

Г.Д. Буялич

д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева»

В.М. Тарасов

генеральный директор ООО «РивальСИТ»

Н.И. Тарасова

генеральный директор ООО ИКЦ «Промышленная безопасность»

УДК 622.8

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСАМ МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ

Описан инновационный подход к монтажу и эксплуатации секции механизированной крепи, который фундаментально меняет работу секции механизированной крепи; позволяет перераспределить горное давление с угольного пласта в завальную часть лавы, уменьшая неконтролируемые обрушения угля в угольном массиве и выбросы пылегазовой смеси в призабойной части лавы; значительно повышает безопасность ведения горных работ в лаве; уменьшает вероятность контакта рабочего органа (шнека) с поддерживающим элементом секции механизированной крепи; увеличивает скорость передвижения и производительность труда; повышает срок эксплуатации секции механизированной крепи; снижает себестоимость 1 тонны добываемого твердого полезного ископаемого; способствует существенному увеличению добычи полезного ископаемого.

Ключевые слова: ИННОВАЦИОННЫЙ, ПОДХОД, ГОРНАЯ, ВЫРАБОТКА, СЕКЦИЯ, МЕХАНИЗИРОВАННАЯ, КРЕПЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ТРУД, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ

*Кто не применяет новых средств,
должен ждать новых бед.*

Ф. Бэкон

В настоящее время промышленной безопасности топливно-энергетического комплекса уделяется особое внимание: проводится модернизация, выделяются денежные средства государством и крупными частными компаниями, создаются нормативно-правовые и организационно-технические условия, проводится работа по ценообразованию, изучаются показатели, влияющие на цену и тарифы, решаются вопросы, связанные с повышением конкурентоспособности угля как вида топлива.

Правительство РФ решает вопрос по исключению необоснованных

посредников в сделках по поставке угля между основными потребителями и поставщиками. Ставятся вопросы о том, как снизить внутренние издержки, неэффективные затраты, исключить причины взрывов в шахтах, проводить высокоэффективную дегазацию угольного массива, и многие другие.

Одной из главных задач является значительное увеличение производительности труда при добыче угля как подземным, так и открытым способом в условиях безаварийной и безопасной работы и приближение к мировым показателям ведущих стран по добыче твердого полезного ископаемого.

Повышения конкурентоспособности при добыче этого вида топлива можно добиться путем снижения себестоимости 1 т угля, уменьше-

ния металлоемкости секции крепей и цены комплексов, высвобождением шахтеров (рабочих по добыче угля) из опасных условий труда, занятых обслуживанием механизированных комплексов. Кроме того, необходимо уменьшить зольность угля и затраты на его обогащение, на порядок снизить расход крепежного материала на поддержание штреков под лавами, значительно уменьшить простои лавы, связанные с механической поломкой крепей и гидрооборудования, исключить обрушение кровли в лаве и нежелательный контакт рабочего органа (шнека) очистного комбайна с поддерживающими элементами секций механизированной крепи. Обеспечить безопасность труда шахтеров в лаве можно снизив суфлярное выделение газа ме-

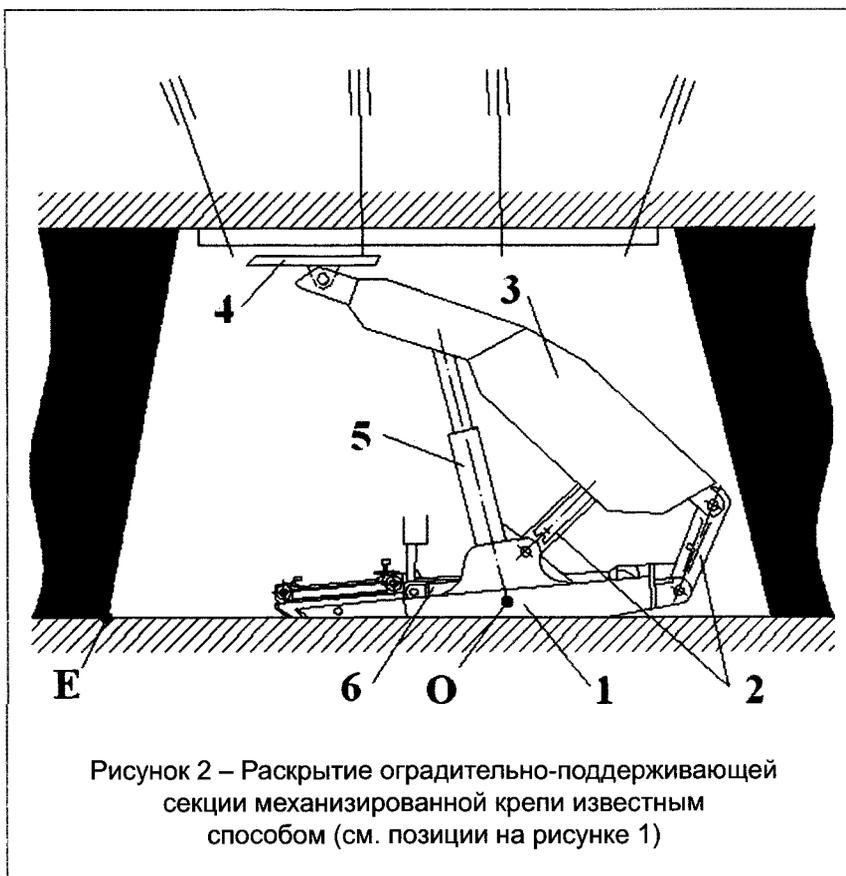
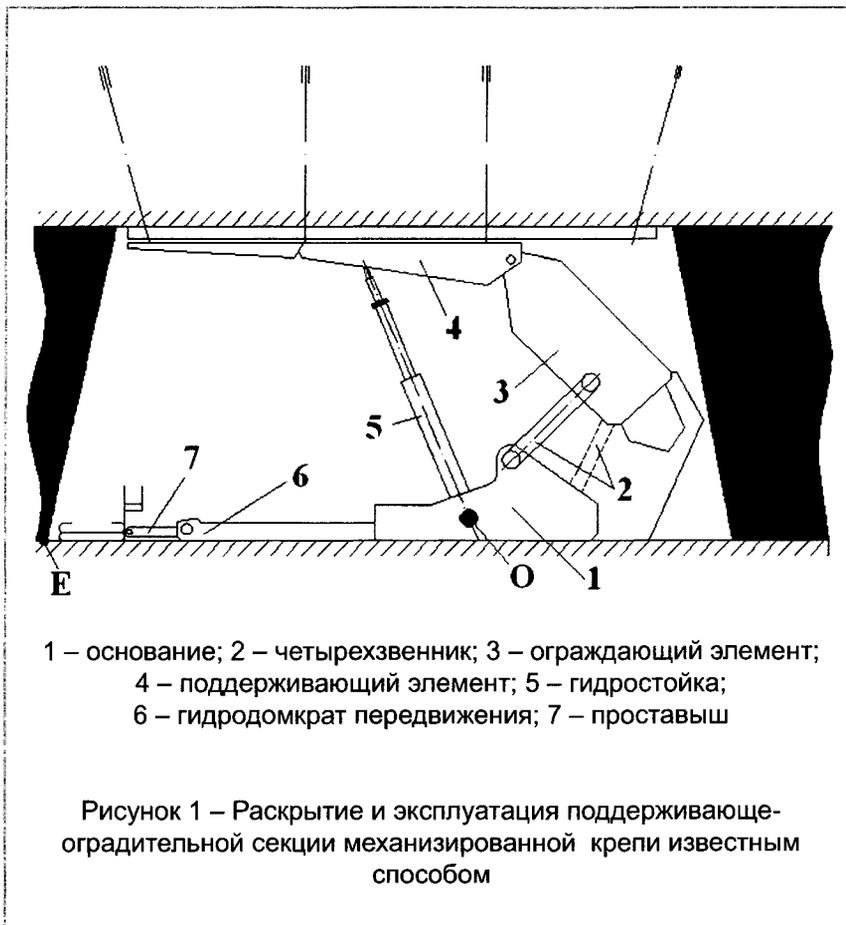
тана при подрезке угля комбайном и предотвратив внезапный выброс пылегазовой смеси.

Процесс метановыделения из разрабатываемых пластов в призабойном пространстве высокопроизводительной лавы недостаточно изучен, он в значительной степени обусловлен газоносностью и степенью искусственной (предварительной) и естественной (вследствие разгрузки от горного давления) дегазации массива угля, применяемой схемой проветривания лавы, интенсивностью добычи и остаточной газоносностью отбитого угля в лаве до момента его удаления за пределы участка [1].

Вспомним, что в шахте при отработке угольных пластов подземным способом для поддержания кровли в процессе эксплуатации используются поддерживающе-оградительные и оградительно-поддерживающие механизированные крепи очистных комплексов [2].

В известном способе монтаж и эксплуатация секций механизированной крепи двух типов включает доставку секции в собранном виде в монтажную камеру, разворот секции крепи относительно забоя и присоединение секции крепи к уже смонтированной секции, раскрытие секции крепи, для чего перекрытие поднимают вверх и заводят верхнюю часть наклоненных к забою гидростоек в посадочные места поддерживающего или ограждающего элементов (рисунки 1 и 2).

Основным недостатком известного способа монтажа и эксплуатации секций механизированной крепи является то, что все сил горного давления принимает на себя забой, и горное давление перераспределяется по штрекам с опережением по всему фронту лавы в процес-



се продвижения забоя до 40 м и более. Пласт угля сжимается, что приводит к вытеснению большого объема метана и создает взрывоопасные ситуации, а по забою происходит отслоение (отжим) угля, что также увеличивает опасность при производстве горных работ. Расположение элементов секции крепи таково, что силы горного давления действуют на рабочую часть лавы, а не на ее завальную часть. Гидростойки крепи наклонены к забою, что при передвижении секции крепи приводит к поломке домкрата коррекции и многого другого гидрооборудования, разрыву сварочных швов на поддерживающем и ограждающем элементах, а следовательно, к снижению срока эксплуатации очистного комплекса, нежелательному контакту поддерживающего элемента секции крепи с рабочим органом комбайна (шнеком) в верхней части забоя при подрезке угля. Для исключения нежелательного контакта для передвижки линейной секции лавного привода в известном способе используют проставыш между линейной секцией лавного привода и домкратом передвижки. Для оградительно-поддерживающего типа секции кре-

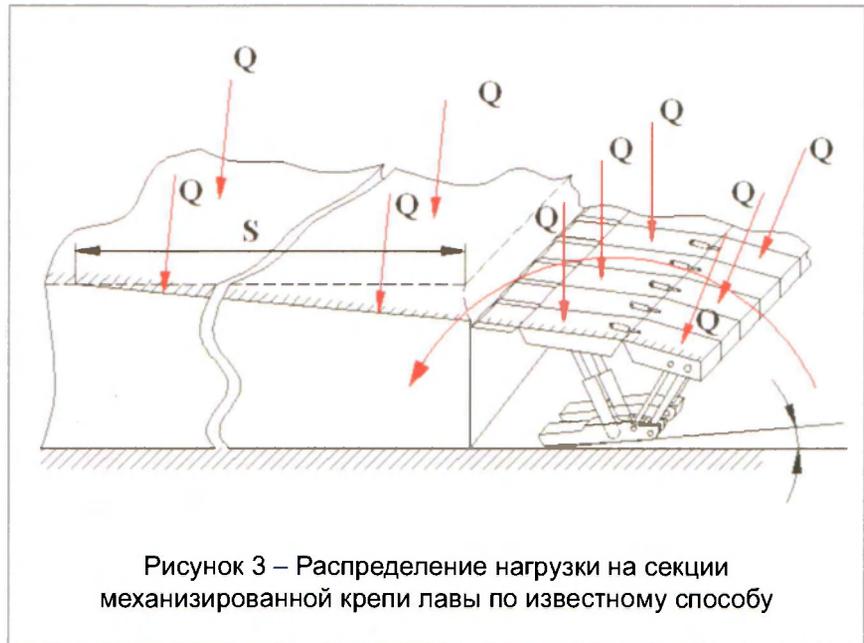


Рисунок 3 – Распределение нагрузки на секции механизированной крепи лавы по известному способу

пи характерно то, что поддерживающий элемент опрокидывается при разгрузке секции. Для устранения этого недостатка используют дополнительный элемент («косынку» или «гусак») и гидростойки, усложняя тем самым конструкцию секции крепи. Известная схема расположения секций крепи никак не влияет на формирование купола в завальной части лавы в процессе обрушения основной кровли. В известном способе монтажа и эксплуатации секции крепи не контролируется об-

рушение в завальной части лавы и низкая скорость движения секции крепи к забою при передвижке (рисунок 3).

Как повысить безопасность ведения горных работ, увеличить производительность труда и срок эксплуатации очистного комплекса?

Каким образом исключить нежелательный контакт рабочего органа очистного комбайна (шнека) с поддерживающим элементом

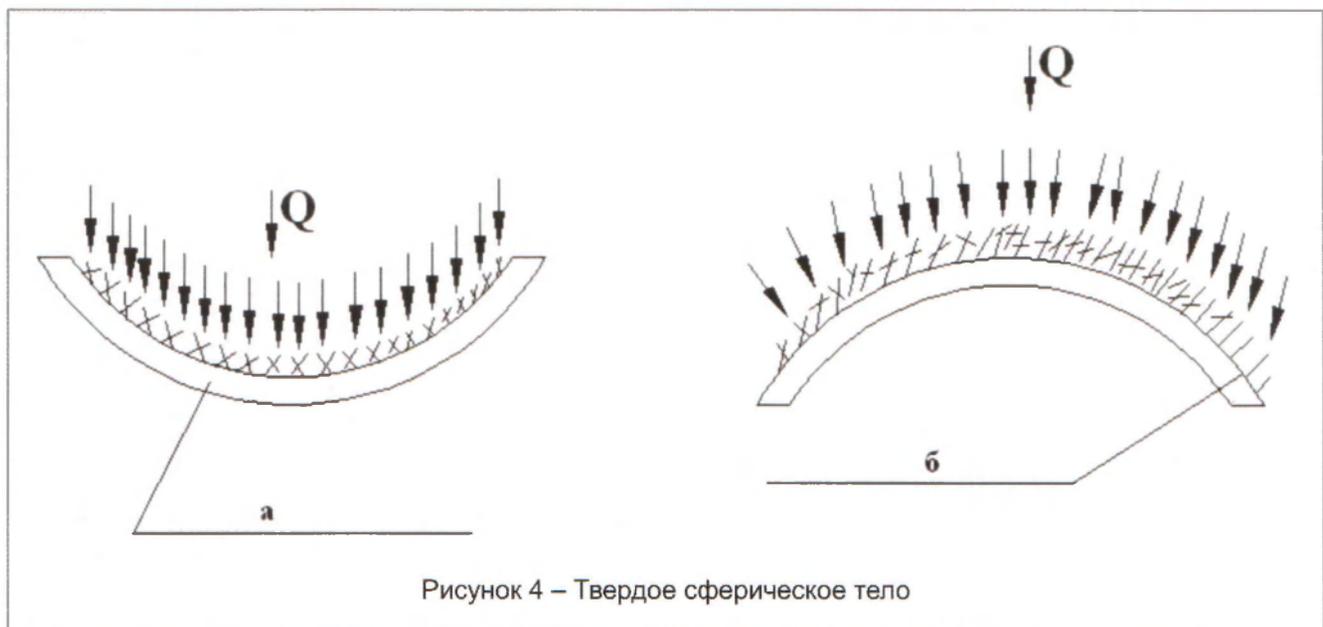


Рисунок 4 – Твердое сферическое тело

секции механизированной крепи, уменьшить суфлярное выделение метана?

Попробуем представить инновационную запатентованную технологию эксплуатации секций механизированной крепи, которая позволяет снять поставленные выше вопросы с помощью теоретической механики (глава «Кинематика твердого тела», раздел «Сферическое движение твердого тела» [3]). Согласно описанной в этом разделе теореме Ривальса ускорение любой точки твердого тела при сферическом движении равно геометрической сумме вращательного и осестремительного ускорений. Вспомним, что сферическим движением твердого тела называется такое движение, при котором одна точка остается неподвижной.

Рассмотрим сферическое движение твердого тела, для которого поверхность сферы – это поверхность, которая будет принимать на себя давление извне. Покажем это на рисунке 4 а, б.

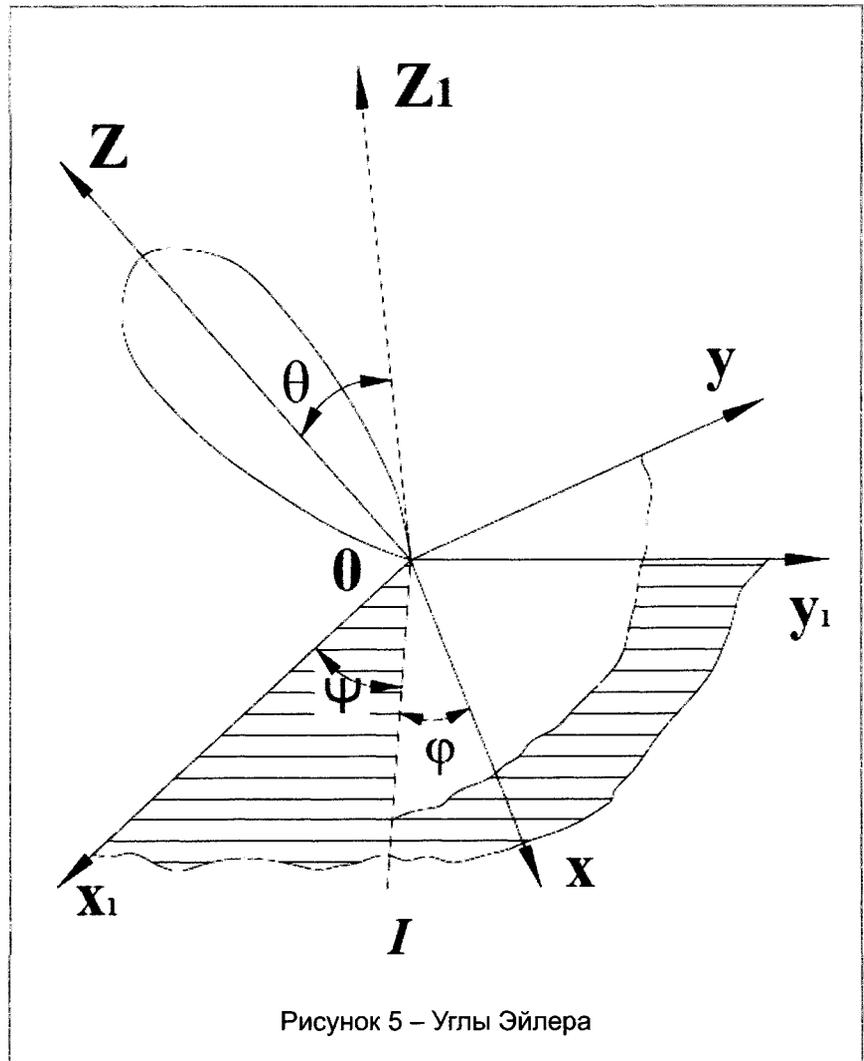


Рисунок 5 – Углы Эйлера

Введем в рассмотрение две системы отсчета: подвижную $Oxyz$, жестко связанную с твердым телом, и неподвижную $Ox_1y_1z_1$ с началом в неподвижной точке O . Линия OI пересечения неподвижной плоскости x_1Oy_1 с подвижной xOy называется линией узлов (рисунок 5).

Положение тела, очевидно, однозначно определяется заданием трех независимых углов Эйлера: φ – собственного вращения; Ψ – прецессии; θ – нутации.

Уравнения сферического движения можно представить в виде углов Эйлера как функции времени:

$$\varphi = \varphi(t); \Psi = \Psi(t); \theta = \theta(t). \tag{1}$$

Определим положение произвольной точки тела M относительно подвижной системы отсчета $Oxyz$ радиусом-вектором (рисунок 6):

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}. \tag{2}$$

В процессе движения твердого тела координаты x, y, z остаются постоянными, а единичные векторы, оставаясь постоянными по модулю, будут изменять свое направление. Тогда для скорости точки получим следующее выражение:

$$\vec{V} = \dot{\vec{r}} = x\dot{\vec{i}} + y\dot{\vec{j}} + z\dot{\vec{k}}. \tag{3}$$

Проекцию скорости на ось x можно записать в виде:

$$V_x = \bar{V} \cdot \bar{i} = x\dot{\bar{i}} \cdot \bar{i} + y\dot{\bar{j}} \cdot \bar{i} + z\dot{\bar{k}} \cdot \bar{i}. \quad (4)$$

Из равенства $\bar{i} \cdot \bar{i} = 1$ следует $\dot{\bar{i}} \cdot \bar{i} = 0$, а из равенства $\bar{i} \cdot \bar{j} = 0$ следует $\dot{\bar{i}} \cdot \bar{j} + \bar{i} \cdot \dot{\bar{j}} = 0$, откуда $\dot{\bar{j}} \cdot \bar{i} = -\dot{\bar{i}} \cdot \bar{j}$. Подставляя в выражение (4), получим:

$$V_x = z\dot{\bar{k}} \cdot \bar{i} - y\dot{\bar{i}} \cdot \bar{j}. \quad (5)$$

Путем циклической перестановки находим остальные проекции:

$$V_y = x\dot{\bar{i}} \cdot \bar{j} - z\dot{\bar{j}} \cdot \bar{k}; \quad V_z = y\dot{\bar{j}} \cdot \bar{k} - x\dot{\bar{k}} \cdot \bar{i}. \quad (6)$$

Введем формально вектор $\bar{\omega}$ с проекциями:

$$\omega_x = \dot{\bar{j}} \cdot \bar{k}; \quad \omega_y = \dot{\bar{k}} \cdot \bar{i}; \quad \omega_z = \dot{\bar{i}} \cdot \bar{j}. \quad (7)$$

Тогда проекции скорости на оси координат подвижной системы отсчета можно представить в виде:

$$V_x = \omega_y z - \omega_z y; \quad V_y = \omega_z x - \omega_x z; \quad V_z = \omega_x y - \omega_y x, \quad (8)$$

а сам вектор скорости точки запишем следующим образом:

$$\bar{V} = \bar{\omega} \times \bar{r}. \quad (9)$$

Таким образом, короть точки определяем такой же формулой, что и в случае вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. При этом введенный нами вектор $\bar{\omega}$ играет роль угловой скорости тела. Формулы (8) показывают, что проекции вектора $\bar{\omega}$ являются функциями времени, и поэтому вектор $\bar{\omega}$, вообще говоря, будет менять со временем не только свою величину, но и ориентацию относительно тела. Поэтому $\bar{\omega}$ называется мгновенной угловой скоростью тела, а ось, вдоль которой он направлен в данный момент, – мгновенной осью вращения тела.

Уравнение мгновенной оси вращения можно найти как уравнение геометрического места точек, скорости которых в данный момент времени равны нулю.

Полагая в формулах (8)

$V_x = V_y = V_z = 0$, получим:

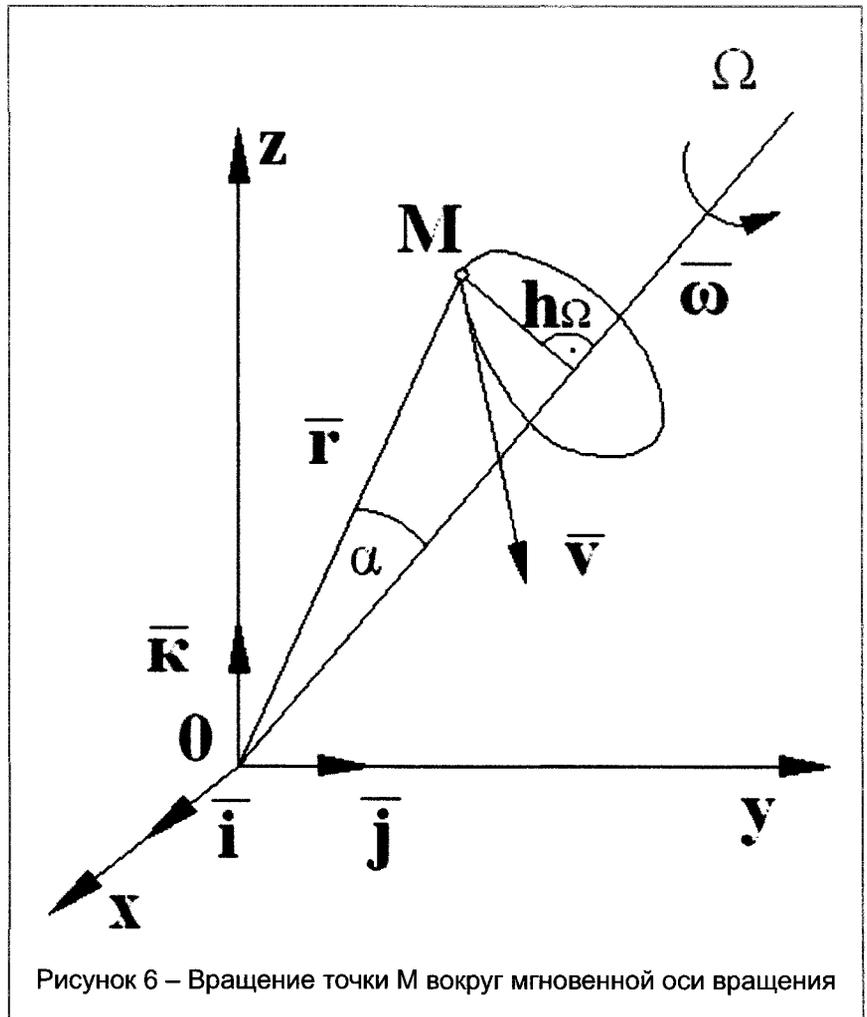


Рисунок 6 – Вращение точки М вокруг мгновенной оси вращения

$$\frac{x}{\omega_x} = \frac{y}{\omega_y} = \frac{z}{\omega_z}. \quad (10)$$

Из формулы (10) следует, что мгновенная ось вращения есть прямая, проходящая через начало координат, то есть через неподвижную точку тела (рисунок 6).

Вектор скорости \vec{V} направлен по касательной к окружности радиусом h_{Ω} , по которой в данный момент точка вращается вместе с телом вокруг мгновенной оси вращения Ω (рисунок 6). Величину скорости определяем по формуле:

$$V = \omega r \sin \alpha = \omega h_{\Omega}. \quad (11)$$

В процессе движения твердого тела положение мгновенной оси вращения непрерывно меняется, и она описывает коническую поверхность с вершиной в точке O .

Геометрическое место последовательных положений мгновенной оси вращения называется аксоидом (соответственно подвижным и неподвижным относительно подвижной и неподвижной систем отсчета).

Точки тела, лежащие на мгновенной оси вращения, не имеют скорости. Вращение же тела вокруг этой оси вызывает и вращение подвижного аксоида. Поэтому сферическое движение тела можно представить как качение без скольжения подвижного аксоида по неподвижному.

По аналогии с вращательным движением угловое ускорение при сферическом движении определяем по формуле:

$$\vec{\varepsilon} = \dot{\vec{\omega}}. \quad (12)$$

При сферическом движении меняется не только модуль, но и направление угловой скорости. Поэтому из формулы (12) следует, что прямые, вдоль которых направлены векторы $\vec{\omega}$ и $\vec{\varepsilon}$, различны (рисунок 7). Прямая OE , по которой направлен вектор $\vec{\varepsilon}$, называется осью углового ускорения.

Откладывая от неподвижной точки O векторы $\vec{\omega}$, соответствующие ряду последовательных моментов времени, и соединяя концы этих векторов, получим годограф вектора угловой скорости (рисунок 7).

По этой схеме сконструирован ковш экскаватора, где рабочая поверхность – внутренняя часть сферы (рисунок 8 а, б).

Годографом будет сам ковш экскаватора, аксоидом – домкрат со стрелой, где домкрат зафиксирован на внутренней поверхности годографа (рисунок 8 а) и на наружной поверхности годографа (рисунок 8 б). На данном этапе в лавах шахт работают секции крепи по этой же схеме (рисунок 9 а, б), где годографом будут поддерживающие, оградительные элементы секции крепи и четырехзвенники, а аксои-

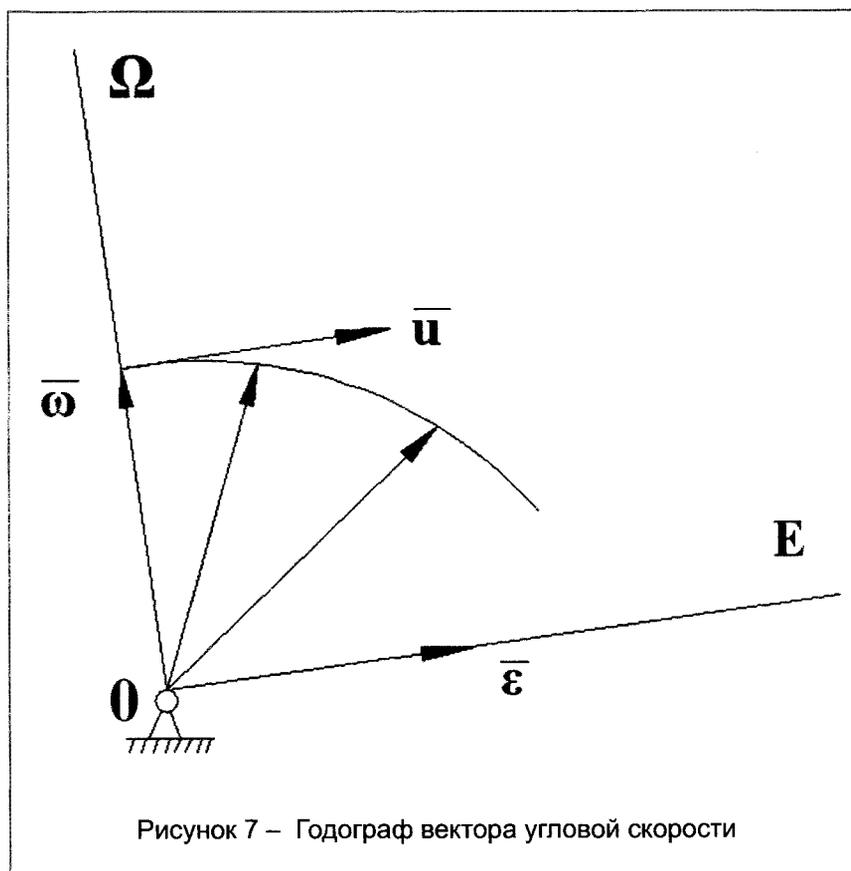


Рисунок 7 – Годограф вектора угловой скорости

дом – гидростойки. Эта схема недопустима, так как здесь должна быть рабочая поверхность сферы – наружная (рисунок 4 б), которая бы ограждала от обрушения пород кровли в лаве и позволяла работать в призабойном пространстве горно-выемочным механизмам, таким как комбайн и лавный привод, а также не изменяла бы расчетных норм эксплуатации аэрогазового режима шахты и способствовала безопасному нахождению человека в этой среде.

Скорость точки, описывающей годограф, равна:

$$\bar{u} = \dot{\bar{\omega}} = \bar{\varepsilon}. \quad (13)$$

По теореме Ривальса – ускорение любой точки твердого тела при сферическом движении равно геометрической сумме вращательного и осеостремительного ускорений.

Таким образом, определим положение любой точки М твердого тела радиусом-вектором \bar{r} (рисунок 10).

Тогда скорость точки согласно формуле (9) равна:

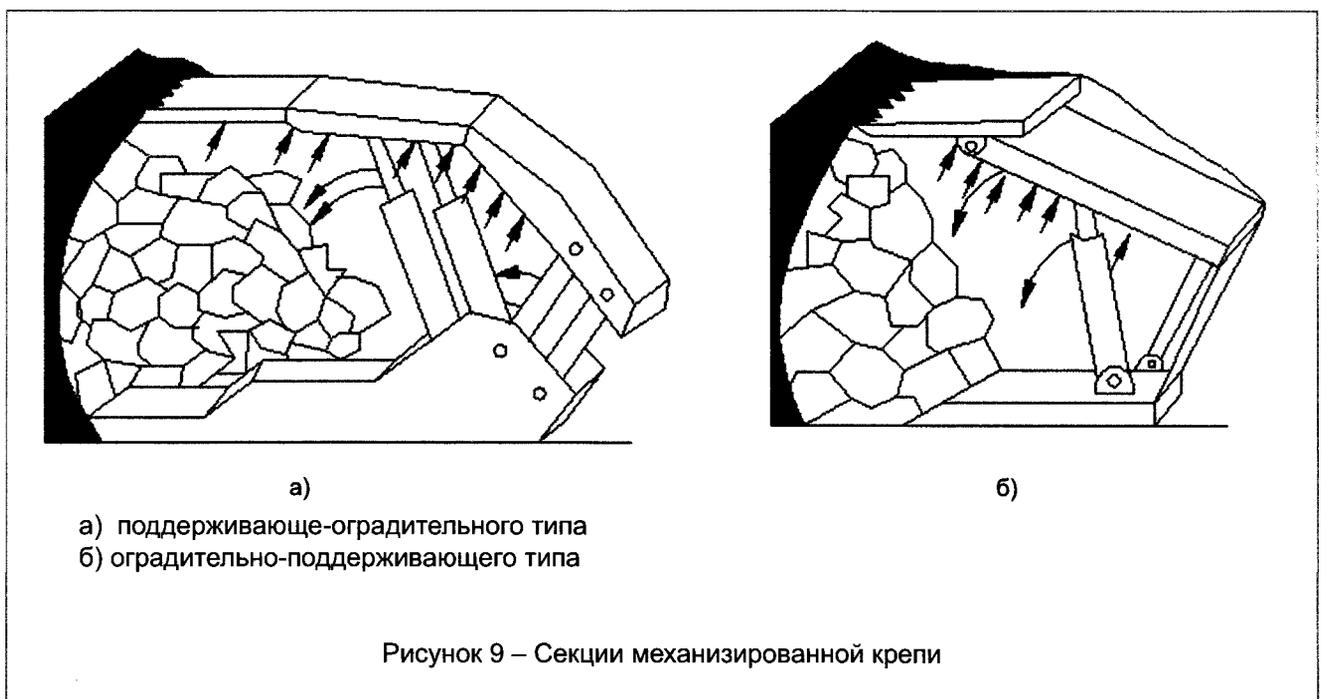
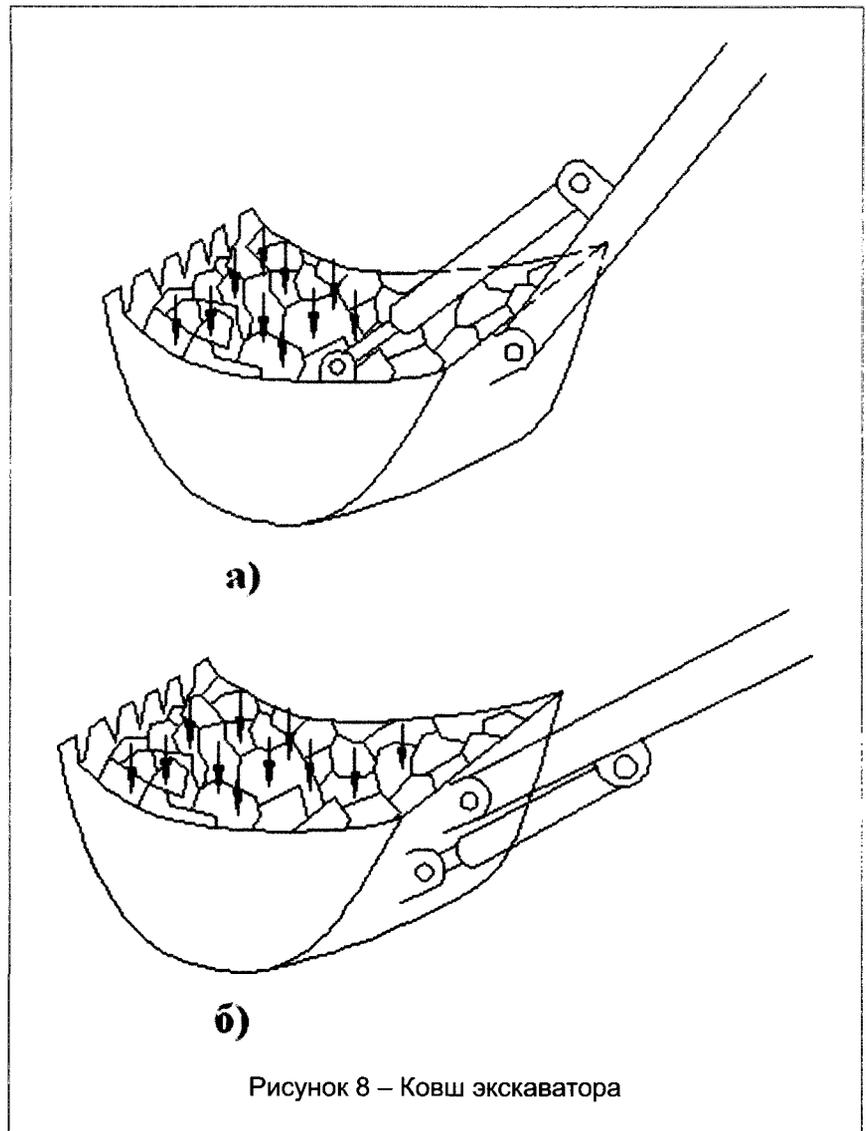


Рисунок 9 – Секции механизированной крепи

$$\vec{V} = \vec{\omega} \times \vec{r}, \tag{14}$$

а ускорение
$$\vec{a} = \dot{\vec{V}} = \dot{\vec{\omega}} \cdot \vec{r} + \vec{\omega} \cdot \dot{\vec{r}} = \vec{\varepsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{V} = \vec{a}_\varepsilon + \vec{a}_\omega, \tag{15}$$

где \vec{a}_ε – вращательное ускорение;
 \vec{a}_ω – осестремительное ускорение.

Величины ускорений \vec{a}_ε и \vec{a}_ω определяем по формулам:

$$a_\varepsilon = \varepsilon r \sin(\vec{\varepsilon}, \vec{r}) = \varepsilon h_\varepsilon;$$

$$a_\omega = \omega V \sin(\vec{\omega}, \vec{V}) = \omega V = \omega^2 h_\omega. \tag{16}$$

Векторы a_ε и a_ω не перпендикулярны друг к другу, поэтому модуль полного ускорения точки определим как длину диагонали параллелограмма, построенного на этих векторах, по формуле:

$$|a| = \sqrt{a_\varepsilon^2 + a_\omega^2 + 2|a_\varepsilon||a_\omega| \cos(\vec{a}_\varepsilon, \vec{a}_\omega)}. \tag{17}$$

Из формулы (17), как частный случай, следует формула для определения модуля полного ускорения точки при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Действительно, положив $h_\omega = h_\varepsilon = R$, $\cos(\vec{a}_\varepsilon, \vec{a}_\omega) = 0$, получим $|a| = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^2}$.

Рассмотрим общий случай движения свободного твердого тела, то есть тела, имеющего шесть степеней свободы. По аналогии с плоскопараллельным движением можно показать, что в общем случае движение можно разложить на два: поступательное вместе с полюсом и сферическое вокруг полюса.

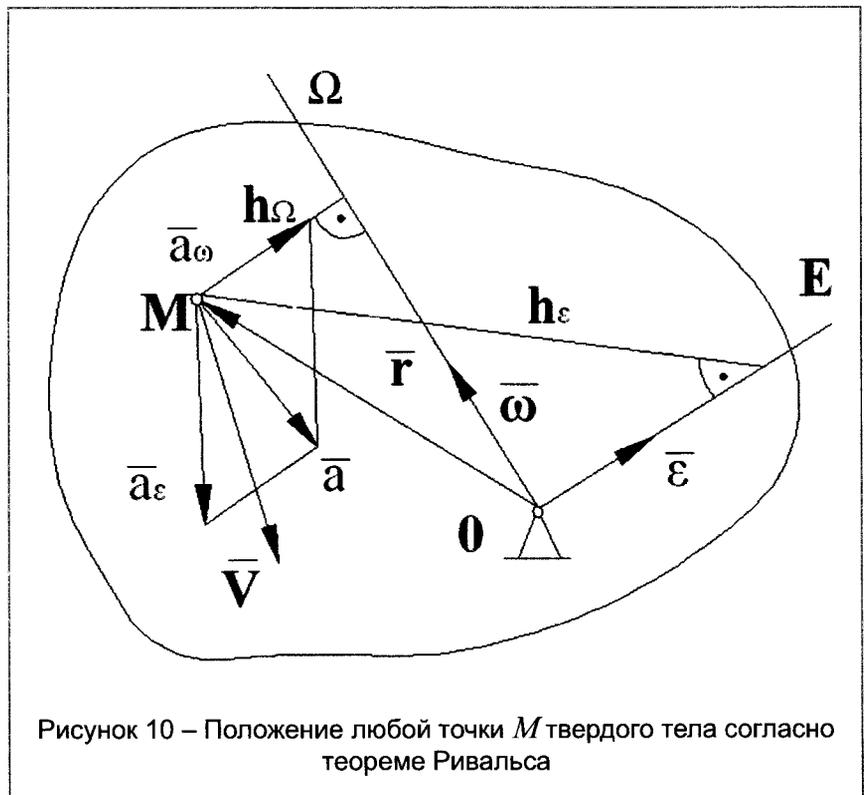
Тогда уравнение движения представим в виде совокупности уравнений поступательного движения (уравнения движения полюса A) и сферического движения (углы Эйлера φ, Ψ, θ как функции времени):

$$\begin{aligned} x_A &= x_A(t); y_A = y_A(t); \\ z_A &= z_A(t); \varphi = \varphi(t); \\ \Psi &= \Psi(t); \theta = \theta(t), \end{aligned} \tag{18}$$

... с.орос... \vec{V} ... ус.ор... .. о...
 точки тела запишем, соответственно, в следующем виде:

$$\vec{V} = \vec{V}_A + \vec{\omega} \times \vec{r}; \tag{19}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r} = \vec{a}_A + \vec{a}_\varepsilon + \vec{a}_\omega, \tag{20}$$



где \vec{V}_A, \vec{a}_A – соответственно, скорость и ускорение полюса A;

$\vec{\omega}, \vec{\varepsilon}$ – соответственно, угловая скорость и угловое ускорение при сферическом движении относительно полюса;

$\vec{\alpha}_\varepsilon, \vec{\alpha}_\omega$ – соответственно, вращательное и осестремительное ускорения;

\vec{r} – радиус-вектор точки относительно полюса A.

Можно также показать, что угловая скорость $\vec{\omega}$ и угловое ускорение $\vec{\varepsilon}$ свободного твердого тела являются свободными векторами, то есть сферическое движение не зависит от выбора полюса.

Применительно к инновационному способу монтажа и эксплуатации механизированной секции крепи теорема Ривальса неопровержимо доказывает работоспособность нового способа (рисунок 11).

В представленном инновационном способе монтажа секции крепи подвижным аксоидом является гидростойка, а неподвижным и скользящим – основание секции крепи. Точки тела, лежащие на мгновенной оси вращения, не имеют скорости. Вращение же тела вокруг этой оси вызывает и вращение подвижного аксоида. Поэтому сферическое движение тела можно представить как качение без скольжения подвижного аксоида по неподвижному. Напомним, что секция крепи (рисунки 12 и 2) состоит из основания 1, четырехзвенника 2, соединенных между собой, ограждающего 3 и поддерживающего 4 элементов, гидростоек 5, гидродомкрата передвижения 6. Все эти элементы секции крепи представляют собой многосвязный механизм, который в новом (инновационном) способе взводят в процессе рас-

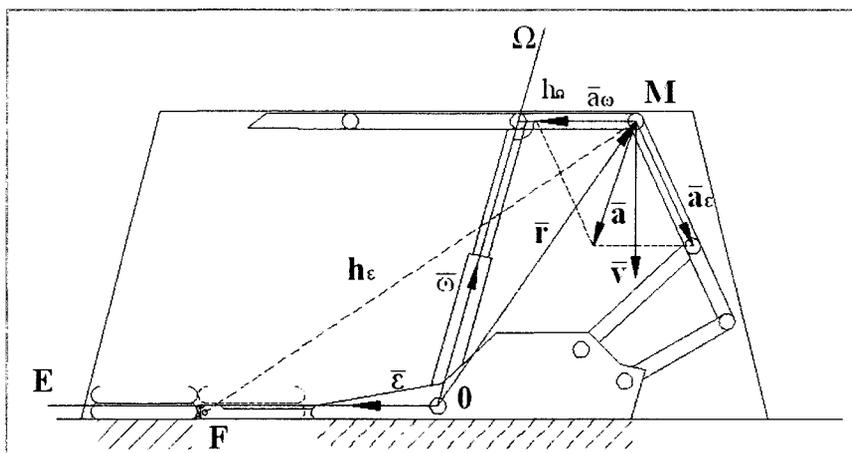


Рисунок 11 – Эксплуатация секции механизированной крепи согласно теореме Ривальса

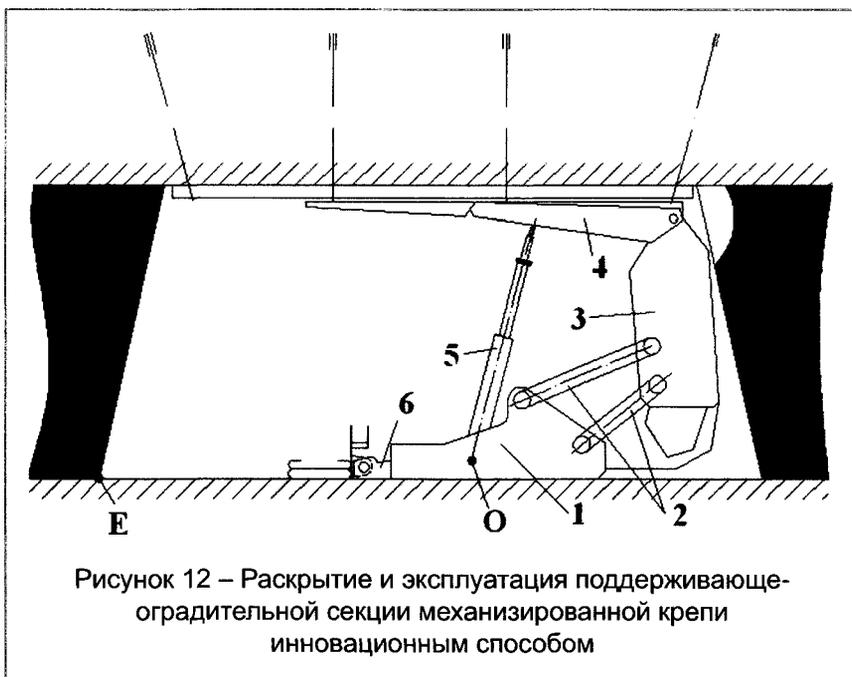


Рисунок 12 – Раскрытие и эксплуатация поддерживающе-ограждающей секции механизированной крепи инновационным способом

крытия секции крепи.

Годографом в новом способе будет являться поддерживающий элемент 4, ограждающий элемент 3 и четырехзвенник 2 секции крепи, подвижным аксоидом – гидростойки 5 секции крепи, неподвижным и скользящим аксоидом – основание 1 секции крепи и линейная секция лавного привода, скользящие по прямой OE (рисунки 12 и 13).

На этой прямой расположен домкрат передвижения 6 секции крепи

и линейная секция лавного привода. Исходя из этого, подвижный аксоид берет начало в точке O. В этой точке домкрат передвижения 6 секции крепи соединен с линейной секцией лавного привода. Как только скользящий аксоид – основание секции крепи остановился в точке O, домкрат передвижки сократился, скользящий аксоид стал неподвижным. В процессе передвижения секции крепи подвижный аксоид (гидростойки) и годограф (поддер-

живающий и ограждающий элемент) расклинит в кровлю, произойдет распираение секции крепи.

В процессе эксплуатации секции механизированной крепи, когда все секции механизированной крепи полностью зарядили в монтажной камере (каждую секцию механизированной крепи взвели поддерживающе-оградительного или оградительно-поддерживающего типа), и при отработке угольного пласта механизированным комплексом при передвижке секции крепи к забою в первую очередь сокращают гидростойки, при этом завальная часть ограждающего элемента с четырехзвенником опускается, и угол между ними сокращается. Забойная часть поддерживающего элемента не теряет контакта с кровлей. После передвижки секции крепи к забою штоки гидростойки выдвигают, секцию распирают и поддерживающий элемент имеет полный контакт с кровлей лавы, при этом мощность лавы (это высота по забою) будет одинакова с мощностью по завалу за гидростойками в завальной части секции крепи.

Если в процессе эксплуатации лавы пласт угля потерял свою мощность, то в этом случае управляют домкратом коррекции: домкрат коррекции выдвигают, и секция будет удлиняться по завалу. При распоре секции крепи домкрат коррекции будет оставаться в том положении, в каком его выдвинули, и гидростойки не будут его рвать. **Завальная часть основания секции крепи не будет задираться, а будет иметь полный контакт с почвой лавы.** Произошел повторный взвод многозвенного механизма. Секция крепи опять находится во взведенном состоянии и готова к передвижке. Так происходит, пока не закончит-

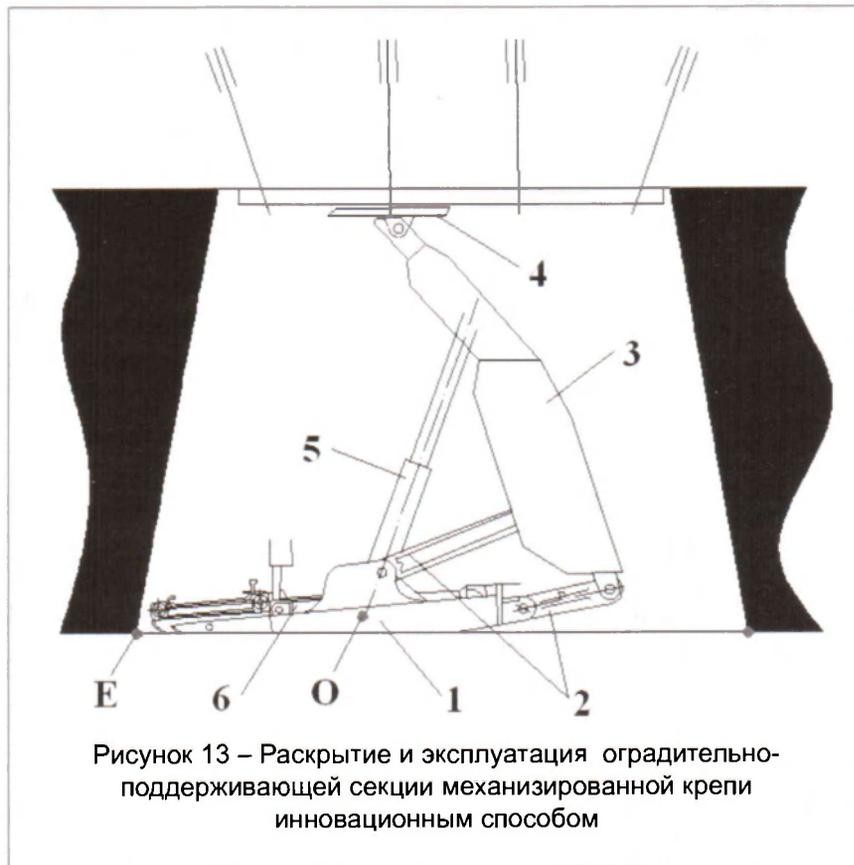


Рисунок 13 – Раскрытие и эксплуатация оградительно-поддерживающей секции механизированной крепи инновационным способом

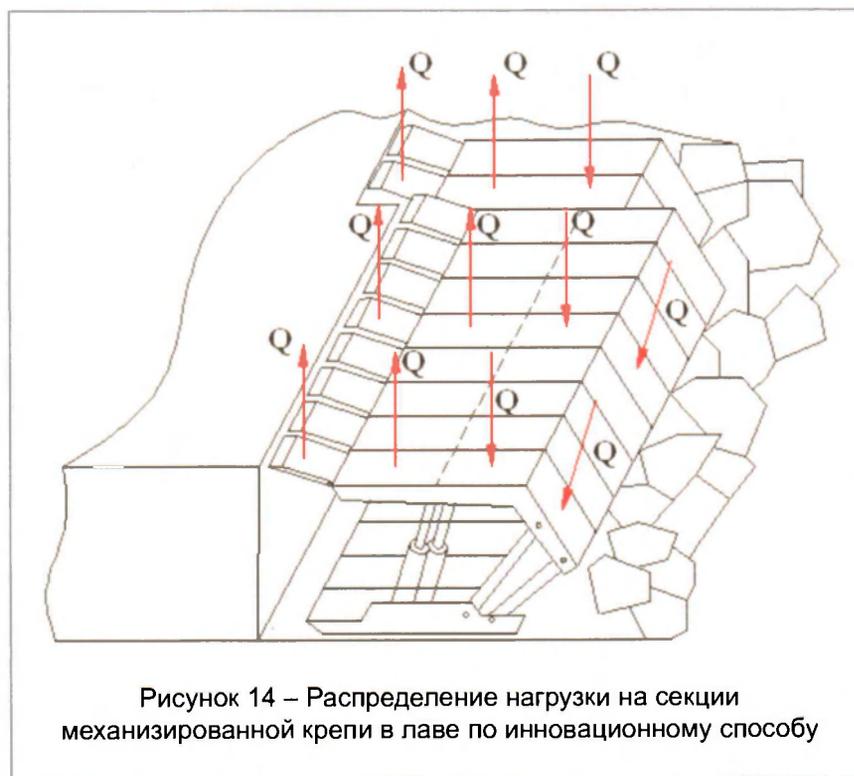


Рисунок 14 – Распределение нагрузки на секции механизированной крепи в лаве по инновационному способу

ся столб лавы. Затем комплекс заводят в демонтажную камеру, а секции крепи будут оставаться во

взведенном состоянии, пока ее не демонтируют в транспортное положение.

Как будут принимать на себя нагрузку горного давления секции механизированной крепи в лаве?

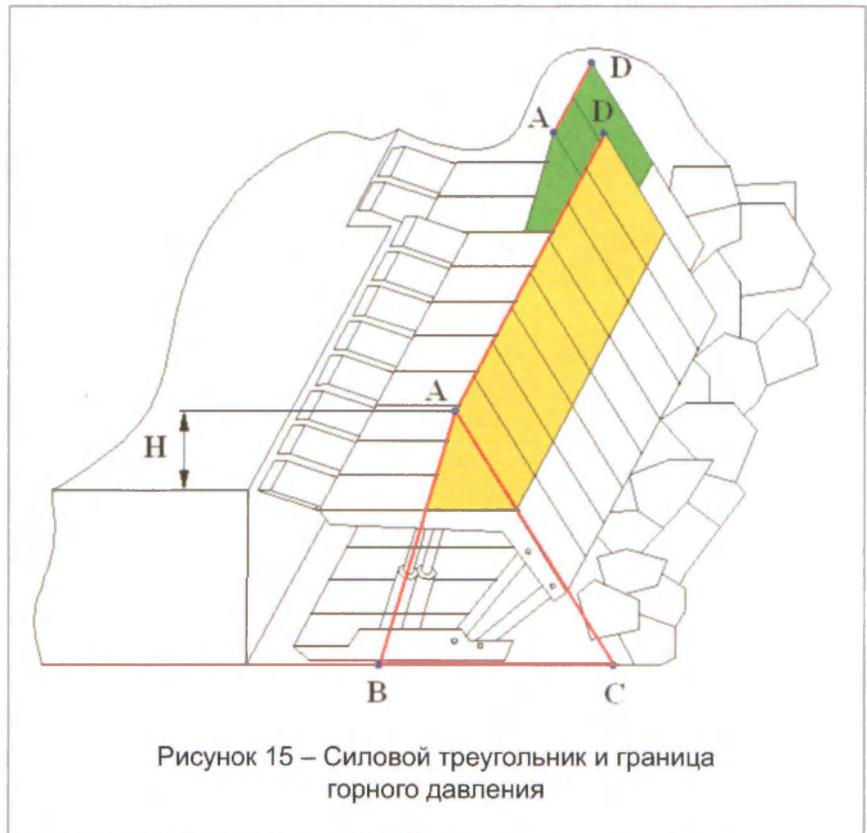
Поддерживающе-оградительные секции могут быть однорядные (секции, которые имеют две гидростойки) или двухрядные (секции, которые имеют четыре гидростойки).

На рисунке 14 показаны однорядные секции крепи. Ряд гидростоек четко разграничивает лаву на завальную и рабочую зоны. Гидростойки и поддерживающий элемент согласно теореме Ривальса никогда не будут перпендикулярны друг относительно друга и не наклонятся на забой лавы. В верхней части забоя при подрезке угля не будет контакта между поддерживающим элементом секции механизированной крепи с рабочим органом комбайна (шнеком) и не будет необходимости в установке проставыша 7 (рисунк 1).

В процессе эксплуатации лавы при обрушении породы горное давление будет принимать на себя силовой треугольник BAC (рисунк 15), образованный силой давления гидростоек (сторона BA этого треугольника), силой Q горного давления (сторона AC) и почвой лавы (сторона BC).

Такой силовой треугольник образуется в каждой секции крепи. Вершины силовых треугольников секций крепи, установленных в лаве в ряд, образуют линию AD , которая является границей горного давления.

Горное давление будет принимать на себя не забой, а этот треугольник BAC , и держать на границе горного давления в кровле лавы выше перекрытия на расстоянии H , равном от 2,5 до 10 м в зависимости от мощности пласта (рисунк 15).



Контроль обрушения в завальной части лавы, сопротивление образующегося силового треугольника положительно сказываются на безопасности труда. При этом купол формируют за счет давления гидростоек и действия силового треугольника крепи, а не за счет продвижения забоя, как в известном способе. Инновационный способ исключает контакт рабочего органа комбайна с поддерживающим элементом секции механизированной крепи. В новом способе горное давление, воздействуя на завальную часть крепи при передвижке к забю, увеличивает скорость движения секции механизированной крепи, а правильное распределение нагрузок в сварочных швах и в посадочных местах перекрытия увеличивает срок эксплуатации комплекса.

В инновационном способе работы секций механизированной крепи подрезку угля можно вести как обычным способом (односторонне), так и челночным способом.

Выемочные работы, подрезка угля комбайном по новому инновационному способу будут вестись в целике; отрабатываемый пласт угля не будет принимать давление в забойной части лавы. Опережение горного давления по штрекам исключается, так как граница горного давления находится на линии вершин силовых треугольников. Это позволяет повысить производительность труда.

Новый способ может быть использован для поддерживающе-оградительного и оградительно-поддерживающего типов механизированной крепи.

Применение инновационной схемы монтажа и эксплуатации двух видов секций крепи может решить многие существующие проблемы в производственно-технологическом процессе работы шахт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Рубан, А.Д. Особенности дегазации угольных пластов на шахтах с высокой производительностью очистных забоев / А.Д. Рубан, В.С. Забурдяев, В.Б. Артемьев //Безопасность труда в промышленности. –2009. – № 9.–С.16-21.
- 2 Яцких, В.Г. Горные машины и комплексы: учебник для техникумов; под ред. В.Г. Яцких; 5-е изд. перераб. и доп. / В.Г. Яцких, Л.А. Спектор, А.Г. Кучерявый. –М.: Недра, 1984. – 400 с.
- 3 Хямяляйнен, В.А. Теоретическая механика: учебное пособие / В.А.Хямяляйнен, Р.Ф. Гордиенко, Н.А. Ведяшкина. –Кемерово: КузГТУ, 2001. – 350 с.

INNOVATIVE APPROACH TO ISSUES OF POWERED SUPPORT SECTIONS ASSEMBLY AND OPERATION

G.D. Buyalich, V.M. Tarasov, N.I. Tarasova

Innovative approach to the assembly and exploitation of the powered support sections is described which: fundamentally change powered support sections operation; allows for a rock pressure redistribution from a coal seam into a logjam part of the longwall; decreasing uncontrolled caving of coal and coal and gas outbursts into a bottom hole part of the longwall; significantly increases mining work safety; reduces the likelihood of the working body (screw) contact with a supporting element of a powered support section; increases advancing speed and labor productivity; increases the life of a powered support section; reduces the cost of 1 ton of produced solid fossil; contributes to a significant increase in mineral extraction.

Key words: INNOVATIVE, APPROACH, MINE, WORKING, SECTION, POWERED, SUPPORT, EFFECTIVENESS, SAFETY, LABOR, COMPETITIVENESS

*Буялич
Геннадий Данилович*

*Тарасов
Владимир Михайлович
e-mail: indsafety@yandex.ru*

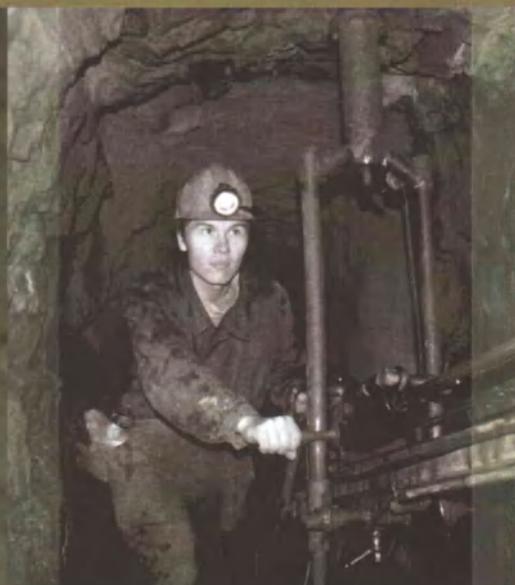
*Тарасова
Нина Ивановна
e-mail: indsafety@yandex.ru*



ISSN 2072-6554

ВЕСТНИК

Научного центра по безопасности работ
в угольной промышленности



Научно-технический журнал



Кемерово

1.1-2013



В Е С Т Н И К

**Научного центра по безопасности работ
в угольной промышленности**

Научно-технический журнал

1.1-2013

ISSN 2072-6554



9 772072 655426 >

Кемерово

**ВЕСТНИК
Научного центра
по безопасности работ
в угольной промышленности**

№ 1.1-2013

Выходит 2 раза в год

ISSN 2072-6554

**Учредитель и издатель
научно-технического журнала
«Вестник»:**

**Общество с ограниченной
ответственностью «ВостЭКО»
(ООО «ВостЭКО»)**

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-34832 от 25.12.2008 г.

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук», сформированный ВАК Минобрнауки России

© Общество с ограниченной ответственностью «ВостЭКО», 2013

Подписной индекс в Каталоге Агентства «Роспечать»
2013 г. – 35939

Адрес издателя, редакции и типографии:
650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3.
тел. 64-28-95, 64-30-99, 64-36-11.
факс 8 (3842) 64-44-42.
e-mail: razumovati@mail.ru
340670@kemt.ru
www.nc-vostnii.ru
www.minesafety.ru

Редакционная коллегия:

А.А. Трубицын – главный редактор,
генеральный директор ОАО «НЦ ВостНИИ»,
д-р техн. наук, проф.

Ли Хи Ун – зам. главного редактора,
ученый секретарь ОАО «НЦ ВостНИИ»,
д-р техн. наук, проф., академик АГН, МАНЭБ

Т.И. Разумова – ответственный секретарь,
редактор ОАО «НЦ ВостНИИ»

Н.В. Трубицына – директор по научной работе
ОАО «НЦ ВостНИИ», д-р техн. наук

В.И. Мурашев – главный научный сотрудник
ОАО «НЦ ВостНИИ», д-р техн. наук, проф.,
академик АГН, МАНЭБ

А.В. Шадрин – начальник Научного управления
ФГБОУ ВПО «КемГУ», д-р техн. наук,
чл.-корр. РАЕН

В.Г. Казанцев – заведующий кафедрой
«БТИ» (филиал) ФГБОУ ВПО «АлтГТУ
им. И.И. Ползунова», д-р техн. наук

В.Н. Фрянов – заведующий кафедрой
ФГБОУ ВПО «СибГИУ», д-р техн. наук, проф.

С.И. Голоскоков – заведующий лабораторией
ОАО «НЦ ВостНИИ», канд. техн. наук

М.С. Попов – заведующий лабораторией
ОАО «НЦ ВостНИИ», канд. техн. наук

П.В. Макаров – заведующий лабораторией
ИФПМ СО РАН, д-р ф.-м. наук, проф.

Л.В. Шутова – заведующая сектором издания
документов ОАО «НЦ ВостНИИ»

VESTNIK
OF SAFETY IN COAL MINING SCIENTIFIC
CENTER

Scientific-technical magazine

Kemerovo

1.1 - 2013

VESTNIK OF SAFETY IN COAL MINING SCIENTIFIC CENTER

№ 1.1-2013

Is issued 2 times a year

ISSN 2072-6554

*Promoter and publisher of «Vestnik»
scientific-technical magazine:
Co Ltd «Vost EKO»*

Magazine is registered by Federal service of communication means monitoring. Registration certificate of mass information means PI №FS 77-34832 dated by 25.12.2008

The magazine is included into «The list of russian reviewed scientific magazines in which main scientific results of dissertations for scientific degrees of a doctor and a candidate of sciences must be published». The list is formed by Higher Attestation Commission of RF Ministry of Education and Science.

© Co Ltd «Vost EKO», 2013

Subscription index in «Rospechat» Agency Catalogue:
Year 2013 – 35939

Address of the publisher, editors and printing:
650002, Kemerovo, Institutskaya st., 3.

Tel. 64-28-95, 64-30-99, 64-36-11.

Fax 8(3842) 64-44-42.

E-mail: razumovati@mail.ru

340670@kemtrel.ru

www.nc-vostnii.ru

www.minesafety.ru

Editorial board:

A.A. Trubitsyn – chief editor, PC «SC VostNII» general director, doctor of technical sciences, professor.

Li Khi Un – deputy chief editor, scientific secretary PC «SC VostNII», doctor of technical sciences, professor, academician of Mining Sciences Academy and International Academy of Ecology, Man and Nature Protection and Science

T.I. Razumova – executive secretary,
PC «SC VostNII» editor

N.V. Trubitsyna – scientific work director of PC «SC VostNII», doctor of technical sciences

V.I. Murashev – PC «SC VostNII» chief scientific worker, doctor of technical sciences, professor, academician of Mining Sciences Academy and International Academy of Ecology, Man and Nature Protection and Science

A.V. Shadrin - Scientific management head of FGBOU VPO «KemGU», doctor of technical sciences, correspondent member Russian Academy of Natural Sciences

V.G. Kazantsev – chairman of «BTI» (branch) FGBOU VPO «AitGTU after I.I.Polzunov», doctor of technical sciences

V.N. Frlanov – chairman of FGBOU VPO «SibGIU», doctor of technical sciences, professor

S.I. Goloskokov – PC «SC VostNII» laboratory head, candidate of technical sciences

M.S. Popov – PC «SC VostNII» laboratory head, candidate of technical sciences

P.V. Makarov – laboratory head Institute of Material Strength Physics of Russia Academy of Sciences Siberian Branch, doctor of physico-mathematical sciences, professor

L.V. Shutova – publishing house head of PC «SC VostNII»

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS IN ENGLISH

- Adamkov Arkadii Victorovich** – candidate of technical sciences, lecturer, FGBOU VPO «KuzGTU named after T.F. Gorbachev»
- Besperstov Dmitrii Alexandrovich** – post-graduate student, FGBOU VPO «KemTIPP»
- Botvienko Denis Vaycheslavovich** – candidate of technical sciences, laboratory head, OAO «SC VostNII»
- Buyalich Gennady Daniilovich** – doctor of technical sciences, professor, FGBOU VPO «KuzGTU named after T. F. Gorbachev»
- Cherepov Andrey Alexandrovich** – chief engineer, branch, «Mine «Alardinskaya» OAO «OUK «Yuzkuzbassugol»
- Degtayreva Maria Victorovna** – student, FGBOU VPO «Kemerovskii State University»
- Domanov Victor Petrovich** – candidate of technical sciences, head of the laboratory, OAO «SC «VostNII»
- Erastov Anton Yurjevich** – senior researcher, OAO «SC VostNII»
- Ermolaev Alexey Michailovich** – doctor of technical sciences, professor of the chair, FGBOU VPO «KuzGTU named after T.F. Gorbachev»
- Filatov Yuri Michailovich** – candidate of technical sciences, advisor to general director, OAO «SC VostNII»
- Fraynov Victor Nikolaevich** – doctor of technical sciences, professor, chair head, FGBOU VPO «Sibirskii State Industrial University»
- Ivanov Yuri Iosiphovich** – candidate of technical sciences, professor, FGBOU VPO «KemTIPP»
- Kazakov Sergey Pavlovich** – doctor of technical sciences, leading researcher, Institute of Computational Technologies SB RAS
- Kazanzev Vladimir Georgievich** – doctor of technical sciences, head of chair, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO«AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Kobilyaynskii Michel Trofimovich** – doctor of technical sciences, head of laboratory, FGBOU VPO «KuzGTU named after T.F. Gorbachev»
- Kostyrkin Anton Pavlovich** – researcher, OAO «SC VostNII»
- Kopytin Valerii Alexandrovich** – candidate of technical sciences, director on expertize and certification, OAO«SCVostNII»
- Kuimov Roman Ivanovich** – post-graduate student, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Kulayvtzev Eugene Aykovlevich** – post-graduate student, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO«AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Khoroshilov Alexander Vladimirovich** – candidate of historical sciences, FGBOU «Kemerovskii State University»
- Khoroshilova Liliya Semenovna** – doctor of geographical sciences, professor, FGBOU VPO «Kemerovskii State University»
- Leontyeva Elena Vladimirovna** – engineer, Institute of Coal SB RAS
- Li Khi Un** – doctor of technical sciences, professor, scientific secretary, OAO «SC VostNII»
- Li Konstantin Khiunovich** – engineer, OAO «SC VostNII»
- Lisakov Sergey Anatolyevich** – post-graduate student, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Mamontov Alexander Sergeevich** – deputy chief, GU MCHS Russia in Kemerovskaya oblast
- Mashukov Igor Vladimirovich** – candidate of technical sciences, director, IGD&G FGBOU VPO «Sibirskii State Industrial University»
- Merzlaykov Pavel Eugenovich** – researcher, OAO «SC VostNII»
- Pavlov Andrey Nikolaevich** – candidate of technical sciences, chair lecturer, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Payta Michael Vladislavovich** – senior teacher in the chair, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Pashkevich Natalya Alexandrovna** – post-graduate student, FGBOU VPO «KemTIPP»
- Polevshikov Gennadii Yakovlevich** – doctor of technical sciences, laboratory head, Institute of Coal SB RAS

- Popok Nikolai Ivanovich** – doctor of technical sciences, professor in the chair, Biisk Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Popov Valerii Borisovich** – doctor of technical sciences, Director EO OOO «Center of Independent Expertize»
- Prokopenko Segey Arturovitch** – doctor of technical sciences, leading researcher in OAO «SC VostNII» and Institute of Coal SB RAS, professor of Yurginskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO NI TPU
- Radchenko Andrey Vasilyevich** – doctor of phys/mat. sciences, professor, leading researcher, IFPM SB RAS
- Rasshepkina Elena Alexandrovna** – candidate of technical sciences, lecturer, Yurginskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO NI TPU
- Sazonov Michael Segeevich** – post-graduate student, OOO «VostECO»
- Seryakov Victor Michailovich** – doctor of technical sciences, head of laboratory, URAN «Institute of Mining SB RAS»
- Shadrin Alexander Vasilyevich** – doctor of technical sciences, Corresponding Member of RAEN, head of scientific office, FGBOU VPO «Kemerovskii State University»
- Shinkevich Maxim Valeryevich** – candidate of technical sciences, researcher, Institute of Coal SB RAS
- Sidorenko Anton Igorevich** – post-graduate student, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Strelnikov Alexander Nikolaevich** – senior teacher, Novokuznetsk Institute (branch) FGBOU VPO «Kemerovskii State University»
- Surkov Alexander Vasilyevich** – doctor of technical sciences, professor
- Shaidulin Konstantin Vladimirovich** – researcher, OAO «SC VostNII»
- Sypin Eugene Victorovich** – candidate of technical sciences, lecturer, professor of the chair, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Tarakanov Andrey Vladimirovich** – candidate of historical sciences, lecturer, FGBOU VPO «Kemerovskii State University»
- Tarasov Vladimir Michailovich** – General Director, OOO «RivalSIT»
- Tarasova Nina Ivanovna** – General Director, OOO IKZ «Promyshlennaya bezopasnost»
- Uvarov Vadim Eugenovich** – student, FGBOU VPO «NGTU»
- Uvarova Varvara Alexandrovna** – candidate of technical sciences, senior researcher, OAO «SC VostNII»
- Ushakov Egor Nikolaevich** – researcher, OAO «SC VostNII»
- Varnakov Yuri Vladimirovich** – candidate of technical sciences, leading researcher, OAO «SC VostNII»
- Varnakov Kirill Yurievich** – student, FGBOU VPO «KuzGTU named after T.F. Gorbachev»
- Vershinin Sergey Nikolaevich** – candidate of chemical sciences, senior researcher, Institute of Coal Chemistry and Chemical Science of Materials SB RAS
- Volchenko Grigorii Nikolaevich** – candidate of technical sciences, lecturer, FGBOU VPO «Sibirskii State Industrial University»
- Zarinov Yuri Borisovich** – doctor of technical sciences, professor, chair head, Biiskii Technological Institute (branch) FGBOU VPO «AltGTU named after I.I. Polzunov»
- Zubareva Vera Andreevna** – candidate of technical sciences, lecturer, FGBOU VPO «KemTIPP»

СОДЕРЖАНИЕ

I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS

- А.Ю. Ерастов.** Влияние горного давления на возникновение очагов самовозгорания угля в выработанных пространствах выемочных участков 5
A.Yu. Erastov. The rock pressure effects on coal spontaneous combustion in the goaf of longwall face
- Г.Н. Волченко, В.Н. Фрянов, В.М. Серяков, И.В. Машуков.** Использование альтернативной энергии в горном деле 9
G.N. Volchenko, V.N. Fryanov, V.M. Seryakov, I.V. Mashukov. The use of alternative energy in mining
- Г.Я. Полевщиков, М.В. Шинкевич, А.В. Радченко, А.А. Черепов, Е.В. Леонтьева.** Фрактальная особенность структуризации массива горных пород в изменениях давления на призабойную часть угольного пласта, обрабатываемого длинным очистным забоем 16
G.Ya. Polevshikov, M.V. Shinkevich, A.V. Radchenko, A.A. Cherepov, E.V. Leontyeva. Fractal features of rock mass structuring in pressure deviation on a nearface zone of a coal seam mined by longwall faces
- С.П. Казаков, К.Х. Ли.** Текущий прогноз метановыделения в выработки при современных темпах проходки 24
S.P. Kazakov, K. Kh. Li. Current forecast of methane emissions into workings at modern rates of heading
- С.П. Казаков, К.Х. Ли.** Использование данных телеконтроля концентрации метана в выработке для текущего прогноза метановыделения 29
S.P. Kazakov, K. Kh. Li. Using telecontrol data on methane concentration in a mine working for the current forecast of methane emissions
- М.С. Сазонов, Д.В. Ботвенко, Е.Я. Кулявцев.** Изменение энергетического состояния углепородного массива при проветривании горных выработок 33
M.S. Sazonov, D.V. Botvienko, E.Ya. Kulayzhev. Changes in energy state of coal rock massif during ventilation of mining workings

II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY

- Ю.В. Варнаков, К.Ю. Варнаков.** Некоторые способы регулирования вязкости (пластичности) эмульсионных взрывчатых веществ 44
Yu.V. Varnakov, K.Yu. Varnakov. Some ways of regulating the viscosity (plasticity) of emulsion explosives
- С.Н. Вершинин.** Возможность применения кристаллогидратов неорганических солей для охлаждения дыхательной смеси в шахтных самоспасателях 49
S.N. Vershinin. The possibility to use crystalhydrates of inorganic salts for cooling respiratory mixtures in mine self-rescuers
- С.Н. Вершинин.** Экспериментальные исследования применения кристаллогидратов неорганических солей для охлаждения дыхательной смеси в шахтных самоспасателях 56
S.N. Vershinin. Experimental studies to use crystalhydrates of inorganic salts for cooling breathing mixture in mine self-rescuers

В.П. Доманов, И.В. Машуков. Мониторинг сейсмического воздействия на охраняемые объекты при производстве массовых взрывов на разрезах Кузбасса V.P. Domanov, I.V. Mashukov. Monitoring of seismic effect on protected objects during mass explosions on Kuzbass open cast mines	60
Ю.Б. Жаринов, Н.И. Попок, М.В. Пята. Проектирование нового инициирующего взрывчатого вещества Yu.B. Zarinov, N.I. Popok, M.V. Payta. Designing new initiating explosives	65
С.П. Казаков, А.Н. Стрельников, К.Х. Ли. Разгазирование подготовительных выработок после взрывных работ S.P. Kazakov, A.N. Strelnikov, K. Kh. Li. Degasing of development workings after blasting works	70
Е.Я. Кулявцев, В.Г. Казанцев, Р.И. Куимов. Моделирование газодинамических процессов при срабатывании модуля порошкового пожаротушения с использованием аналогии капельная жидкость–псевдожидкость E.Yu. Kulayvtzev, V.G. Kazanzev, R.I. Kuimov. Simulation of gas dynamic processes when powder fire extinguishing module trigs by using analogies dropping liquid–pseudo fluid	76
С.А. Прокопенко. Методика количественной оценки уровня промышленной безопасности горношахтного оборудования S.A. Prokopenko. Methods of quantitative assessment of the industrial safety level of mining equipment	83
С.А. Лисаков, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин, Е.Я. Кулявцев. Компьютерное моделирование системы определения координат очага взрыва на основе пространственного многоточечного анализа оптического излучения S.A. Lisakov, A.N. Pavlov, E.V. Sypin, E.Ya. Kulayvtzev. Computer modeling of sytems positioning the source of explosion based on a spatual analysis of multipoint spatual radiation	88
А.И. Сидоренко, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин, Е.Я. Кулявцев. Пирометрический датчик с оптическими затворами для определения двухмерных координат очага взрыва A.I. Sidorenko, A.N. Pavlov, E.V. Sypin, E.Ya. Kulayvtzev. Pyrometric sensor with optical shutters to determine two–dimensional coordinates of the explosion souirce	98
В.А. Копытин, В.А. Уварова, В.Е. Уваров. Анализ российских нормативных документов, регламентирующих требования к пожарной и токсической безопасности шахтных материалов и изделий V.A. Kopytin, V.A. Uvarova, V.E. Uvarov. Analyssis of russian normative documents governing requirements for fire and toxic safety of mine materials and products	105

III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY

С.А. Прокопенко, Е.Н. Ушаков, К.В. Шайдулин, А.П. Кострыкин, П.Е. Мерзляков. Повышение эффективности и безопасности бурения шпуров под анкера в шахтах S.A. Prokopenko, E.N. Ushakov, K.V. Shaidulin, A.P. Kostyrkin, P.E. Merzlaykov. Efficiency and safety increase of anchor holes drilling in underground mines	111
Г.Д. Буялич, В. М. Тарасов, Н.И. Тарасова. Инновационный подход к вопросам монтажа и эксплуатации секции механизированной крепи G.D. Buyalich, V.M. Tarasov, N.I. Tarasova. Innovative approach to issues of powered support sections assembly and operation	115

А.В. Шадрин, М.В. Дегтярева. Факторы, определяющие развитие трещин в угольных пластах A.V. Shadrin, M.V. Degtayreva. Factors determining the development of fractures in coal seams	127
IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ PROBLEMS AND OPINIONS	
А.М. Ермолаев, М.Т. Кобылянский, А.В. Адамков, В.Б. Попов, А.В. Сурков. К анализу расчетных формул предельной нагрузки на очистной забой угольных шахт A.M. Ermolaev, M.T. Kobilyanskiy, A.V. Adamkov, V.B. Popov, A.V. Surkov. To the analysis of design formulas of ultimate load on longwall face in coal mines	133
А.М. Ермолаев, Ли Хи Ун, Ю.М. Филатов. К проблеме разработки мощных угольных пластов A.M. Ermolaev, Li. Khi Un, Yu. M. Filatov. To the issue of thick coal seams mining	140
А.С. Мамонтов. Защищенность объектов и их противопожарное состояние в Кемеровской области A.S. Mamontov. Objects security and their fire-prevention conditions in Kemerovskaya oblast	147
А.С. Мамонтов. Риски возникновения аварий на шахтах A.S. Mamontov. Risks of accidents at coal mines	151
Л.С. Хорошилова, А.В. Тараканов, А.В. Хорошилов. Состояние безопасности труда в угольной промышленности Кузбасса (90-е годы XX в. – первое десятилетие XXI в.) L.S. Khoroshilova, A.V. Tarakanov, A.V. Khoroshilov. The state of labor safety in coal industry of Kuzbass (90th years of the XX century – the first decade of the XXI century)	156
Н.А. Пашкевич, Д.А. Бесперстов, В.А. Зубарева, Ю.И. Иванов, Е.А. Расщепкина. Анализ состояния техносферной безопасности в России N.A. Pashkevich, D.A. Besperstov, V.A. Zubareva, Yu. I. Ivanov, E.A. Rasshepkina. Analysis of technosphere safety conditions in Russia	161
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS IN ENGLISH	166
ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ DEMANDS TO ARTICLES	168
СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS	169

Подготовлен к печати Т.И. Разумовой

Технолог Л.В. Шутова

Подписано в печать 14.12.2012. Тираж 1000 экз. Формат 60x90 1/8.

Объем 10 п.л. Заказ №3 2012 г. Цена свободная.

Кемерово. Типография ОАО «НЦ ВостНИИ», ул. Институтская, 3.