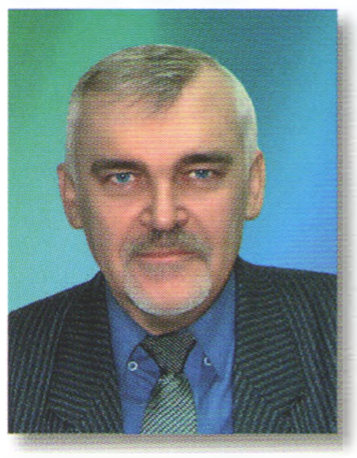
УДК 622.285.5:621.757 © Г. Д. Буялич, В. М. Тарасов, Н. И. Тарасова, 2015

Эффективность работы лавы в процессе работы новой технологии монтажа и эксплуатации секций механизированной крепи, где челноковый метод резания угля — не возможность комплекса, а технологическая необходимость



БУЯЛИЧ Геннадий Даниилович
Доктор техн. наук,
профессор КузГТУ,
ЮТИ ТПУ, 650000, г. Кемерово, Россия

ТАРАСОВ Владимир Михайлович
Аспирант КузГТУ,
генеральный директор
ООО «РивальСИТ»
650000, г. Кемерово, Россия

ТАРАСОВА Нина Ивановна
Аспирантка КузГТУ,
генеральный директор ООО «ИКЦ «Промышленная безопасность»
650000, Кемерово, Россия,
e-mail: indsafety@yandex.ru,
тел.: +7 (3842) 587-651,
+7 (923) 610-43-67

Описан инновационный подход к монтажу и эксплуатации секций механизированной крепи, который фундаментально меняет их: 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 секций механизированной крепи; снижает себестоимость 1 т добываемого твердого полезного ископаемого; способствует существенному увеличению добычи полезного ископаемого.

Ключевые слова: *инновационный подход, горная выработка, секция механизированной крепи, эффективность, безопасность, конкурентоспособность.*

Все сложное — не нужно, все нужное — просто
М. Т. Калашников

Промышленной безопасности в топливно-энергетическом комплексе 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 об исключении 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, уменьшения металлоемкости секции крепей и цены комплексов. А также путем высвобождения шахтеров (рабочих по добыче угля), занятых обслуживанием механизированных комплексов, из опасных условий труда. 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 метана при подрезке угля комбайном, 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 включают 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 элемента *(рис. 1, 2)*.

Основным недостатком известного способа монтажа и эксплуатации секций механизированной крепи является

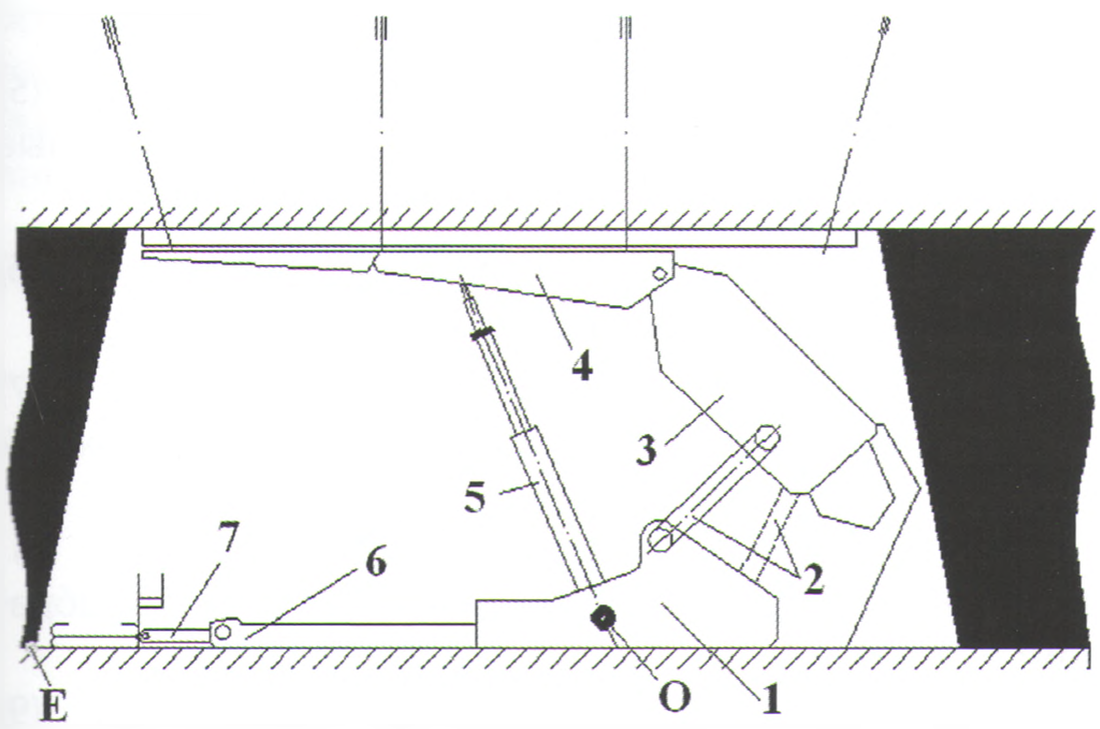


Рис. 1. Раскрытие и эксплуатация поддерживающе-оградительной секции механизированной крепи известным способом: 1 — основание; 2 — четырехзвенник; 3 — ограждающий элемент; 4 — поддерживающий элемент; 5 — гидростойка; 6 — гидродомкрат передвижения; 7 — проставыш

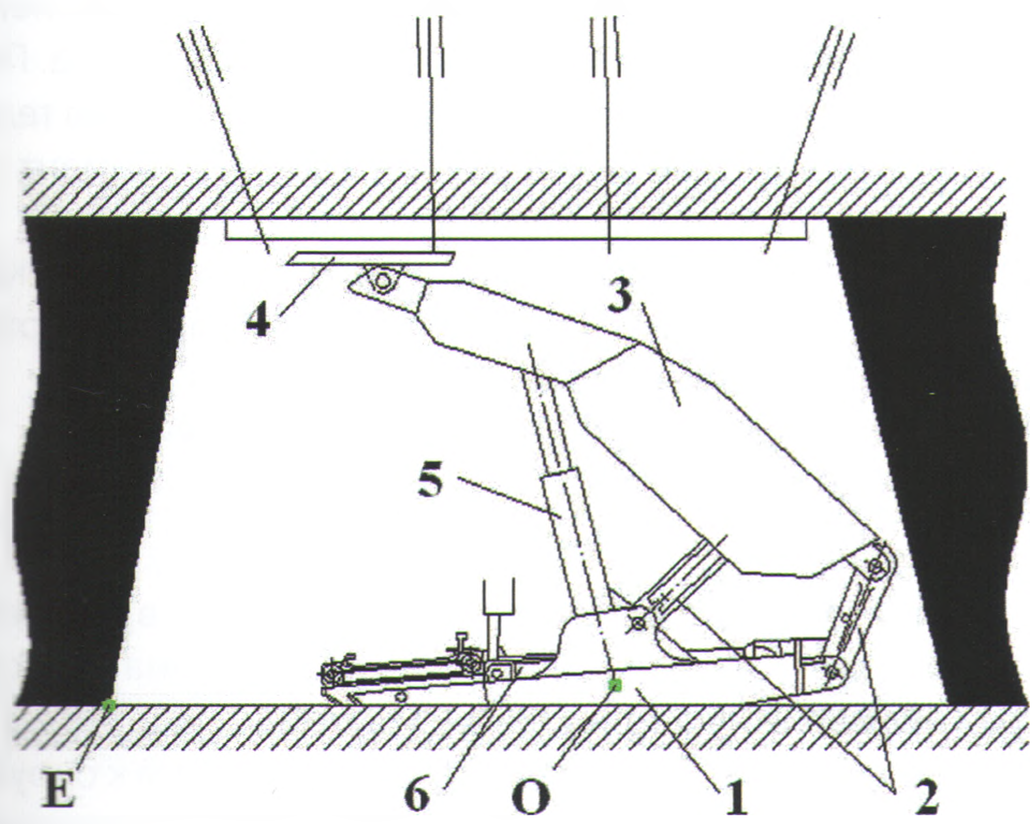


Рис. 2. Раскрытие оградительно-поддерживающей секции механизированной крепи известным способом (см. позиции на рис. 1)

то, что все силы горного давления принимает на себя забой, и горное давление перераспределяется по штрекам с опережением по всему фронту лавы в процессе 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 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 крепи характерно то, что поддерживающий элемент опрокидывается при разгрузке секции. Для устранения этого недостатка используют дополнительный элемент («косынку» или «гусак») и гидропатроны, 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 обрушение в завальной части лавы и низкая скорость движения секции крепи к забою при передвижке *(рис. 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 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

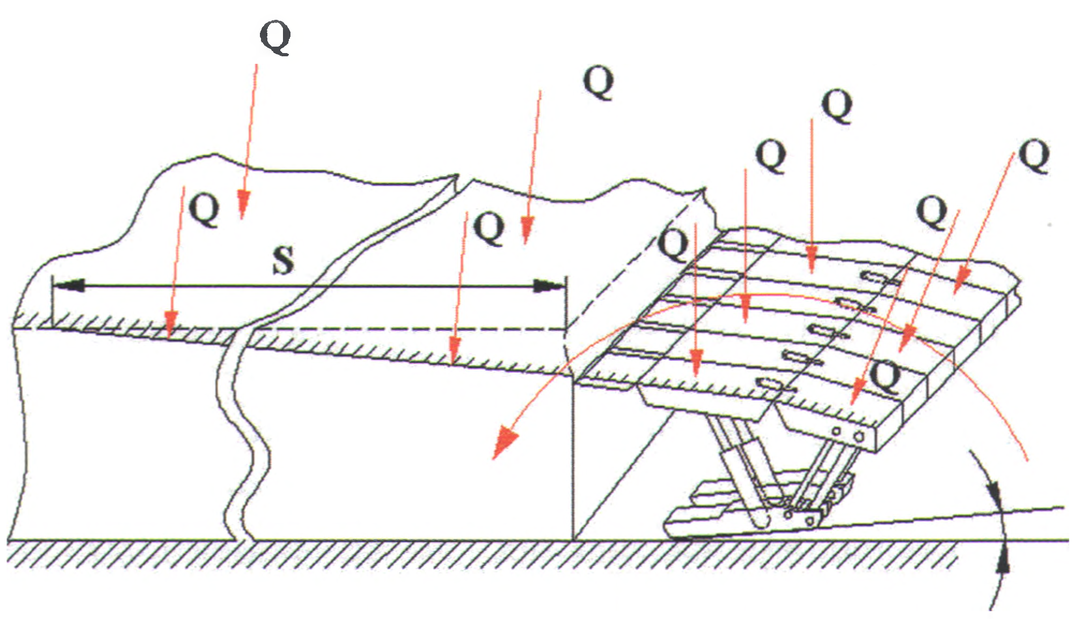


Рис. 3. Распределение нагрузки на секции механизированной крепи лавы по известному способу

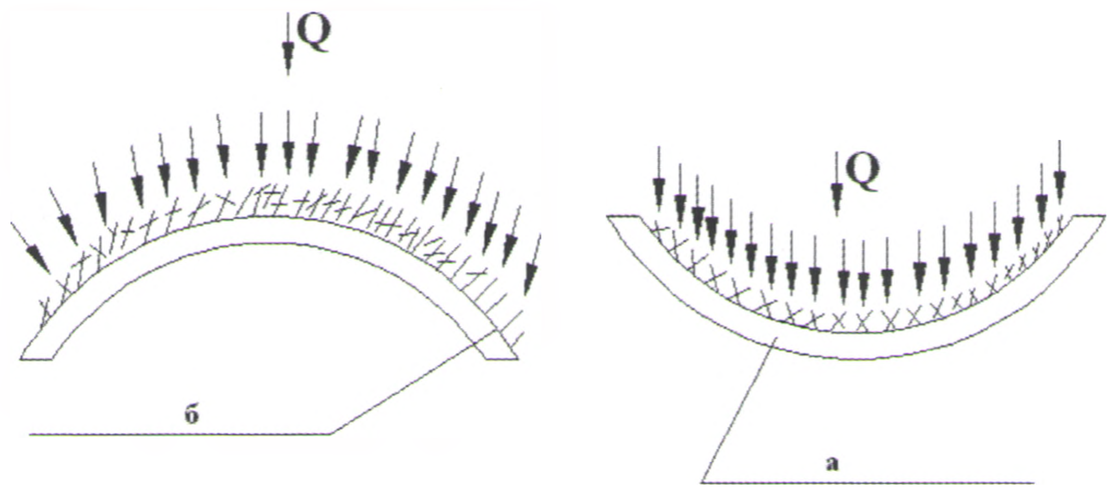


Рис. 4. Твердое сферическое тело

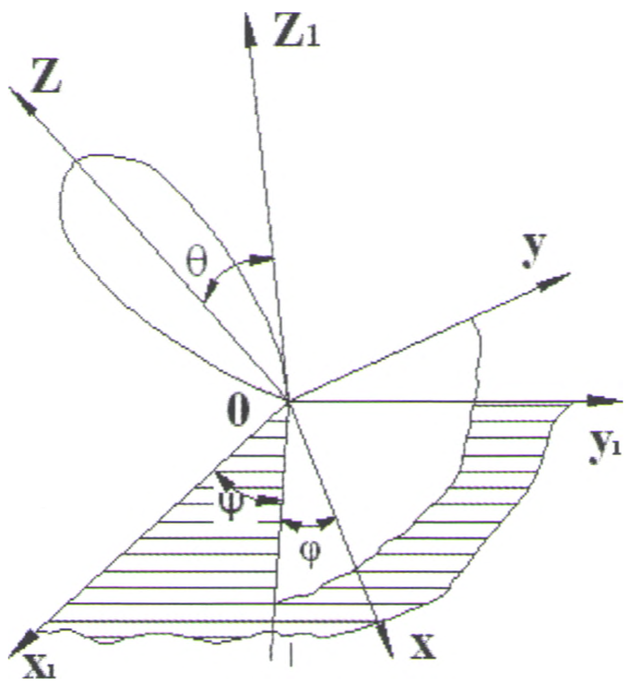


Рис. 5. Углы Эйлера

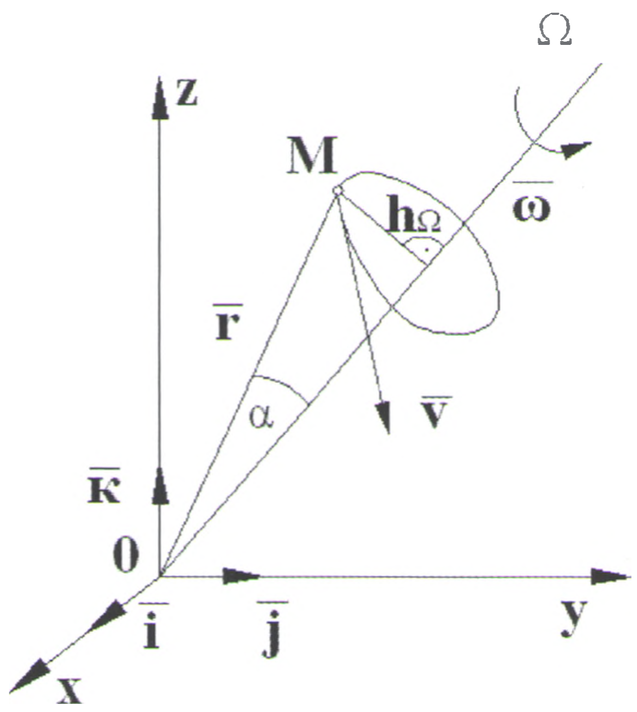


Рис. 6. Вращение точки М вокруг мгновенной оси вращения

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, где рабочая поверхность сферы — это поверхность, которая будет принимать на себя давление извне. Покажем это на *рис. 4*.

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 *(рис. 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:

$$\varphi = \varphi(t);\ \psi = \psi(t);\ \theta = \theta(t). \qquad (1)$$

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

$$\bar{r} = x\bar{i} + y\bar{j} + z\bar{k}. \qquad (2)$$

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:

$$\bar{V} = \dot{\bar{r}} = x\dot{\bar{i}} + y\dot{\bar{j}} + z\dot{\bar{k}}. \qquad (3)$$

Проекцию скорости на ось x можно записать в виде:

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

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:

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

Путем циклической перестановки находим остальные проекции:

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

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

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

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

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

а сам вектор скорости точки запишем следующим образом:

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

Таким образом, скорость 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 $\bar{\omega}$, 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:

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

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

Вектор скорости $\bar{V}$ направлен по касательной к окружности радиусом h_Ω, по которой в данный момент точка вращается вместе с телом вокруг мгновенной оси вращения Ω *(см. рис. 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:

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

При сферическом движении меняется не только модуль, но и направление угловой скорости. Поэтому из формулы (12) следует, что прямые, вдоль которых направлены векторы $\bar{\omega}$ и $\bar{\varepsilon}$, различны *(рис. 7 а, б)*.

Прямая *OE*, по которой направлен вектор $\bar{\varepsilon}$, называется осью углового ускорения. Откладывая от неподвижной точки *O* векторы $\bar{\omega}$, соответствующие ряду последовательных моментов времени, и соединяя концы этих векторов, получим годограф вектора угловой скорости *(см. рис. 7)*.

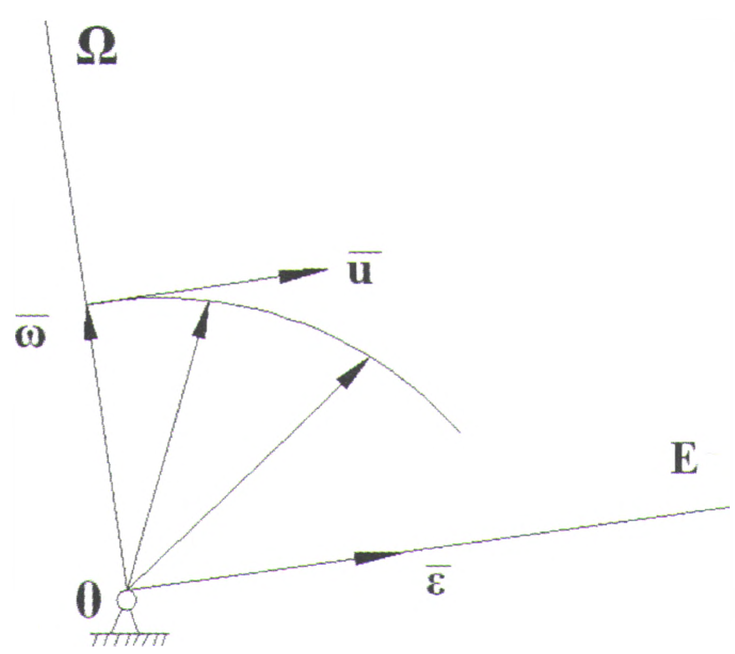


Рис. 7. Годограф вектора угловой скорости

По этой схеме сконструирован ковш экскаватора, где рабочая поверхность — внутренняя часть сферы *(рис. 8 а, б)*.

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

Эта схема недопустима, так как здесь должна быть рабочая поверхность сферы — наружная *(см. рис. 4 б)*, которая бы ограждала от обрушения породы 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 осестремительного ускорений.

Таким образом, определим положение любой точки *M* твердого тела радиусом-вектором $\bar{r}$ *(рис. 10)*.

Тогда скорость точки согласно формуле (9) равна:

$$\bar{V} = \bar{\omega} \times \bar{r}, \quad (14)$$

а ускорение

$$\bar{a} = \dot{\bar{V}} = \dot{\bar{\omega}} \times \bar{r} + \bar{\omega} \times \dot{\bar{r}} = \bar{\varepsilon} \times \bar{r} + \bar{\omega} \times \bar{V} = \bar{a}_{\varepsilon} + \bar{a}_{\omega}, \quad (15)$$

где: $\bar{a}_{\varepsilon}$ — вращательное ускорение; $\bar{a}_{\omega}$ — осестремительное ускорение.

Величины ускорений $\bar{a}_{\varepsilon}$ и $\bar{a}_{\omega}$ определяем по формулам:

$$a_{\varepsilon} = \varepsilon r \sin(\bar{\varepsilon}, \wedge \bar{r}) = \varepsilon h_{\varepsilon};$$
$$a_{\omega} = \omega V \sin(\bar{\omega}, \wedge \bar{V}) = \omega V = \omega^2 h_{\Omega} \quad (16)$$

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:

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

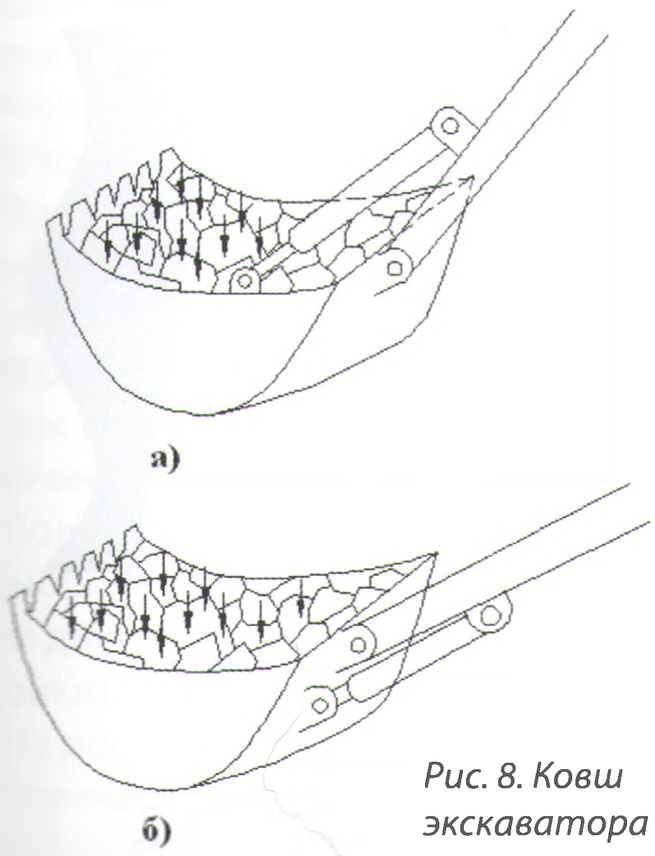


Рис. 8. Ковш экскаватора

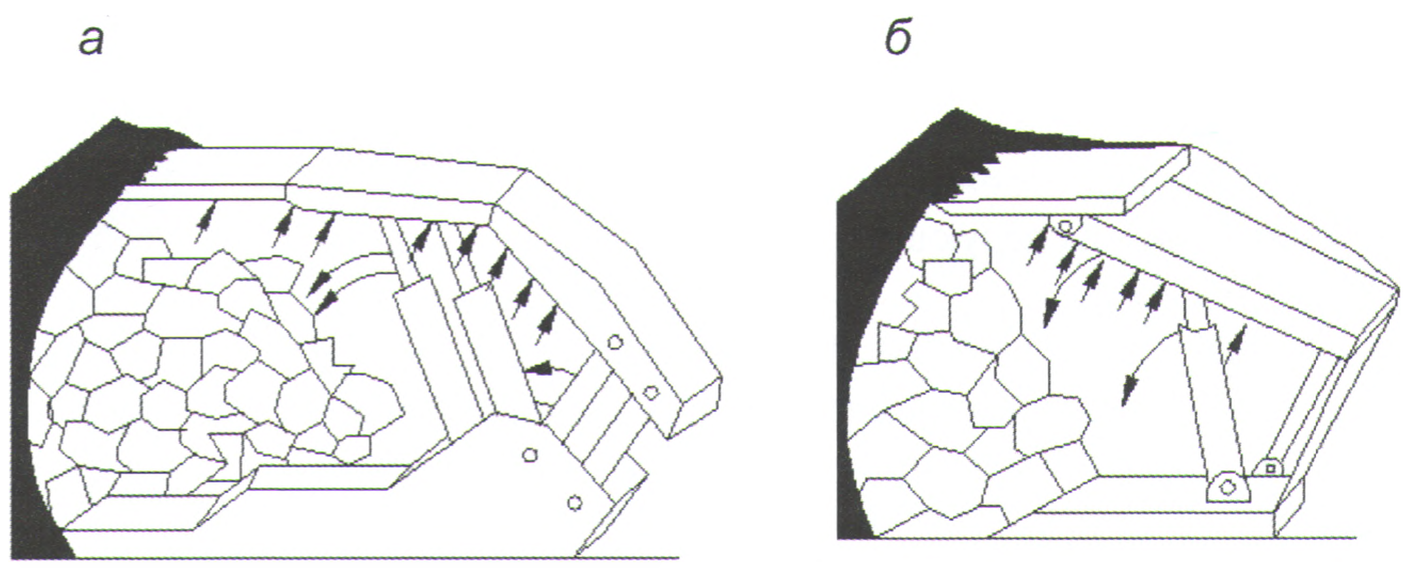


Рис. 9. Секции механизированной крепи:
а — поддерживающе-оградительного типа;
б — оградительно-поддерживающего типа

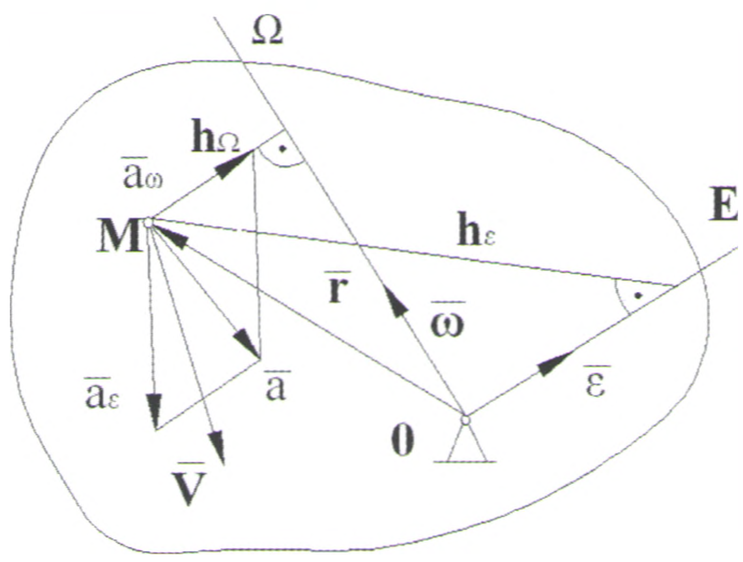


Рис. 10. Положение любой точки М твердого тела согласно теореме Ривальса

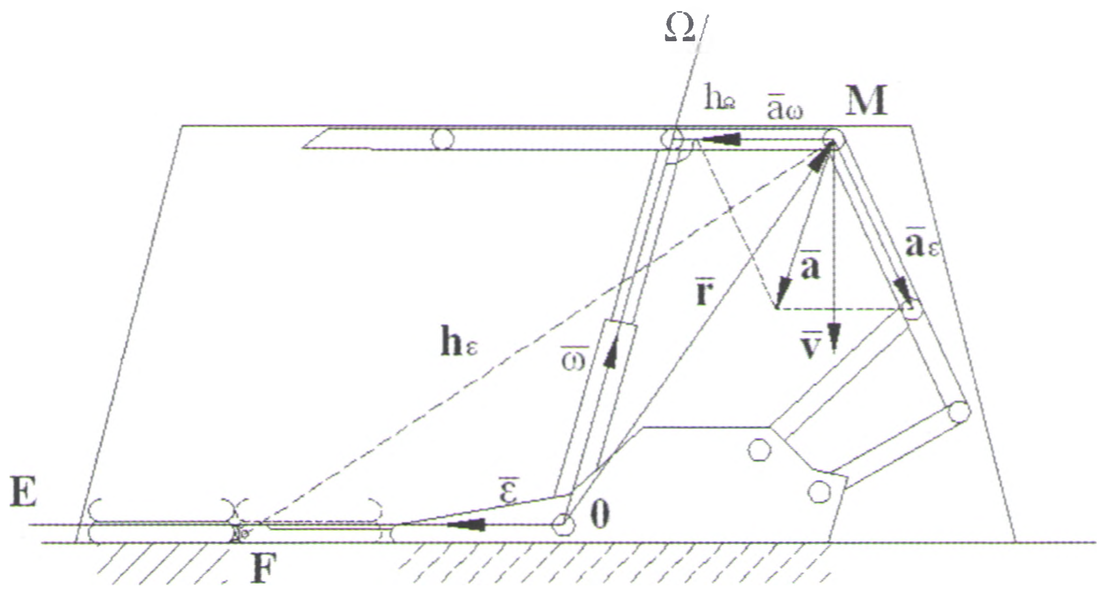


Рис. 11. Эксплуатация секции механизированной крепи согласно теореме Ривальса

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

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):

$$x_A = x_A(t);\ y_A = y_A(t);\ z_A = z_A(t);\ \varphi = \varphi(t);$$
$$\psi = \psi(t);\ \theta = \theta(t), \qquad (18)$$

а скорость $\bar{V}$ и ускорение *a* любой точки тела запишем, соответственно, в следующем виде:

$$\bar{V} = \bar{V}_A + \bar{\omega} \times \bar{r}; \qquad (19)$$
$$\bar{a} = \bar{a}_A + \bar{\varepsilon} \times \bar{r} + \bar{\omega} \times \bar{\omega} \times \bar{r} = \bar{a}_A + \bar{a}_\varepsilon + \bar{a}_\omega, \qquad (20)$$

где: $\bar{V}_A$, $\bar{a}_A$ — соответственно скорость и ускорение полюса *A*, $\bar{\omega}$, $\bar{\varepsilon}$ — соответственно угловая скорость и угловое ускорение при сферическом движении относительно полюса; $\bar{a}_\varepsilon$, $\bar{a}_\omega$ — соответственно вращательное и осестремительное ускорения; $\bar{r}$ — радиус-вектор точки относительно полюса *A*.

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

Таким образом, применительно к инновационному способу монтажа и эксплуатации механизированной секции крепи теорема Ривальса неопровержимо доказывает работоспособность нового способа *(рис. 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 *(см. рис 2, 12)*, 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 многозвенный механизм, который в новом (инновационном) способе взводят в процессе раскрытия секции крепи.

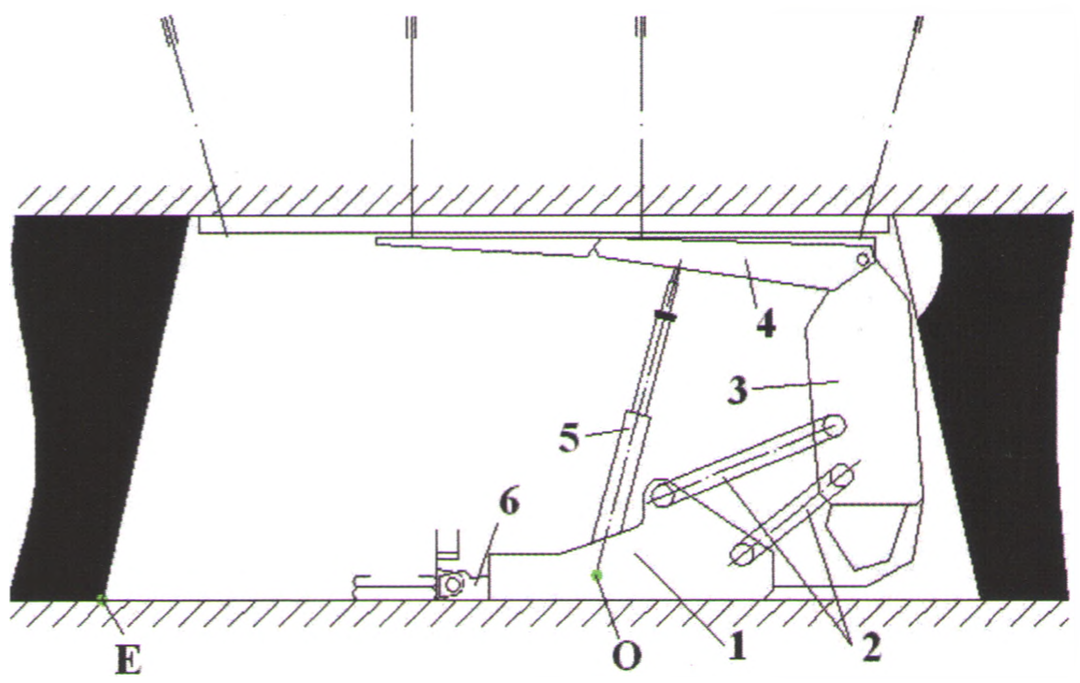


Рис. 12. Раскрытие и эксплуатация поддерживающе-оградительной секции механизированной крепи инновационным способом

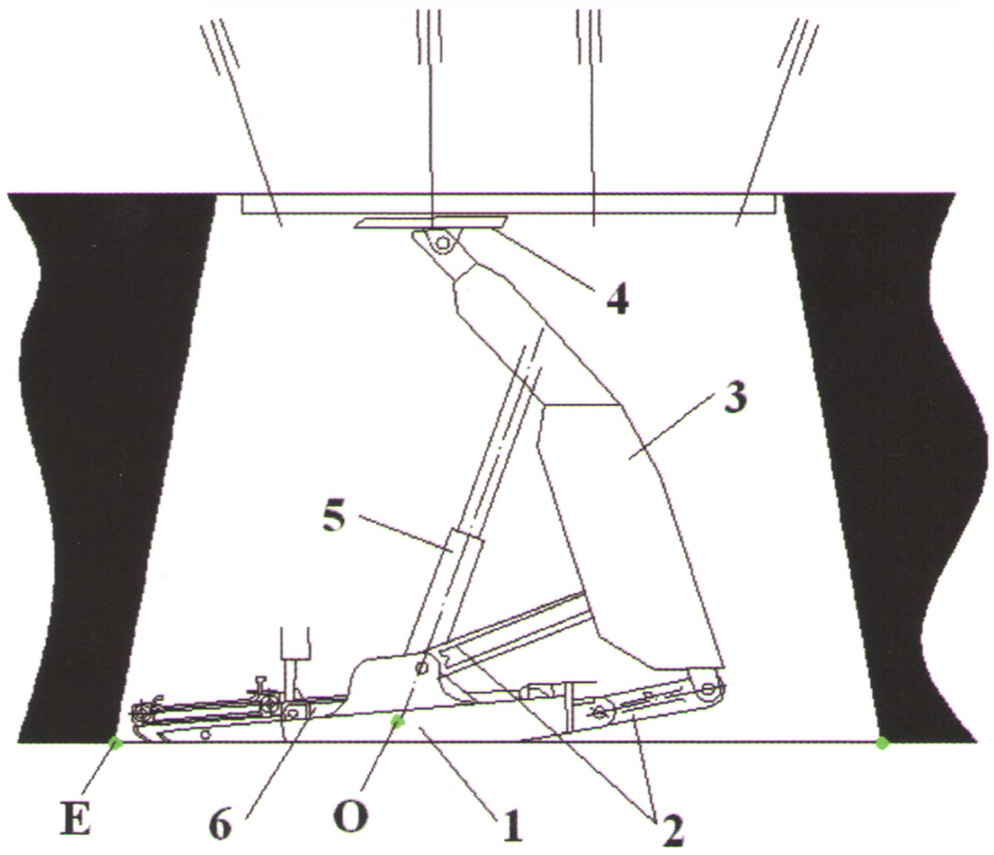


Рис. 13. Раскрытие и эксплуатация оградительно-поддерживающей секции механизированной крепи инновационным способом

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 (рис. 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 (поддерживающий и ограждающий элементы) расклинит в кровлю, произойдет распирание секции крепи.

В процессе эксплуатации секции механизированной крепи, когда все секции полностью зарядили в монтажной камере (каждую секцию механизированной крепи поддерживающе-оградительного или оградительно — поддерживающего типа взвели), 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 закончится столб лавы. Затем комплекс заводят в демонтажную камеру, а секции крепи будут оставаться во взведенном состоянии, пока их 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 *рис. 14* показаны однорядные секции крепи.

Ряд гидростоек четко разграничивает лаву на завальную и рабочую зоны. Гидростойки и поддерживающий элемент

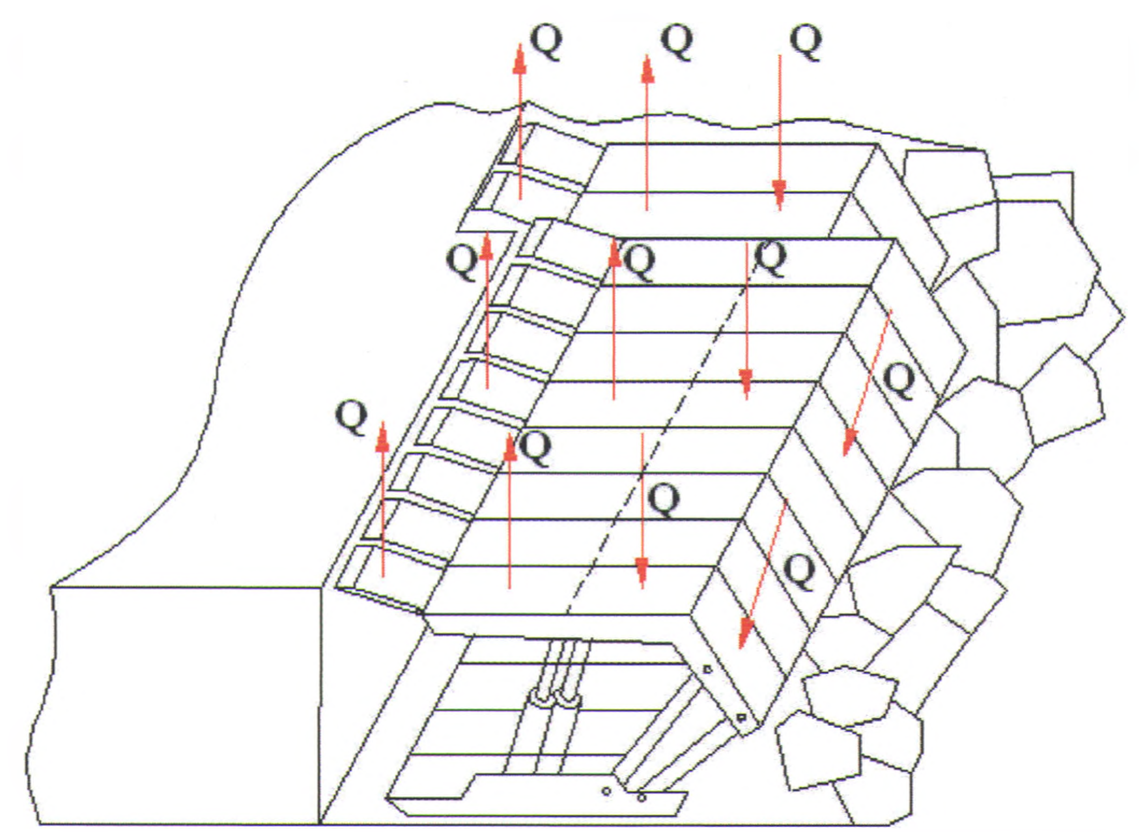


Рис. 14. Распределение нагрузки на секции механизированной крепи в лаве по инновационному способу

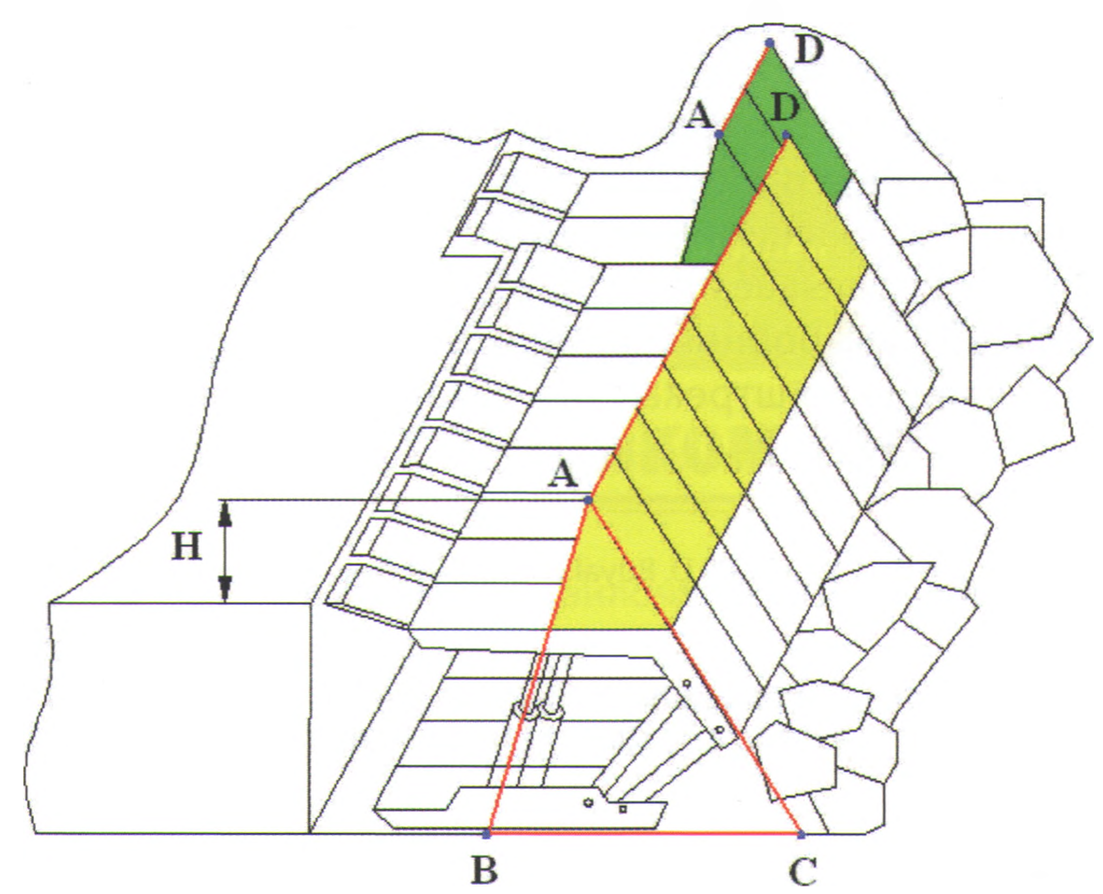


Рис. 15. Силовой треугольник и граница горного давления

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 (см. рис. 1)*.

В процессе эксплуатации лавы при обрушении породы горное давление будет принимать на себя силовой треугольник *BAC (рис. 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 *АД*, которая является границей горного давления.

Горное давление будет принимать на себя не забой, а этот треугольник *BAC*, и держать на границе горного дав-

ления в кровле лавы выше перекрытия на расстоянии *H*, равном от 2,5 до 10 м в зависимости от мощности пласта *(см. рис. 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 забою, 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. Челноковая схема выемки твердого полезного ископаемого (угля) механизированным комплексом — не возможность комплекса, а технологическая необходимость.

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 позволит повысить производительность труда.

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

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

Список литературы

1. Рубан А. Д., Забурдяев В. С., Артемьев В. Б. Особенности дегазации угольных пластов на шахтах с высокой производительностью очистных забоев // Безопасность труда в промышленности. 2009. №9. С. 16-21.

2. Яцких В. Г., Спектор Л. А., Кучерявый А. Г. Горные машины и комплексы: учебник для техникумов / Под ред. В. Г. Яцких, 5-е изд. перераб. и доп. М.: Недра, 1984. 400 с.

3. Хямяляйнен В. А., Гордиенко Р. Ф., Ведяшкина Н. А. Теоретическая механика: учебное пособие. Кемерово: КузГТУ, 2001. 350 с.

4. Пат. 2387841 Российская Федерация, МПК E 21 D 23/00 (2006.01). Способ монтажа и эксплуатации секции механизированной крепи (варианты) / Тарасов В. М., Тарасова А. В., Тарасов Д. В., патентообладатель Тарасов В. М. ООО «РивальСИТ». №200812934/03. Заявл. 18.07.2008. Опубл. 27.04.2010. Бюл. №12. 18 с.

UDC 622.285.5:621.757 © G.D. Buyalich, V.M. Tarasov, N.I. Tarasova, 2015 ISSN 0041-5790 • UGOL №6-2015 /1071/

Title

THE LAVA EFFECTIVENESS IN THE NEW INSTALLATION TECHNOLOGY AND OPERATION OF POWERED SUPPORT UNIT WHERE SHUTTLE COAL CUTTING METHOD IS NOT THE POSSIBILITY OF THE COMPLEX, BUT THE TECHNOLOGICAL NEED

Authors

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

Authors' Information

Buyalich G.D., doctor of technical sciences, professor of KuzSTU, YTI TPU, 650000, Kemerovo, Russia

Tarasov V.M., post graduate of KuzSTU, general director of "RivalSIT" LTD., 650000, Kemerovo, Russia

Tarasova N.I., post graduate of KuzSTU, general director of "IKTS "Promyshlennaya bezopsasost" LTD., 650000, Kemerovo, Russia, e-mail: indsafety@yandex.ru, tel.: +7 (3842) 587-651, +7 (923) 610-43-67

Abstract

In this paper we present the innovative approach of the installation and operation of powered support units, dramatically changing them, allowing to reallocate the rock pressure from the coal seam to the goaf side of lava, reducing the uncontrolled coal collapse in the unworked coal and emissions of dust-gas mixture in the bottom hole area of lava; significantly increasing the safety of mining operations in lava; It reduces the likelihood of the contact of working body (screw) with the support of powered support units; increases movement speed and productivity; increases the life of the powered support unit; reduces the cost of 1 ton of produced solid mineral; contributes to a significant increase in mineral production.

Keywords

Innovative Approach, Mining, Powered Support Unit, Efficiency, Security, Competitiveness.

References

1. Ruban A.D. Zaburdyaev V.S. and Artemyev V.B. Features of the gas drainage of coal seams in mines with high-performance production faces [Osobenosti degazatsii ugolnyh plastov na shahtah s vysokoy proizvoditelnostiuocistnyh zaboev]. *Bezopasnost truda v promyshlennosti — Occupational safety in the industry*, 2009, № 9, pp. 16-21.

2. Yatskih V.G., Spector L.A. and Kucheriavyi A.G. Mining machines and systems. A textbook for colleges. Edited by V.G. Yatskih, 5th ed. Revised [Gornye mashiny I kompleksy. Uchebnik dlia tehnikumov. Pod red. V.G. Yatskih, 5-e izd. pererab. i dop.]. *Moscow, Nedra — Mineral resources*, 1984, 400 pp.

3. Hiamialiaynen V.A., Gordienko R.F. and Vediashkina N.A. Theoretical mechanics. A tutorial [Teoreticheskaja mechanika. Uchebnoje posobije]. *Kemerovo, KuzGTU — KuzSTU*, 2001, 350 pp.

4. Patent # 2387841 Russian Federation, IPC E 21 D 23/00 (2006.01). Method of installation and operation of powered support units (options) [Sposob montazha I ekspluatatsii sektsii mehanizirovannoy krepi (varianty)]. V.M. Tarasov, A.V. Tarasov, D.V. Tarasov, patent holder — Tarasov V.M., "RivalSIT" LLC. №200812934/03. Stated. 18.07.2008. Published 27.04.2010, Bull, №12, 18 pp.

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

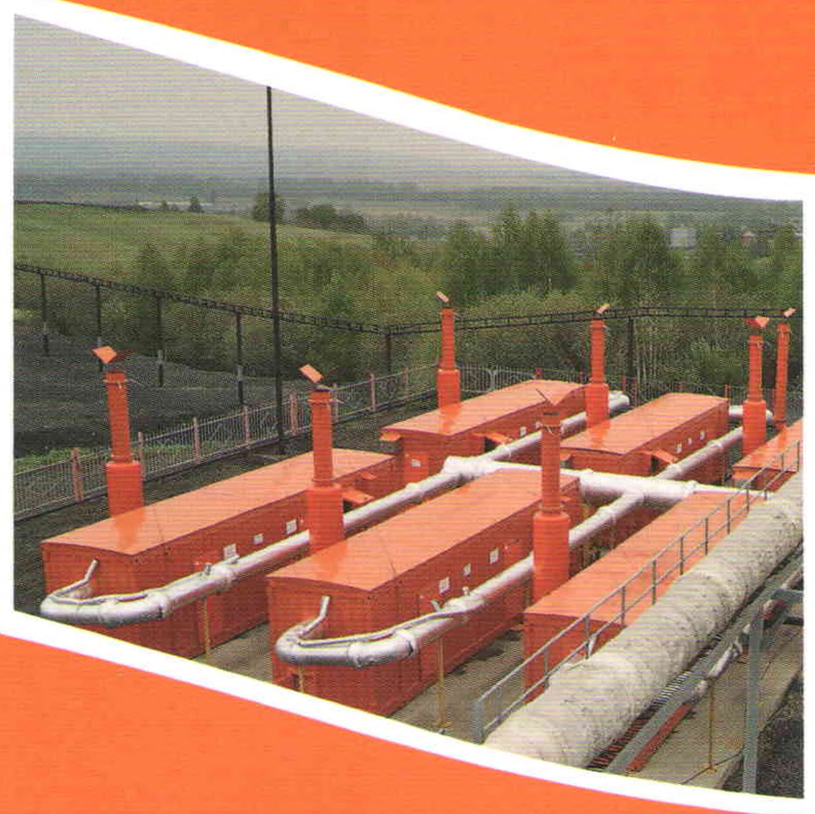
WWW.UGOLINFO.RU

6-2015

НПП ЗАВОД МДУ

ООО НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

«ЗАВОД МОДУЛЬНЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК»



МЕТАН ПОД КОНТРОЛЕМ!

654031, Кемеровская обл.,г.Новокузнецк,Северное шоссе,8
тел.(3843)991-991,e-mail:info@tdkes.ru www.zavodmdu.ru

РЕКЛАМА

Главный редактор
ЯНОВСКИЙ А.Б.
Заместитель министра энергетики Российской Федерации, доктор экон. наук

Зам. главного редактора
ТАРАЗАНОВ И.Г.
Генеральный директор ООО «Редакция журнала «Уголь», горный инженер, чл.-корр. РАЭ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
АРТЕМЬЕВ В.Б, *доктор техн. наук*
БАСКАКОВ В.П., *канд. техн. наук*
ВЕРЖАНСКИЙ А.П., *доктор техн. наук, профессор*
ГАЛКИН В.А., *доктор техн. наук, профессор*
ЗАЙДЕНВАРГ В.Е., *доктор техн. наук, профессор*
КОВАЛЕВ В.А., *доктор техн. наук, профессор*
КОВАЛЬЧУК А.Б., *доктор техн. наук, профессор*
КОРЧАК А.В., *доктор техн. наук, профессор*
ЛИТВИНЕНКО В.С., *доктор техн. наук, профессор*
МАЛЫШЕВ Ю.Н., *академик РАН, доктор техн. наук, профессор*
МОСКАЛЕНКО И.В.
МОХНАЧУК И.И., *канд. экон. наук*
МОЧАЛЬНИКОВ С.В., *канд. экон. наук*
ПЕТРОВ И.В., *доктор экон. наук, профессор*
ПОПОВ В.Н., *доктор экон. наук, профессор*
ПОТАПОВ В.П., *доктор техн. наук, профессор*
ПУЧКОВ Л.А., *чл.-корр. РАН, доктор техн. наук, профессор*
РОЖКОВ А.А., *доктор экон. наук, профессор*
РЫБАК Л.В., *доктор экон. наук, профессор*
СКРЫЛЬ А.И.
СУСЛОВ В.И., *чл.-корр. РАН, доктор экон. наук, профессор*
ТАТАРКИН А.И., *академик РАН, доктор экон. наук, профессор*
ХАФИЗОВ И.В.
ЩАДОВ В.М., *доктор техн. наук, профессор*
ЩУКИН В.К., *доктор экон. наук*
ЯКОВЛЕВ Д.В., *доктор техн. наук, профессор*

Иностранные члены редколлегии
Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ,** *доктор наук, Германия*
Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ,** *доктор наук, Германия*
Проф. **Юзеф ДУБИНЬСКИ,** *доктор техн. наук, чл.-корр. Польской академии наук, Польша*
Сергей НИКИШИЧЕВ, *FIMMM, канд. экон. наук, Великобритания, Россия, страны СНГ и Монголия*
Проф. **Любен ТОТЕВ,** *доктор наук, Болгария*

© «УГОЛЬ», 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ **ЖУРНАЛ**

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ
МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ИЮНЬ
6-2015 /1071/

УГОЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНЫ

Пресс-служба Минэнерго России
В Минэнерго России состоялось заседание Межведомственного координационного Совета по вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности — 4

Праздник в честь 70-летия Великой Победы — 5

Пресс-служба АО «СУЭК»
Информационные сообщения АО «СУЭК» к 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. — 6

Пресс-служба АО ХК «СДС-Уголь»
Рекорды... — 10

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

Щукин В. К., Мелехов Д. П.
Трансформация технологий добычи угля на разрезах Экибастузского месторождения, новые решения — путь к мировым стандартам — 12

ТРАНСПОРТ

CATERPILLAR
Автосамосвалы с шарнирно-сочлененной рамой новой серии С увеличивают потенциальную прибыльность благодаря сниженной продолжительности циклов, топливной эффективности, наличию автоматизированных систем и простоте в эксплуатации — 18

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Буялич Г. Д., Тарасов В. М., Тарасова Н. И.
Эффективность работы лавы в процессе работы новой технологии монтажа и эксплуатации секций механизированной крепи, где челноковый метод резания угля — не возможность комплекса, а технологическая необходимость — 20

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Григорьев А. А., Пудов Е. Ю., Хорешок А. А.
Об исследовании технико-экономических характеристик шнекового исполнительного органа — 28

Пудов Е. Ю., Хорешок А. А., Животягин И. А.
Проектирование и производство новых конструктивных исполнений ковшей с целью импортозамещения — 30

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Таразанов И. Г.
Итоги работы угольной промышленности России за январь-март 2015 года — 32

ЭКОНОМИКА

Попов В. Н., Грибин Ю. Г., Ефимова Г. А., Гаркавенко А. Н., Семина Л. Ю.
Методические рекомендации по повышению эффективности управления материальными и трудовыми ресурсами в условиях модернизации и инновационного развития угледобывающих организаций — 48

НТБ — КузГТУ
Журнальный фонд

СЧЗ

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»
119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 6, стр. 3, офис Г-136
Тел./факс: (499) 230-25-50
E-mail: ugol1925@mail.ru
E-mail: ugol@land.ru

Генеральный директор
Игорь ТАРАЗАНОВ
Ведущий редактор
Ольга ГЛИНИНА
Научный редактор
Ирина КОЛОБОВА
Менеджер
Ирина ТАРАЗАНОВА
Ведущий специалист
Валентина ВОЛКОВА

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС77-34734 от 25.12.2008 г

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН
в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, утвержденный решением ВАК Минобразования и науки РФ

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН
в Интернете на вэб-сайте
www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»
www.rosugol.ru

информационный партнер
журнала - УГОЛЬНЫЙ ПОРТАЛ
www.coal.dp.ua

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:
Ведущий редактор О.И. ГЛИНИНА
Научный редактор И.М. КОЛОБОВА
Корректор А.М. ЛЕЙБОВИЧ
Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 04.06.2015.
Формат 60x90 1/8.
Бумага мелованная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 10,5 + обложка.
Тираж 4700 экз.
Тираж эл. версии 1600 экз.
Общий тираж 6300 экз.

Отпечатано:
РПК ООО «Центр
Инновационных Технологий»
117218, г. Москва, ул. Кржижановского, 31
Тел.: (495) 661-46-22; (499) 277-16-02
Заказ № 15509

© **ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2015**

БЕЗОПАСНОСТЬ

Пирогов А. С., Спельникова М. И.
Обеспечение эффективной защиты слуха у персонала добывающих предприятий — 54

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Кириллов К. М., Козлов В. А., Чернышева Е. Н.
Инновационная сушка «Кронос». Глубокое нетермическое обезвоживание угля и минералов — 56

НЕДРА

Гурин В. П., Сергеев А. В., Деветьярова Е. А., Полухин В. А., Гурин В. В.
Управление охраной горных выработок — 62
Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий» — 65
XIII Московский международный энергетический форум «ТЭК России в XXI веке» — 66

РЫНОК УГЛЯ

Плакиткина Л. С.
Развитие угольной промышленности в республиках Средней Азии в постсоветский период и тенденции их перспективного развития — 68

ЭКОЛОГИЯ

Сидоров Р. В., Степанов Ю. А., Корчагина Т. В., Марченко В. А.
Моделирование зон загрязнения окружающей среды от техногенного воздействия с использованием ГИС-технологий — 72
Зеньков И. В., Нефедов Б. Н., Школьный И. А., Юронен Ю. П.
Результаты геоэкологического обследования породных отвалов на территории отработанной части Переясловского буроугольного месторождения с использованием средств дистанционного зондирования Земли — 77

ЮБИЛЕИ

Никишичев Сергей Борисович (*к 40-летию со дня рождения*) — 81
Липилин Степан Захарович (*к 100-летию со дня рождения*) — 81

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

К 100-летию Шахтерского маршала.
Романов Владимир Павлович (1915 — 2002 гг.) — 82

НЕКРОЛОГ

Галазов Руслан Алексеевич (03.11.1931 — 11.03.2015 гг.) — 84

Список реклам

НПП Завод МДУ	1-я обл.	вст. ОГР в XXI веке	9
JoyGlobal	2-я обл.	CAT	11
ЛИМАКО	3-я обл.	WEIR Minerals	61
Горные машины	4-я обл.		

Подписные индексы:
— *Каталог «Газеты. Журналы» Роспечати* **71000, 71736, 73422**
— *Объединенный каталог «Пресса России»* **87717, 87776, Э87717**
— *Каталог «Почта России»* — **11538**

UGOL / RUSSIAN COAL JOURNAL

"UGOL" JOURNAL EDITORIAL STAFF

Chief Editor
YANOVSKY A.B., Dr. (Economic), Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, 107996, Moscow, Russia

Deputy Chief Editor
TARAZANOV I.G., Mining Engineer, 119049, Moscow, Russia

Members of the editorial council:
ARTEMYEV V.B., Dr. (Engineering), 115054, Moscow, Russia
BASKAKOV V.P., PhD (Engineering), 650002, Kemerovo, Russia
VERZHANSKY A.P., Dr. (Engineering), Prof., 125009, Moscow, Russia
GALKIN V.A., Dr. (Engineering), Prof., 454048, Chelyabinsk, Russia
ZAYDENVARG V.E., Dr. (Engineering), Prof., 119019, Moscow, Russia
KOVALYOV V.A., Dr. (Engineering), Prof., 650000, Kemerovo, Russia
KOVALCHUK A.B., Dr. (Engineering), Prof., 119019, Russia
KORCHAK A.V., Dr. (Engineering), Prof., 119049, Moscow, Russia
LITVINENKO V.S., Dr. (Engineering), Prof., 199106, Saint Petersburg, Russia
MALYSHEV Yu.N., Dr. (Engineering), Prof., Acad. of the RAS, 125009, Moscow, Russia
MOSKALENKO I.V., Mining Engineer, 650054, Kemerovo, Russia
MOKHNACHUK I.I., PhD (Economic), 109004, Moscow, Russia
MOCHALNIKOV S.V., PhD (Economic), 107996, Moscow, Russia
PETROV I.V., Dr. (Economic), Prof., 119071, Moscow, Russia
POPOV V.N., Dr. (Economic), Prof., 119071, Moscow, Russia
POTAPOV V.P., Dr. (Engineering), Prof., 650025, Kemerovo, Russia
PUCHKOV L.A., Dr. (Engineering), Prof., Corresp. Member of the RAS, 119049, Moscow, Russia
ROZHKOV A.A., Dr. (Economic), Prof., 119071, Moscow, Russia
RYBAK L.V., Dr. (Economic), Prof., 119034, Moscow, Russia
SKRYL A.I., Mining Engineer, 119049, Moscow, Russia
SUSLOV V.I., Dr. (Economic), Prof., Corresp. Member of the RAS, 630090, Novosibirsk, Russia
TATARKIN A.I., Dr. (Economic), Prof., Acad. of the RAS, 620014, Ekaterinburg, Russia
KHAFISOV I.V., Mining Engineer, 678960, Neryungri, Russia
SHCHADOV V.M., Dr. (Engineering), Prof., 119034, Moscow, Russia
SHCHUKIN V.K., Dr. (Economic), 141209, Ekibastuz, Republic of Kazakhstan
YAKOVLEV D.V., Dr. (Engineering), Prof., 199106, Saint Petersburg, Russia

Foreign members of the editorial council:
Prof. **Guenther APEL,** Dr.-Ing., 45307, Essen, Germany
Prof. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering), 09596, Freiberg, Germany
Prof. **Jozef DUBINSKI,** Dr. (Engineering), Corresp. Member PAS, 40-166, Katowice, Poland
Sergey NIKISHICHEV, FIMMM, PhD (Economic), 125047, Moscow, Russia
Prof. **Luben TOTEV,** Dr., 1700, Sofia, Bulgaria

"Ugol" Journal Edition LLC
Leninsky Prospekt, 6,
building 3, office G-136
Moscow, 119049, Russian Federation
Tel/fax: +7 (499) 230-2550
E-mail: ugol1925@mail.ru
www.ugolinfo.ru

© "UGOL" JOURNAL, 2015

MONTHLY JOURNAL, THAT DEALS WITH SCIENTIFIC, TECHNICAL, INDUSTRIAL AND ECONOMIC TOPICS

Established in October 1925

FOUNDERS
MINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
"UGOL" JOURNAL EDITION LLC

JUNE

6-2015 */1071/*

UGOL

REGIONS
Press-office of the Ministry of Energy of the Russian Federation
In the Ministry of Energy of the Russian Federation the Meeting of Interdepartmental Coordination Council Concerning Energy Saving and Increase of Energy Efficiency Took Place — 4
Holiday to the 70th Anniversary of the Victory in the Great Patriotic War of 1941-1945 — 5
Press-office of «SUEK»
Information Messages of «SUEK» Confined to the 70th Anniversary of the Victory in the Great Patriotic War of 1941-1945 — 6
Press-office of HC «SBU-Coal»
Records... — 10

SURFACE MINING
Shchukin V. K., Melehov D. P.
Transformation of Coal Mining Technologies on the Cuts of Ekibastuz Minefield, New Solutions — the Way to the Global Standards — 12

TRANSPORT
CATERPILLAR
New C Series Articulated Trucks Increase Profit Potential with Improved Cycle Times, Fuel Efficiency, Automated Systems and Ease of Operation — 18

UNDERGROUND MINING
Buyalich G. D., Tarasov V. M., Tarasova N. I.
The Lava Effectiveness in the New Installation Technology and Operation of Powered Support Unit Where Shuttle Coal Cutting Method is Not the Possibility of the Complex, But the Technological Need — 20

COAL MINING EQUIPMENT
Grigoryev A. A., Pudov E. Y., Khoreshok A. A.
On the Investigation of the Technical and Economic Characteristics of the Screw Working Body — 28
Pudov E. Y., Khoreshok A. A., Zhivotiagin I. A.
Designing and Producing of New Structural Types of Excavator Buckets for Import Substitution — 30

ANALYTICAL REVIEW
Tarazanov I. G.
Russia's Coal Industry Performance for January-March, 2015 — 32

ECONOMIC OF MINING
Popov V. N., Gribin Y. G., Efimova G. A., Garkavenko A. N., Semina L. Y.
Methodological Recommendations for Management Effectiveness Improvement of Material and Human Resources in the Modernization and Innovative Development of Coal-Mining Companies — 48

SAFETY
Pirogov A. S., Spelnikova M. I.
Effective Hearing Protection for Mining Workers — 54

COAL PREPARATION
Kirillov K. M., Kozlov V. A., Chernysheva E. N.
«Chronos» — Innovative Dryer. Deep Non-Thermal Dewatering of Coal Fines and Minerals — 56

MINERAL RESOURCES
Gurin V. P., Deviatiarova E. A., Sergeev A. V., Polukhin V. A., Gurin V. V.
Management of a Mining Security — 62
Innovative Trends in the Designing of Mining Enterprises — 65
Moscow International Energy Forum and Exhibition «Russian Fuel & Energy Complex in the XXI Century» — 66

COAL MARKET
Plakitkina L. S.
The Development of the Coal Industry in the Central Asian Republics in the Post-Soviet Period, and the Trend of their Long-Term Development — 68

ECOLOGY
Sidorov R. V., Stepanov Y. A., Korchagina T. V., Marchenko V. A.
Simulation of the Environmental Pollution Areas from Anthropogenic Impacts Using GIS Technology — 72
Zenkov I. V., Nefedov B. N., Shkolnyi I. A., Yuronen Y. P.
The Results of Geo-Ecological Research of Waste Dumps at the Waste Territory of the Pereyaslovskaya Brown Coal Field with the Use of Remote Earth Probing — 77

ANNIVERSARIES
Nikishichev Sergey Borisovich (the 40-Anniversary of Birthday) — 81
Lipilin Stepan Zaharovich (the 100-Anniversary of Birthday) — 81

HISTORICAL PAGES
To the 100-Anniversary of the Miner's Marshal. Romanov Vladimir Pavlovich (1915 — 2002) — 82

NECROLOGUE
Galazov Ruslan Alekseevich (03.11.1931 – 11.03.2015) — 84