-108

УДК 622

**ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОЧИСТНОМ
ЗАБОЕ 50-03 ПРИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТА 50
В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ ИМ. В.Д. ЯЛЕВСКОГО**

**THE STUDY OF GEOMECHANICAL SAFETY IN A WORKING FACE 50-03 DUR-
ING HIGH-PERFORMANCE MINING OF SEAM 50 IN THE CONDITIONS OF
V. D. YALEVSKOGO MINE**

Харитонов Игорь Леонидович¹,
заместитель технического директора
Haritonov Igor L.¹, Deputy Technical Director
Черданцев Андрей Михайлович¹,
главный инженер
Cherdantsev Andrey M.¹, chief engineer
Тащиенко Виктор Прокопьевич²,
доктор технических наук, профессор
Tatsienko Victor P.², D.Sc. in Engineering, Professor

¹ СУЭК-Кузбасс, 652507, Россия, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, 1.

¹ SUEK-Kuzbass, 1, Vasilyeva St., Leninsk-Kuznetsky, 652507, Russian Federation

² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

² T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya St., Kemerovo, 650000, Russian Federation

Аннотация. Данная статья посвящена исследованиям геомеханической безопасности, проводимым в лаве 50-03. Исследования заключались в подтверждении возможности отработки пласта 50 лавами длиной 400м путем установления устойчивости, нагрузочных свойств и обрушаемости пород активной кровли пласта 50, устойчивости пород почвы пласта, установления требуемой скорости подвигания лавы 50-03, обеспечивающей требуемую производительность лавы и геомеханическую безопасность в лаве. По ожидаемым нагрузкам и схемам нагружения секций крепи определены требуемые геометрические и силовые параметры крепи комплекса для отработки пласта 50 с указанной производительностью лавы. Результаты выполненных исследований геомеханических процессов в лаве 50-03 показывают, что управление геомеханической безопасностью в высокопроизводительных забоях при интенсивном обнажении кровли должно производиться путём поддержания соответствующей скорости подвигания лавы, скорости выемки угля в лаве, скорости крепления лавы.

Abstract. This article is devoted to the studies of geomechanical safety performed in longwall 50-03. The aim of the studies was to validate the possibility of mining seam 50 by longwalls 400m long by having identified the stability, load properties and cavability of the active roof strata in seam 50, the stability of the seam floor strata, establishing the required rate of advancing face 50-03 to ensure the required performance of the longwall and geomechanical safety in the longwall. Based on the anticipated loads and load distribution on the powered supports, the required geometrical and power parameters of the powered supports were determined for mining seam 50 with the indicated face output. The results of the study of geomechanical processes in longwall 50-03 show that the geomechanical safety control in high-performing faces with intensive exposure of the roof should be done by maintaining the appropriate speed of longwall advancing, the rate of coal extraction in the longwall, the speed of longwall supporting.

Ключевые слова: высокопроизводительная отработка, пласт 50, лава 50-03, опорное давление, обрушаемость, кровля пласта, выемочный столб, скорость подвигания лавы.

Keywords: high-performance mining, seam 50, longwall 50-03, abutment pressure, cavability, the roof of the seam, the extraction pillar, the rate of face advancing.

Оценка направлений перспективного развития угольной промышленности России показывает, что с ростом глубины горных работ в основ-

ных угольных районах страны отработка угольных пластов подземным способом становится более перспективным направлением. Имеющийся

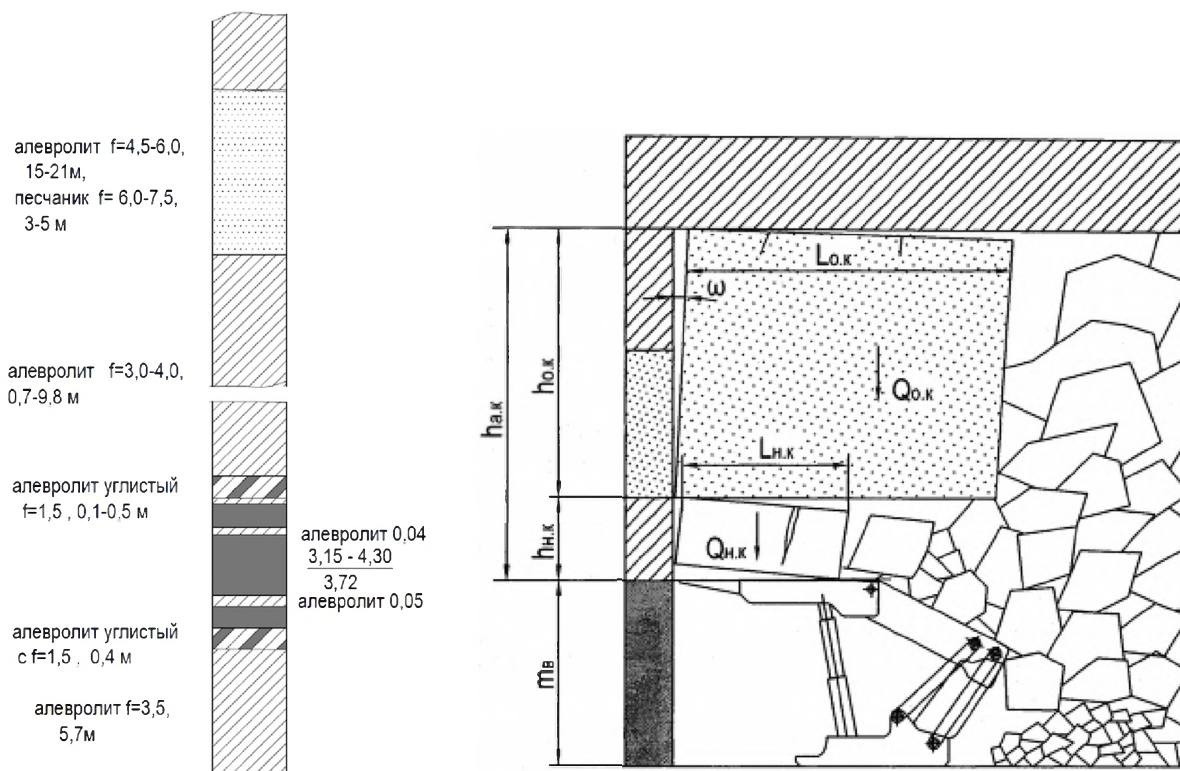


Рис. 1. Стратиграфическая колонка пласта 50.

Расчетная схема для определения нагрузки пород на крепь механизированного комплекса

- $Q_{н.к.}, Q_{о.к.}$ - нагрузка пород основной и непосредственной кровли пласта;
 $L_{н.к.}$ - шаг обрушения непосредственной кровли при вторичной осадке;
 $L_{о.к.}$ - шаг обрушения основной кровли при вторичной осадке;
 ω - угол отклонения блока породы от линии отрыва от массива;
 $h_{н.к.}$ - мощность непосредственной кровли;
 $h_{о.к.}$ - мощность основной кровли

опыт высокопроизводительной отработки пластов длинными очистными забоями с использованием современного высокопроизводительного оборудования это подтверждают, возможность отработки угольных пластов современными механизированными комплексами с нагрузкой на забой 40-60 тыс. тонн в сутки является реальной.

Переход подземной добычи угля на новый более высокий уровень производительности очистных забоев требует решения целого ряда вопросов и, в первую очередь, обеспечение геомеханической безопасности в очистном забое.

В настоящее время в мировой практике добычи угля подземным способом высокопроизводительная отработка пластов решается развитием двух направлений:

- созданием высокопроизводительных механизированных комплексов с выемочными комбайнами, позволяющими осуществлять выемку угля в лаве со скоростью 30-40 м/мин и механизиро-

ванными крепями, позволяющими крепить очистной забой со скоростью 30-40 м/мин;

- увеличением параметров выемочных столбов с длиной лав до 500м, длиной выемочных столбов до 6000м.

Длина лав и скорость подвигания лав являются основными технологическими параметрами, обеспечивающими геомеханические условия в очистном забое и безопасность работ.

Имеющийся опыт высокопроизводительной отработки угольных пластов на шахтах АО «СУ-ЭК-Кузбасс» показывает, что для высокопроизводительной отработки угольного пласта требуется глубокая проработка вопросов по обоснованию возможности отработки принятого пласта длинным забоем с длиной лавы не менее 400м со скоростью подвигания лавы не менее 20м/сут.

Для отработки пласта 50 в условиях шахты им. В.Д. Ялевского предварительно были рассмотрены следующие вопросы:

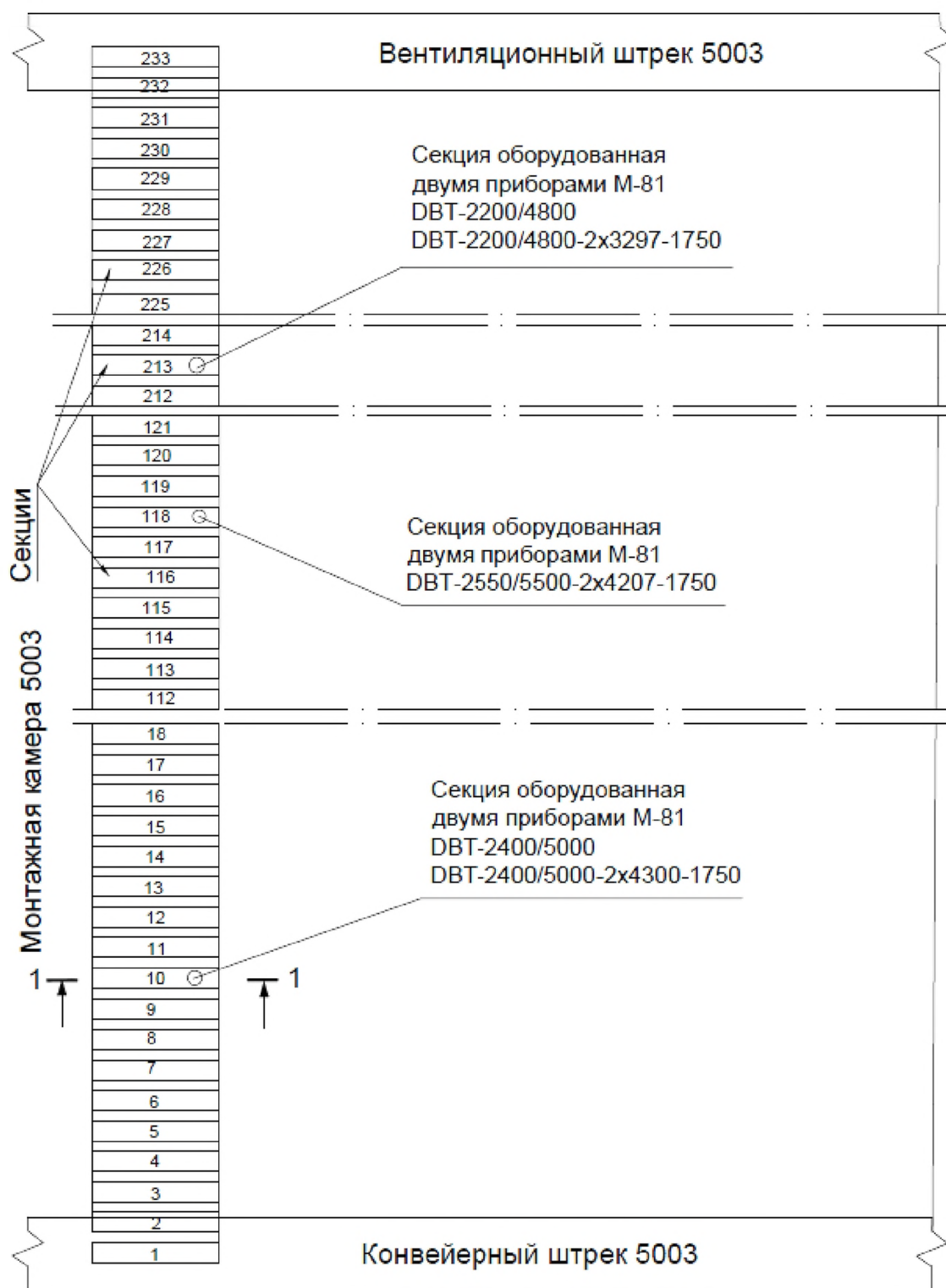
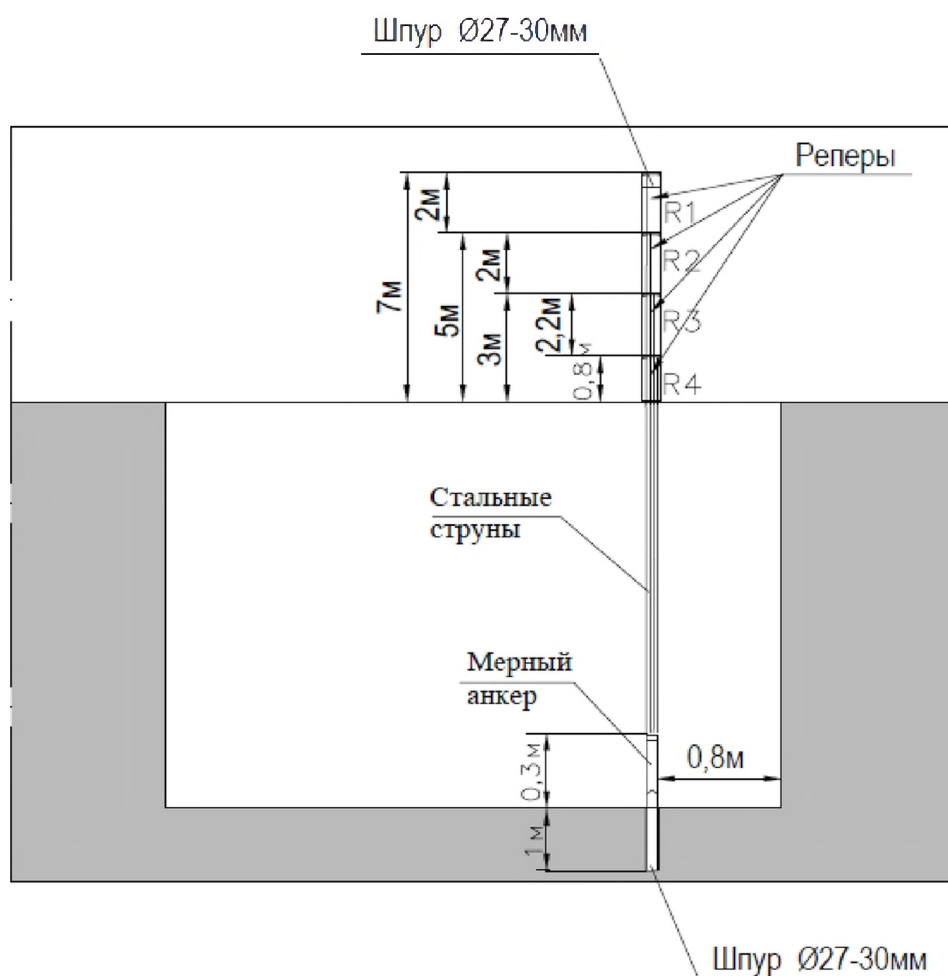


Рис. 2. Схема расстановки секций крепи DBT по длине лавы 50-03 и схема установки самопищущих манометров на секциях крепи

- произведена оценка горно-геологических условий залегания пласта 50 в пределах выемочного столба 50-03. Выполнена оценка пород в пределах активной кровли пласта по устойчивости, погрузочным свойствам, обрушаемости,

определена периодичность обрушения пород активной кровли;

Непосредственная кровля пласта 50 по устойчивости изменяется от неустойчивой до средней устойчивости.



- Диаметр шпура - 27-30мм;
- Диаметр мерного анкера - 20мм;
- Длина мерного анкера - 1,3м;
- Длина закрепления анкера в шпуре - 1м

Рис. 3. Схема установки глубинных реперов в шпурах на наблюдательной реперной станции

Основная кровля пласта представлена песчаниками с сопротивлением сжатию 60-75МПа и мелко и среднезернистыми алевролитами с сопротивлением сжатию 45-60МПа, по нагрузочным свойствам, в основном, относится к типу тяжёлых, на отдельных участках - к типу средней тяжести.

Активная кровля по обрушаемости изменяется от среднеобрушаемой до труднообрушаемой.

Шаги обрушения непосредственной кровли изменяются при первичных осадках от 15м до 56,6м, при вторичных осадках - от 2,5м до 9,5м.

Шаги обрушения основной кровли при первичной осадке изменяются от 39м до 65м, при вторичных осадках - от 6,6м до 10,9м.

Стратиграфическая колонка пласта 50 приведена на рис.1.

- Установлена схема ожидаемого нагружения секций крепи обрушающимися породами при вторичных осадках кровли, определены нагрузки пород на крепь.

Расчётная схема для определения нагрузок пород на секции крепи приведена на рис.2.

В пределах активной кровли пласта ожидается совместное обрушение пород непосредственной и основной кровли при вторичных осадках.

По результатам оценки активной кровли пласта 50 по устойчивости, нагрузочным свойствам, обрушаемости был произведён расчёт требуемого сопротивления секций крепи механизированного комплекса, выбор типа крепи. Расчёт требуемого сопротивления секций крепи механизированного комплекса был выполнен по разработанной "Ме-

тодике определения нагрузок на крепь механизированного комплекса в сложных горно-геологических условиях шахт АО «СУЭК-Кузбасс» [1]. Методика разработана в 2016 году ИПЭБ КузГТУ.

- крепь DBT;
- выемочный комбайн SL-900;
- лавный конвейер SH PF-4/1332;
- перегружатель ST PF-6/1342;
- дробилка SK-11/14.

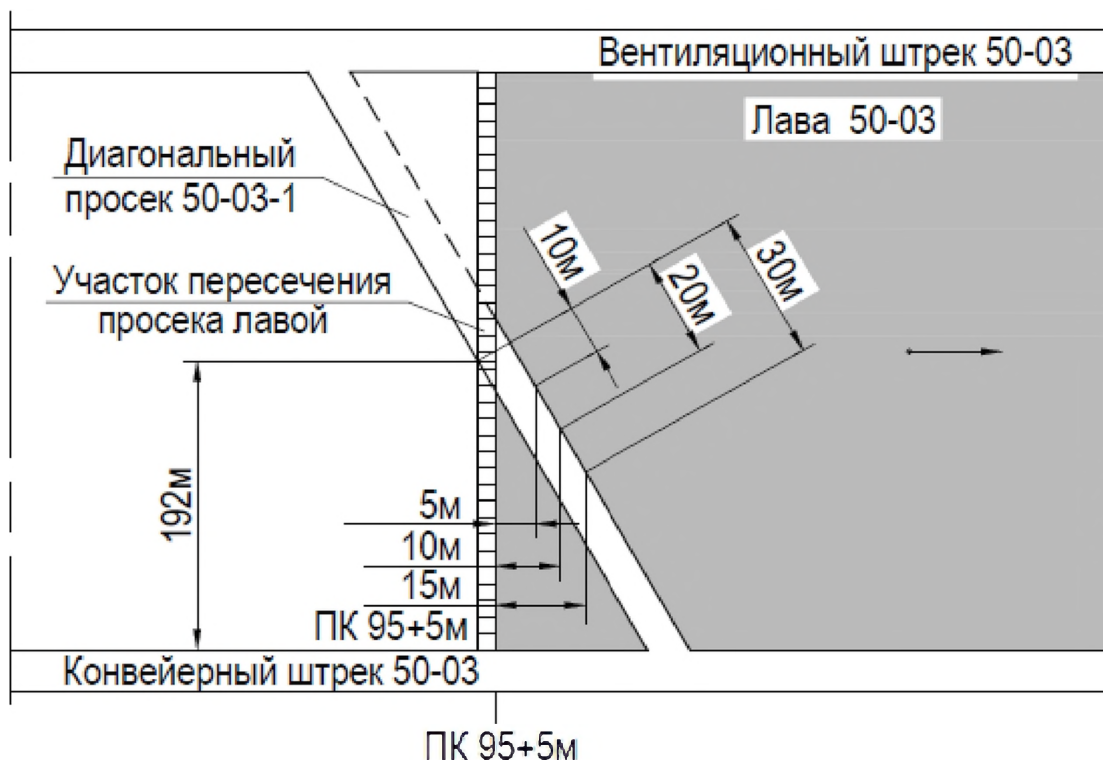


Рис. 4. Схема измерения смещения пород кровли в диагональном просеке 50-03-1 в период перехода диагонального просека лавой 50-03:

10м, 20м, 30м – удаление точек измерения смещения кровли в диагональном просеке от места пересечения просека лавой;

5м, 10м, 15м – удаление точек измерения смещения кровли в диагональном просеке от лавы.

Силовые параметры крепи рекомендуются следующие (для кровли тяжёлого типа):

- несущая способность секции крепи - 10045 кН;
- сопротивление крепи на 1м длины лавы - 2009 кН/м;
- рабочее сопротивление крепи - 1148 кН/м².

На участках пласта, где активная кровля средней тяжести, силовые параметры крепи могут приниматься с несколько меньшими значениями:

- несущая способность секций крепи - 7534 кН;
- сопротивление крепи на 1м длины лавы - 1507 кН/м;
- рабочее сопротивление крепи - 861 кН/м².

Для отработки пласта 50 в лаве 50-03 длиной 400м был принят механизированный комплекс Германского производства:

Схема расстановки секций по длине лавы приведена на рис. 2.

В верхней части лавы, примыкающей к вентиляционному штреку 50-03-3, установлены секции DBT-2200/4800-2x3297-1750;

В средней части лавы установлены секции DBT-2400/5000-2x4300-1750;

В нижней части лавы, примыкающей к конвейерному штреку 50-03-3, установлены секции крепи DBT-2550/5500-2x4207-1750.

При исследовании геомеханических процессов в лаве 50-03 определялись параметры зоны опорного давления:

- ширина зоны опорного давления впереди лавы - $L_{зод}$;
- месторасположение максимума опорного давления относительно линии очистного забоя - ℓ_{max} ;
- длина участка в зоне опорного давления с максимальным напряжением - L_{max} ;

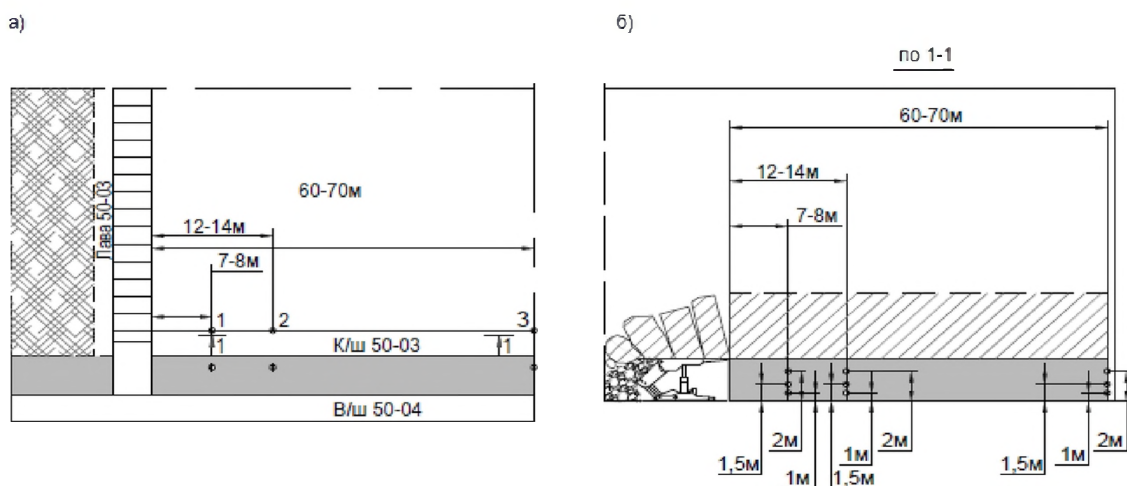


Рис. 5. Схема измерения коэффициента крепости угля пласта 50 в лаве 50-03 прочностомером П-1:
а) схема удаления мест измерения от лавы; б) схема расположения мест измерения коэффициента крепости угля от почвы пласта

- скорость подвигания лавы и влияние скорости подвигания лавы на параметры ЗОД.
- влияние скорости подвигания лавы на прочность угля и расслоение пласта 50 по мощности в зоне опорного давления;
- влияние скорости подвигания лавы на параметры зоны опорного давления;
- обрушение пород кровли, периодичность обрушения пород при вторичных осадках;
- динамика опорного давления;
- зависимость параметров зоны опорного давления от шага обрушения пород кровли при вторичных осадках;
- зависимость параметров зоны опорного давления от деформации краевой части пласта и её состояния.

Определение параметров зоны опорного давления производилось по проявлению горного давления впереди лавы, проявление давления оценивалось по измерениям смещения кровли и измерению коэффициента крепости угля впереди лавы.

Измерения впереди лавы производились в вентиляционном штреке 50-03-3, диагональных просеках 50-03-1 и 50-03-2.

Измерения впереди лавы производились на расстоянии 7м, 12-14м, 60-70м.

Смещение кровли определялось с помощью стойки СУИ-II. В диагональных просеках оборудовались наблюдательные станции с глубинными реперами (рис. 3, 4).

Измерение крепости угля производилось с использованием прочностомера П-1.

Коэффициент крепости угля определялся в конвейерном штреке впереди лавы на расстоянии 7-8м, 12-14м, 60-70м.

По мощности пласта измерения проводились в трёх точках: на высоте от почвы пласта 1м, 1,5м и 2м (рис. 5).

Смещения кровли, полученные при скорости подвигания лавы 14,8-19,4м/сут приведены на рис. 6.

Из графиков рис. 6 видно, что максимальные смещения наблюдаются впереди лавы на расстоянии 7-8м, на удалении 13-14м смещения снижаются в 2-3,5 раза, на расстоянии 66-70м - затухают.

Длина участка зоны опорного давления с максимальными смещениями составляет 14-16м.

Результаты определения параметров ЗОД по измерению коэффициента крепости угля пласта 50 позволили уточнить параметры зоны опорного давления, влияние опорного давления на напряжённое состояние пласта и на динамику опорного давления.

Установлено, что слои угольного пласта по мощности по-разному испытывают влияние опорного давления.

Нижняя пачка пласта чаще находится в сжатом состоянии под влиянием дополнительного опорного давления, поэтому коэффициент крепости угля в нижней пачке имеет большее значение.

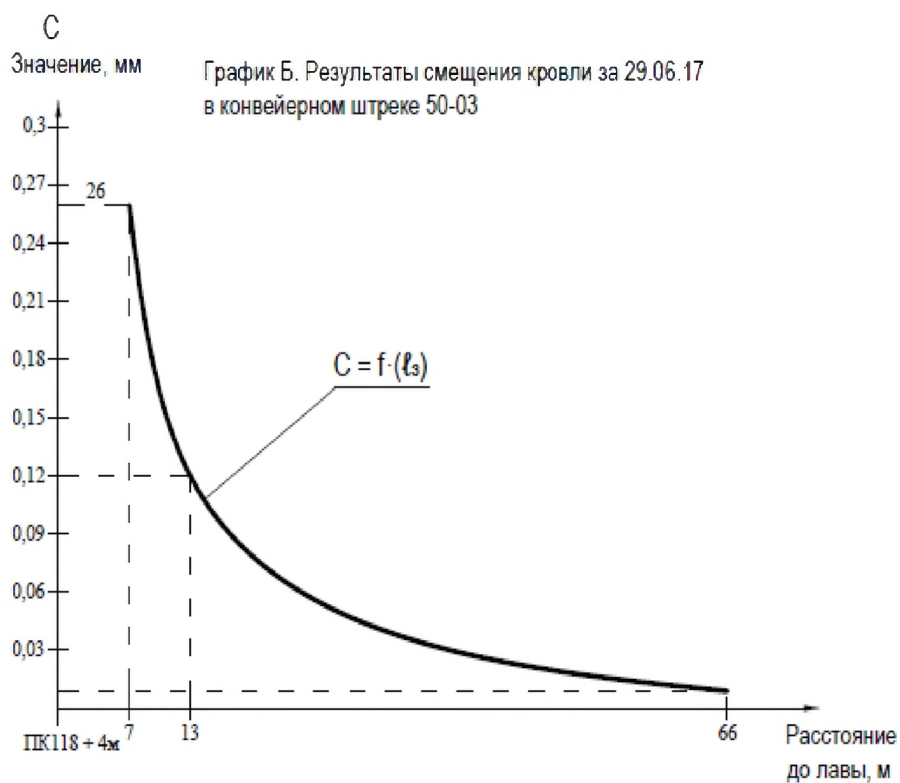
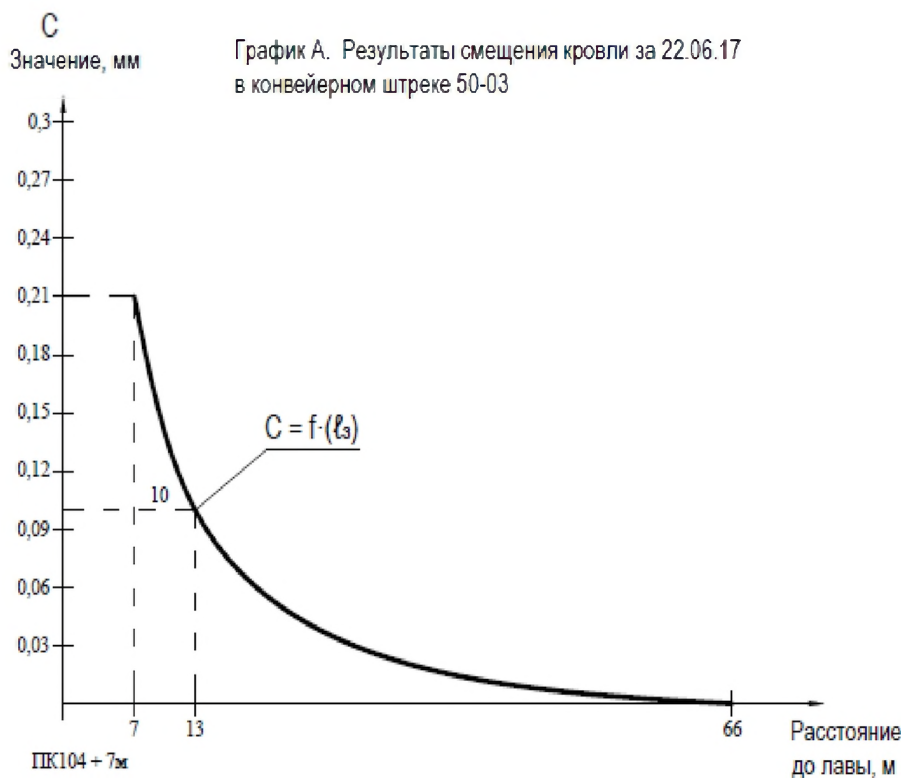


Рис. 6. Графики смещения кровли в конвейерном штреке на разном расстоянии от забоя лавы 50-03, построенные по результатам измерения 22.06.17 г. и 29.06.17 г.

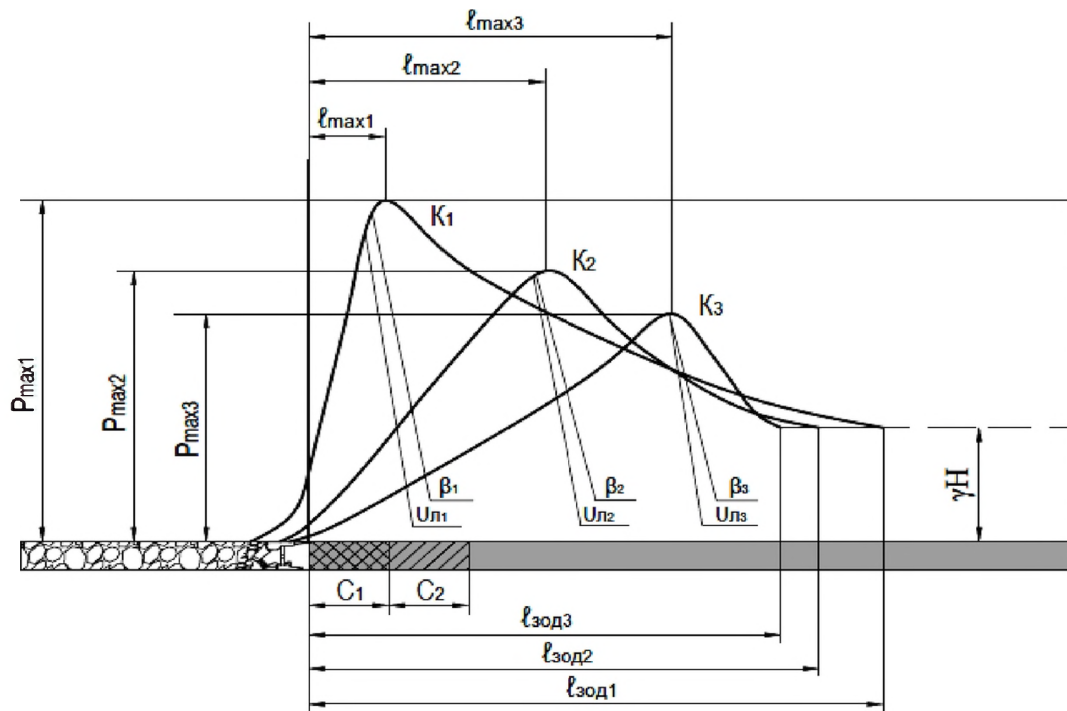


Рис. 7. Графики изменения параметров временного опорного давления при изменении скорости продвижения очистного забоя:

- $l_{зод}$ – ширина зоны опорного давления;
- l_{max} – удаление максимума опорного давления от кромки забоя;
- β – коэффициент концентрации напряжений в зоне максимума опорного давления;
- $v_{л}$ – скорость продвижения лавы, $v_{л1} > v_{л2} > v_{л3}$;
- P_{max} – напряжение в зоне максимума опорного давления;
- C_1 – участок краевой части пласта, деформированный опорным давлением;
- C_2 – участок недеформированного угля – новая опора увеличенного опорного давления.

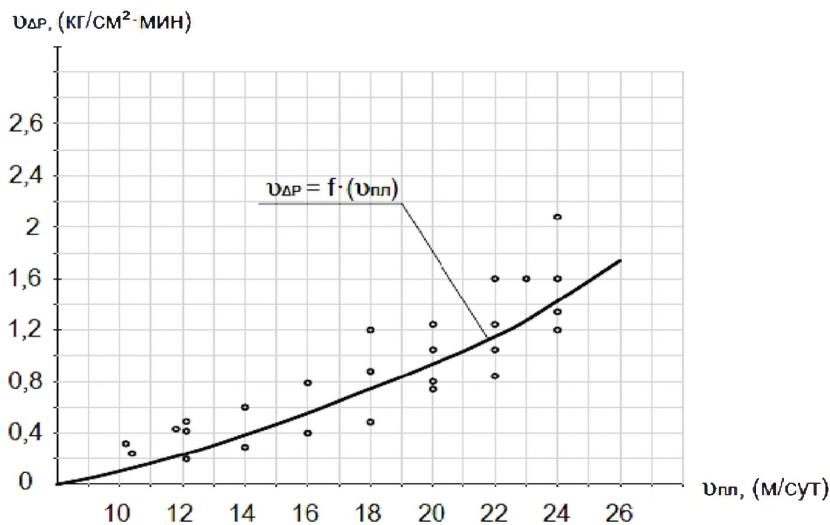


Рис. 8. Изменение скорости пригрузов давления в гидростойках крепи ДВТ в зависимости от скорости продвижения лавы 50-03:

- $v_{\Delta P}$ – скорость пригрузов давления в гидростойках крепи за выемочный цикл, кг/см²·мин;
- $v_{пл}$ – скорость продвижения лавы 50-03, м/сут.

Таблица 1 – Давление в гидростойках крепи в конце выемочного цикла на разных участках по длине лавы и по длине выемочного столба

Участок лавы по длине выемочного столба	Давление в гидростойках в конце выемочного цикла, (МПа)		
	Участок по длине лавы		
	Секция №10	Секция №118	Секция №213 (230)
Участок № 1	16,1	38,3	25,9
Участок № 2	21,4	34,9	24,9
Участок № 3	21	26,9	20,9
Участок № 4	19,8	28,6	17,6
Участок № 5	21,8	26,1	18,2

Средняя пачка пласта влияние опорного давления (напряжения сжатия) испытывает в меньшей степени, коэффициент крепости угля в этой пачке имеет меньшее значение, чем коэффициент крепости нижней пачки угля.

Верхняя пачка угля в значительной степени выходит из состояния объёмного сжатия, это зависит от условий контактирования породы с углем, нормальное контактирование под влиянием вибраций угольного пласта и породного массива при выемке угля комбайном нарушается, при этом прочность угля снижается.

Анализ результатов измерений коэффициента крепости угля, пласта 50 впереди лавы 50-03 и установленных при этом параметров зон опорного давления, показывает, что они являются близкими с параметрами зоны опорного давления, установленными по измерениям смещений кровли впереди лавы на удалении от лавы 7-8м, 12-14м, 60-70м:

- ширина ЗОД составляет

$$L_{\text{ЗОД}} = 60-70\text{м};$$

- участок в зоне опорного давления с максимальным давлением

$$L_{\text{max}} = 12-14\text{м};$$

- удаление максимума опорного давления от линии очистного забоя

$$l_{\text{max}} = 7-8\text{м},$$

(в отдельные моменты $l_{\text{max}} = 5-14\text{м}$).

Установлено, что в лаве 50-03 зона опорного давления характеризуется высокой динамикой.

Угольный пласт в передней зоне опорного давления испытывает напряжения, действующие в пласте и дополнительные напряжения от опорного давления. В связи с этим в зоне опорного давле-

ния происходит не только процесс сжатия и уплотнения пласта, в этой зоне происходит деформация и разрушение угля.

На рис.7 приведены графики изменения опорного давления впереди лавы в зависимости от скорости продвижения лавы. Из приведённых графиков видно, что при увеличении скорости продвижения лавы величина опорного давления возрастает, максимум опорного давления смещается ближе к краевой части пласта, ширина зоны опорного давления увеличивается. В этом случае также возможна деформация угля в краевой части (участок С₁) и образование новой опоры давления (участок С₂).

Факт увеличения давления в зоне опорного давления подтверждается проведёнными исследованиями в лаве 50-03.

На рис. 8 приведён график изменения скорости пригрузов давления в гидростойках крепи ДВТ за выемочный цикл в зависимости от скорости продвижения лавы 50-03.

Скорость продвижения лавы изменилась от 8м/сут до 26м/сут.

Графики, приведённые на рис. 8 подтверждают влияние скорости продвижения лавы на параметры зоны опорного давления:

- при увеличении скорости продвижения лавы ширина зоны опорного давления увеличивается, максимум опорного давления смещается ближе к краевой части пласта, величина опорного давления возрастает;

- проведённые исследования по установлению параметров зоны опорного давления в лаве 50-03 показывают, что основное влияние на формирование параметров ЗОД оказывают шаг обрушения активной кровли пласта - $L_{\text{обр}}$ и скорость продвижения лавы - $v_{\text{п.л.}}$.

Шаг обрушения активной кровли пласта и скорость продвижения лавы являются основными факторами, определяющими динамику опорного давления.

Из табл. 1 видно, что на всех участках по длине выемочного столба давление в средней части лавы больше, чем давление на участках, примыкающих к вентиляционному и конвейерному штрекам.

Давление в средней части лавы превышает давление на участках, примыкающих к конвейерному штреку в 1,2-2,38 раза, а давление на участках, примыкающих к вентиляционному штреку в

Из выше сказанного видно, что средние скорости движения комбайна при выемке угля и при зачистке комбайновой дорожки изменяются незначительно.

Время передвижки секций крепи изменяется от 7с до 15с.

Среднее время передвижки секций изменяется в более узком диапазоне - от 9,6с до 11с.

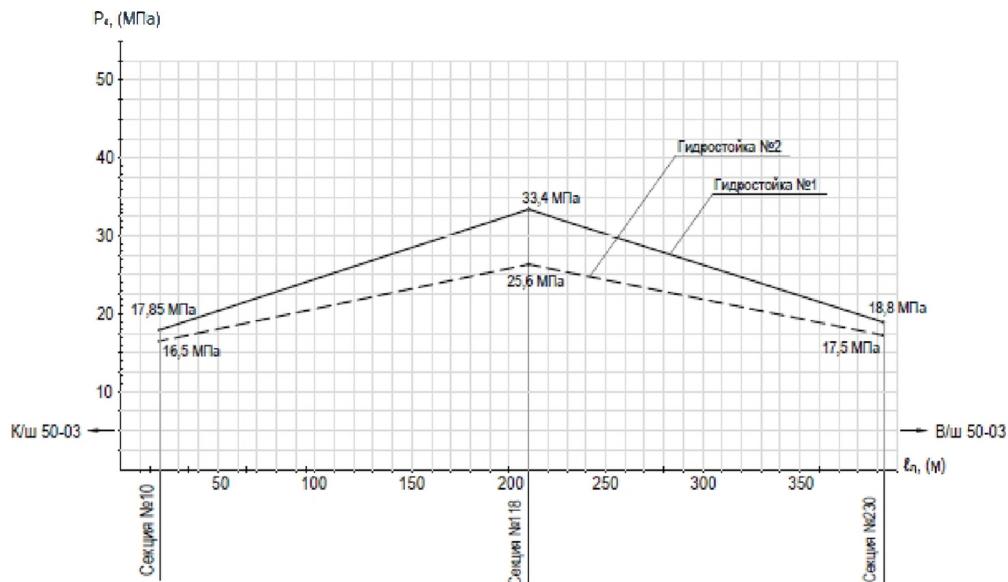


Рис. 9. Графики изменения давления в гидростойках секций крепи DBT в лаве 50-03: Секции крепи №10, №18, №230;

l_n — длина лавы, (м);

P_k — конечное давление в гидростойках секций крепи DBT

1,28-1,62 раза.

На рис. 9, приведённые графики подтверждают факт более интенсивного проявления горного давления в средней части лавы сравнительно с фланговыми участками.

Высокопроизводительная отработка пласта 50 в лаве 50-03 обеспечивается за счёт высокой скорости подвигания лавы за сутки, а скорость подвигания лавы определяется скоростью выемки угля комбайном и скоростью крепления лавы при выемке угля.

Выше уже указывалось, что за период наблюдений скорость подвигания лавы изменялась от 11м/сут до 26м/сут, средняя продолжительность выемочного цикла при этом составила 57 мин, скорость движения комбайна по лаве за выемочный цикл изменяется в широких пределах - от 10м/мин до 25-27м/мин.

Средние значения скорости за выемочный цикл составляют при выемке угля - 12,86м/мин, при зачистке комбайновой дорожки - 15,3 м/мин.

По времени передвижки определялась скорость крепления лавы, время передвижки по среднему значению принято $10,49с = 0,175мин$.

Скорость передвижки секций средняя составляет

$$v_{кр} = \frac{v_t}{t_{ср}} = \frac{1,75}{0,175} = 10 \text{ м/мин.}$$

где

v_t - шаг установки секций крепи по длине лавы, $v_t = 1,75м$.

При последовательной схеме передвижки секций крепи двумя горнорабочими скорость крепления лавы 10м/мин сдерживает выемку угля.

Однако, оснащение крепи механизированного комплекса в лаве 50-03 электронной системой управления передвижкой секций крепи и лавного конвейера позволяет осуществлять дистанционно групповую передвижку секций крепи и передвижку

ку лавного конвейера с увеличенным количеством линейных рештаков.

Выводы

В ходе изысканий и исследований проведенных в лаве 50-03 сделано следующее:

1. Выполнена оценка горно-геологических и горнотехнических условий залегания пласта 50 в контуре лавы 50-03.

Установлена устойчивость, нагрузочные свойства и обрушаемость пород активной кровли пласта 50, устойчивость пород почвы пласта.

2. Обоснована возможность оти пласта 50 лавой длиной 400 м с производительностью не менее 50000т/сут.

Установлена требуемая скорость подвигания лавы 50-03, обеспечивающая требуемую производительность лавы и геомеханическую безопасность в лаве.

3. Выполнен прогноз ожидаемых параметров обрушения пород активной кровли, схем взаимодействия вмещающих пород с крепью механизированного комплекса и нагружения секций крепи обрушающимися породами.

По ожидаемым нагрузкам и схемам нагружения секций крепи определены требуемые геометрические и силовые параметры крепи комплекса

для отработки пласта 50 с указанной производительностью лавы.

4. Результаты исследований по оценке геомеханической безопасности, выполненные при научном сопровождении отработки лавы 50-03, подтвердили возможность отработки пласта 50 лавами длиной 400м.

5. Результаты выполненных исследований геомеханических процессов в лаве 50-03 показывают, что управление геомеханической безопасностью в высокопроизводительных забоях при интенсивном обнажении кровли должно производиться путём поддержания:

- соответствующей скорости подвигания лавы;

- скорости выемки угля в лаве;

- скорости крепления лавы.

Симбиоз высокопроизводительного оборудования, умелое управление машинами и технологическими процессами в совокупности с высочайшей организацией труда и дисциплиной позволили достичь рекордных результатов при безусловном обеспечении безопасных условий труда.

Достигнутые результаты говорят сами за себя. В мае — 140725,4 тонн (45395,29 тонн в сутки), в июле — 156706,7 тонн (50550,5 тонн в сутки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика определения нагрузок на крепь механизированного комплекса в сложных горно-геологических условиях шахт АО «СУЭК-Кузбасс». - Кемерово, 2016, - 75 с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях. С-Петербург, ВНИМИ, 1998. -291с.
3. Заключение №270/16-78 от 24.03.2017г. О наличии аномальных тектонических зон и других участков изменения геомеханических характеристик кровли пласта 50 в пределах выемочного столба 50-03. Шахта им. В.Д. Ялевского ОАО «СУЭК-Кузбасс» по данным геофизических исследований. Кемерово, 2017. – 14 с.
4. Тациенко В.П., Мешков А.А., Колмаков В.А. Прогноз горно-геологических и горно-технических условий – залог безопасности. Результаты научного сопровождения отработки высокопроизводительных лав. Журнал «Технадзор». – 2016. – №12. – С. 34-37.
5. Калинин С.И., Колмогоров В.М. Геомеханическое обеспечение эффективной выемки мощных пологих пластов с труднообрушаемой кровли механизированными комплексами. Кемерово, 2002. – 113 с.
6. Инструкция по геологическим работам на угольных месторождениях Российской Федерации, С-Петербург, 1993. – 147 с.
7. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. Л.: ВНИМИ, 1991. – 102 с.
8. Слесарев В.Д. Определение оптимальных размеров целиков различного назначения. М.: Углетехиздат, 1948. – 197 с.
9. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М., "Наука", 1969. - 576 с.
10. Колмагоров В.М., Рыженков М.И., Климов В.И., Калинин С.И. Разработка и внедрение полимерных композиций и технологий, повышающих эффективность и безопасность отработки угольных пластов с неустойчивыми вмещающими породами на шахтах Кузбасса (Под редакцией академика АГН П.В. Егорова). Кем.кн. изд-во, 1999.-163 с.
11. Временные указания по управлению горным давлением в очистных забоях на пластах мощностью до 3,5 м с углом падения до 35°. Ленинград: ВНИМИ, 1982. – 136 с.
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.03.01 г. № 241 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории РФ».
13. РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

REFERENCES

1. Metodika opredeleniya nagruzok na krep mehanizirovannogo kompleksa v slozhnyih gorno-geologicheskikh usloviyah shaht AO «SUEK-Kuzbass». - Kemerovo, 2016. – p. 75.
2. Pravila ohrani sooruzheniy i prirodnykh ob'ektov ot vrednogo vliyaniya podzemnykh gornyykh razrabotok na ugolnykh mestorozhdeniyakh. S-Peterburg, VNIMI, 1998. –p. 291.
3. Zaklyuchenie #270/16-78 ot 24.03.2017g. O nalichii anomalnykh tektoni-cheskikh zon i drugikh uchastkov izmeneniya geomehanicheskikh harakteristik krovli plasta 50 v predelakh vyiemochnogo stolba 50-03. Shahta im. V.D. Yalvskogo OAO «SUEK-Kuzbass» po dannym geofizicheskikh issledovaniy. Kemerovo, 2017. – p. 14.
4. Tatsienko V.P., Meshkov A.A., Kolmakov V.A. Prognoz gorno-geologicheskikh i gorno-tehnicheskikh usloviy – zalog bezopasnosti. Rezultaty nauchnogo soprovozhdeniya otrabotki vyisokoproizvoditelnykh lav. Zhurnal «Tehnadzor». – 2016. – №12. – pp. 34-37.
5. Kalinin S.I., Kolmogorov V.M. Geomehanicheskoe obespechenie effektivnoy vyiemki moschnyykh pologih plastov s trudnoobrushaemoy krovli mehanizirovan-nyimi kompleksami. Kemerovo, 2002. – p. 113.
6. Instruktsiya po geologicheskim rabotam na ugolnykh mestorozhdeniyakh Rossiyskoy Federatsii, S-Peterburg, 1993. – p. 147.
7. Instruktsiya po vyбору sposoba i parametrov razuprochneniya krovli na vyiemochnyykh uchastkakh. L.: VNIMI, 1991. – p. 102.
8. Slesarev V.D. Opredelenie optimalnykh razmerov tselikov razlichnogo naznacheniya. M.: Ugletekhizdat, 1948. – p. 197.
9. Ventsel E.S. Teoriya veroyatnostey. M., "Nauka", 1969. – p. 576.
10. Kolmogorov V.M., Ryizhenkov M.I., Klimov V.I., Kalinin S.I. Razrabotka i vnedrenie polimernyykh kompozitsiy i tekhnologiy, povyshayuschih effektivnost i bez-opasnost otrabotki ugolnykh plastov s neustoychivymi vmeschayuschimi porodami na shahtakh Kuzbassa (Pod redaktsiyey akademika AGN P.V. Egorova). Kem.kn. izd-vo, 1999. – p. 163.
11. Vremennyye ukazaniya po upravleniyu gornym davleniem v ochistnykh zaboyakh na plastakh moschnostyu do 3,5 m s uglom padeniya do 35o. Leningrad: VNIMI, 1982. – p. 136.
12. Postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 28.03.01 g. № 241 «O merah po obespecheniyu promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov na territorii RF».
13. RD 03-606-03 «Instruktsiya po vizualnomu i izmeritelnomu kontrolyu».

Поступило в редакцию 14.11.2017
Received 14.11.2017

ISSN 1999-4125

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

6-17



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

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



№6 (124) 2017

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

Редакционная коллегия:

Кречетов А.А., гл. редактор, к.т.н. (РФ)
Костюк С.Г., зам. гл. ред., к.т.н. (РФ)
Блюменштейн В. Ю., д.т.н. (РФ)
Демирель Нурей, к.т.н. (Турция)
Исмагилов З. Р., член-корреспондент РАН, д.т.н. (РФ)
Каширских В. Г., д.т.н. (РФ)
Клишин В. И., член-корреспондент РАН, д.т.н. (РФ)
Клубович В. В., академик НАН Беларуси, д.т.н. (Беларусь)
Колесников В. Ф., д.т.н. (РФ)
Конторович А. Э., академик РАН, д.т.н. (РФ)
Коротков А. Н., д.т.н. (РФ)
Кузиев Д.А., к.т.н. (РФ)
Мальшев Ю. Н., академик РАН, д.т.н. (РФ)
Маметьев Л. Е., д.т.н. (РФ)
Мисников О.С., д.т.н. (РФ)
Першин В. В., д.т.н. (РФ)
Петрик П. Т., д.т.н. (РФ)
Ренев А. А., д.т.н. (РФ)
Серони Аньона, к.т.н. (Кения)
Смирнов А. Н., д.т.н. (РФ)
Фёт Штефан, д.т.н. (Германия)
Хямяляйнен В. А., д.т.н. (РФ)
Цзяо Ви-го, д.т.н. (Китай)
Черкасова Т. Г., д.т.н. (РФ)
Чехлар Михал, к.т.н. (Республика Словакия)
Юй Шен-вэнь, д.т.н. (Китай)
Яночко Юрай, к.т.н. (Республика Словакия)

Полнотекстовой доступ к электронной версии журнала
на сайте www.elibrary.ru

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

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

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

Уважаемые читатели!

Журнал издается с 1997 г.

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

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

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

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

Технический редактор
О.А. Останин

Дизайн обложки
Д.А. Бородин

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

Тел.: +7-3842-39-63-14
Сайт: vestnik.kuzstu.ru

Подписано к печати 29.11.2017

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

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

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

BULLETIN

OF THE KUZBASS
STATE TECHNICAL
UNIVERSITY



№ 6 (124) 2017

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

Editorial Team:

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

Full-text access to the electronic version of the journal is on website
www.elibrary.ru

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

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

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

Dear readers!

The journal is published since 1997.

Founded by T. F. Gorbachev Kuzbass
State Technical University

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

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

Responsible editor -

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

Technical editor

O. A. Ostanin

Cover design

D.A. Borodin

Editorial office address:

28, Vesennyaya str., Kemerovo, 650000
T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical
University

Tel.: +7-3842-39-63-14

Web-site: vestnik.kuzstu.ru

Signed for publication on 29.11.2017

Format 60×84 /8.

Offset paper.

Imprinted on MFPs

Published sheets 27,375.

Edition 150 copies.

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

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

CONTENTS

EARTH SCIENCES

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

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

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

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

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

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

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

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

TRANSPORT, MINING, CONSTRUCTION MECHANICAL ENGINEERING

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

MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCES

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

CHEMICAL TECHNOLOGY

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