

УДК 622.272:622.283.4

**С.А. Масленников, А.А. Галенко, Д.И. Шинкарь,  
И.В. Михалко, Е.С. Беляков**

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ КРЕПИ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ\***

*Рассмотрен вопрос разработки технологии строительства вертикальных стволов с комбинированной сталебетонной крепью с регулируемым режимом работы. Приведены результаты сравнительных расчетов скорости строительства по различным технологиям.*

*Ключевые слова: сталебетонная крепь, вертикальный ствол, горное давление, гидростатическое давление.*

---

**В** настоящее время при строительстве вертикальных стволов в РФ наиболее широкое применение нашла совмещенная технология ведения работ. Простота организации, безопасность труда, относительно невысокая стоимость оснащения, меньшая загроможденность сечения ствола оборудованием, высокая, до 200 м/мес. и выше, скорость строительства, возможность механизации наиболее трудоемких процессов являются основными причинами, по которым в настоящее время до 90 % стволов проходят по данной технологии с креплением ствола монолитным бетоном. Увеличение доли стволов строящихся в сложных горно- и гидрогеологических условиях, при отрицательных температурах горных пород и воздушной среды в стволе, увеличенной нагрузки при неравномерном оттаивании приствольного массива привело к использованию в последних крупнейших

шахтостроительных проектах комбинированной чугуно-бетонной крепи. Несмотря на высокую трудоемкость наращивания колонны тубингов и укладки за них бетона работы продолжают планировать и вести по совмещенной технологии, что существенно снижает скорость строительства, которая в большинстве случаев не превышает 25—30 м/мес. [1].

Исходя из этого, ниже рассмотрены два варианта технологии крепления вертикального ствола с использованием крепи с управляемым режимом работы. По первому из них все работы по креплению ведутся в забое ствола, т.е. по совмещенной технологии, по второй параллельно с основными проходческими процессами.

### **Крепление ствола крепью с управляемым режимом работы по совмещенной технологии**

В отличие от проходки ствола по совмещенной технологии с креплением

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации: Государственный контракт № 14.740.11.0427 «Снижение риска и уменьшения последствий техногенных катастроф путем создания экологически безопасных технологий разработки техногенных месторождений с добычей из них полезных компонентов методами механохимической активации».

ем монолитным бетоном из перечня необходимого забойного оборудования исключается подвесная опалубка, что существенно снижает стоимость оснащения ствола к проходке.

Особые требования предъявляются к погрузочной машине. Серийно выпускаемые российской промышленностью одно- и двухгрейферные погрузочные машины не позволяют комплексно механизировать процесс заводки в проектное положение секций крепи, ведение сварочных работ, подачу бетона на высоте 4-5 метров, сократить объем погрузки породы во второй фазе. Все эти функции может выполнять гидравлический погрузчик с управляемым манипулятором, на который, в случае необходимости, навешивается ковш или грейфер для погрузки породы, отбойный молоток для механизации работ во второй фазе погрузки, люлька для ведения сварочных работ и бетонирования. В РФ как в настоящем, так и в прошлом опыт проектирования и применения машин подобной конструкции ограничен. Так, например, в литературе отмечена разработка комплекса шагающего оборудования (ВНИИ-ОМШС), включающего гидравлический погрузчик с управляемой стрелой. За рубежом широкий опыт применения подобных машин имелся в Канаде. С помощью пневмопогрузчика конструкции Крейдермана были пройдены стволы на шахтах «Лейтч Гоулд Майн», «Джапан Елру Найф», «Фау Шафт» [2] и т.д. В настоящее время в Германии гидравлические погрузчики с управляемой стрелой достаточно широко использует фирма Tysson Schachtbau. Во всех случаях подобные машины положительно за-

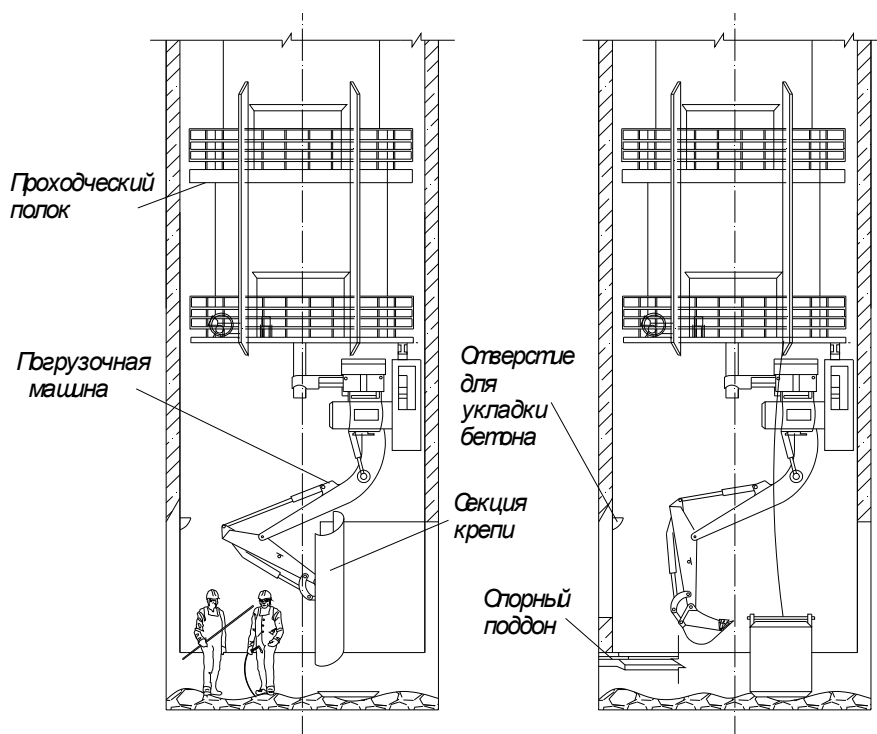
рекомендовали себя, обеспечивали высокую долю механизации труда, повышали скорость строительства.

Таким образом, применение подобных погрузчиков апробировано, а сами установки могут либо закупаться за рубежом, либо изготавливаться индивидуально под заказ на российских предприятиях.

Далее рассмотрим порядок производства работ в стволе при совмещенной технологии.

После погрузки породы и зачистки забоя проходчики с помощью пневматических установок типа БУКС или СМБУ бурят комплект шпуров, заряжают их взрывчатым веществом, монтируют сеть, поднимаются на поверхность и производят взрывание. Далее, после проветривания, осмотра забоя, спуска проходческого оборудования приступают к погрузке породы первой фазы. После того как расстояние от породы до нижнего края возведенной предыдущей заходки крепи достигнет 2-х метров приступают к спуску отдельных секций кольца крепи (см. рис. 1).

Исходя из требования минимизации трудозатрат габариты секции принимают максимально допустимыми (они ограничены размерами бадьегового проема в проходческом полке). По забю секции перемешаются с помощью манипулятора или тросов погрузочной машины. При возможности оставления породных стенок незакрепленными на высоту до 2-х метров необходимо применение опорного поддона. Эта необходимость вызвана тем, что после укладки смеси за обечайку требуется 8-10 часов для набора бетоном прочности, исключаящей вытекание раствора и обес-



**Рис. 1. Работы в забое ствола при возведении крепи по совмещенной технологии**

печивающей продолжение работ по погрузке породы.

Далее, через оставленные в верхней части кольца стальной обечайки проемы, с подвешенной к манипулятору погрузочной машины люльки, укладывают слой бетонной смеси высотой 0,8-1 м. После схватывания бетона продолжают погрузку породы, осуществляют разборку забоя, бурят шпуры, параллельно укладывают оставшуюся часть бетона и заваривают проемы, оставленные для укладки бетона. Далее весь цикл работ повторяется.

Совмещенная технология возведения крепи с управляемым режимом работы имеет важное преимущество — возможность изменять тип применяемой крепи без необходимости переоборудования забоя. Ее можно рекомендовать при строительстве стволов, в которых основной является чугунно-

бетонная, либо монолитная бетонная крепи, а сталебетонная возводится только на участках пересечения высоконапорных водоносных горизонтов.

#### **Крепление ствола крепью с управляемым режимом работы по параллельной технологии**

Параллельная технология достаточно широко применялась в России при проходке вертикальных стволов до 60-х годов XX в., при использовании тюбинговых, блочных, кирпичных и др. штучных крепей, т.е. тогда, когда возведение постоянной крепи требовало значительных затрат времени. Крепь с регулируемым режимом работы также характеризуется высокой трудоемкостью и длительностью возведения. Заводка в проектное положение сегментов стальной обечайки, их временное закрепление, сварочные работы, укладка и уплот-

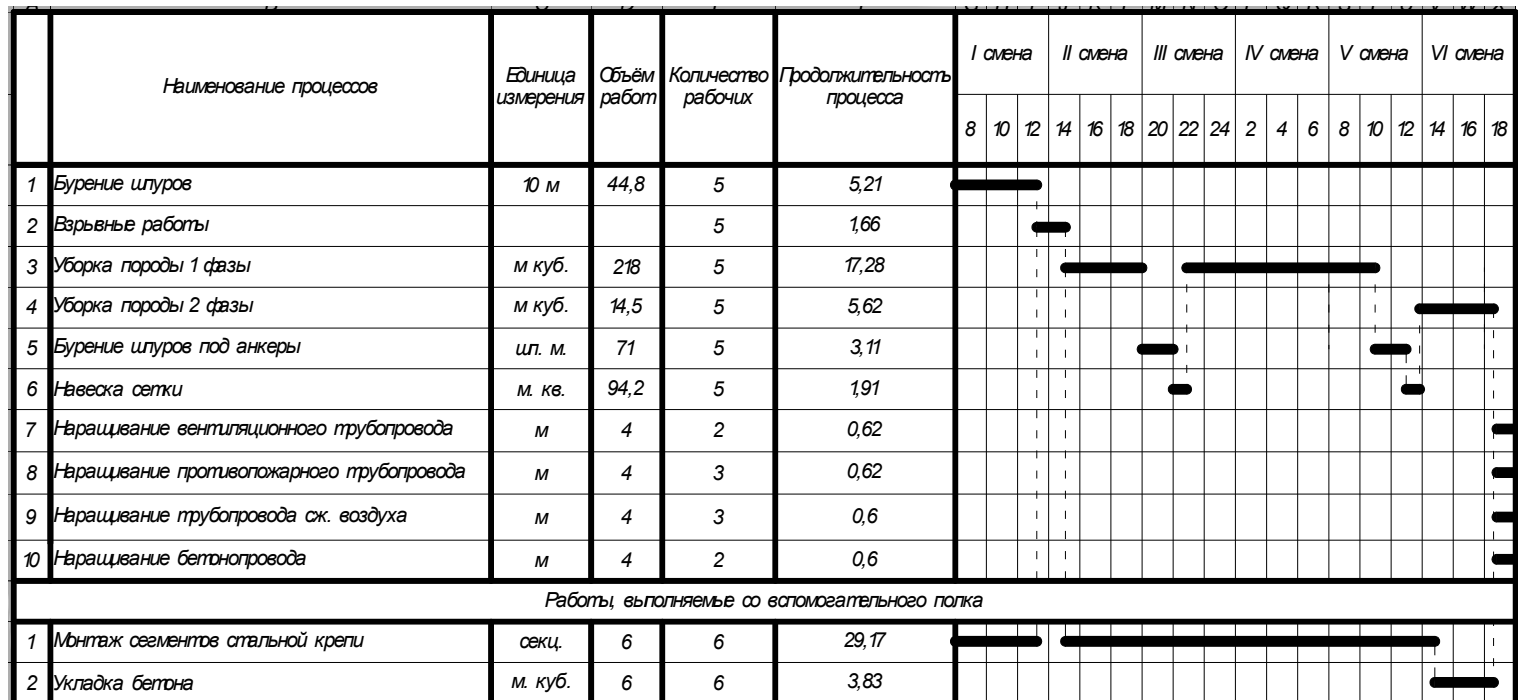


Рис. 2. График организации работ при возведении сталебетонной крепи по параллельной технологии

нение бетона, все это достаточно трудоемкие и длительные процессы, поэтому для повышения скоростей проходки в качестве основной следует рассматривать параллельную технологию. Условия, при которых породные стенки ствола могут оставаться незакрепленными на высоту 40-60 м являются для районов интенсивного развития горной промышленности РФ исключительными. Исходя из этого, основным недостатком параллельной технологии является необходимость наличия достаточно прочной и надежной временной крепи. На основе анализа имеющегося опыта применения облегченных крепей [3] в качестве временной при притоках воды в забой ствола до  $6 \text{ м}^3/\text{час}$ . можно применять набрызгбетонную крепь, при притоках свыше  $6 \text{ м}^3/\text{час}$ . анкерную. В наиболее сложных условиях в забое ствола с помощью передвижной металлической секционной опалубки целесообразно возводить монолитную бетонную крепь, которая будет являться составной частью постоянной крепи.

В отличие от последовательной технологии ствол оборудуется двумя полками: проходческим и вспомогательным. Проходческий полк служит для размещения на нем проходческого оборудования, подвески бурильной и погрузочной машин. Вспомогательный полк предназначен для ведения работ по возведению постоянной крепи. Он располагается на высоте 12-15 метров над проходческим полком.

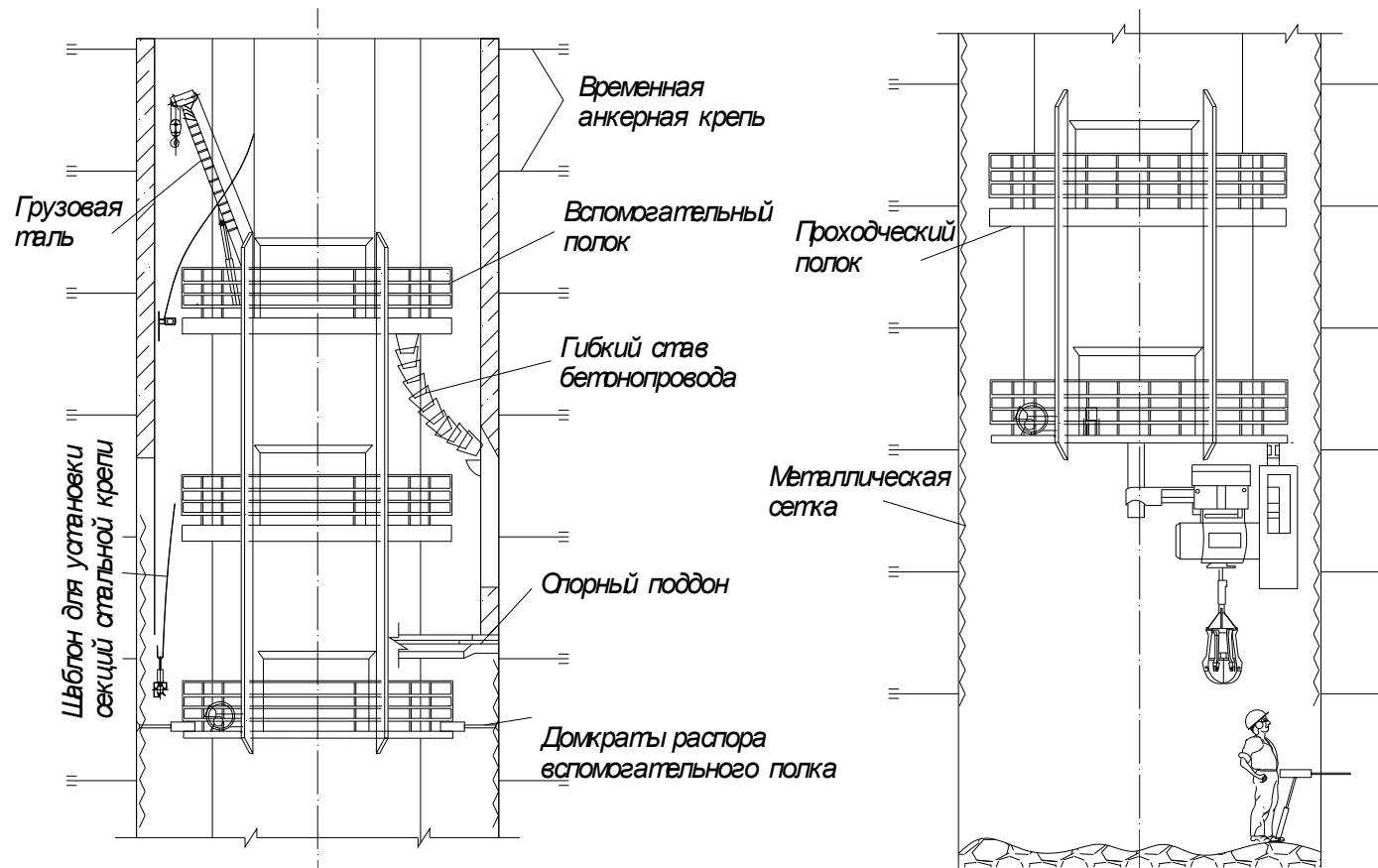
Порядок производства работ в стволе при параллельной технологии (см рис. 2 и 3) следующий.

После погрузки породы и зачистки забоя проходчики бурят комплект шпуров, заряжают их, монтируют взрывную сеть, поднимают проходче-

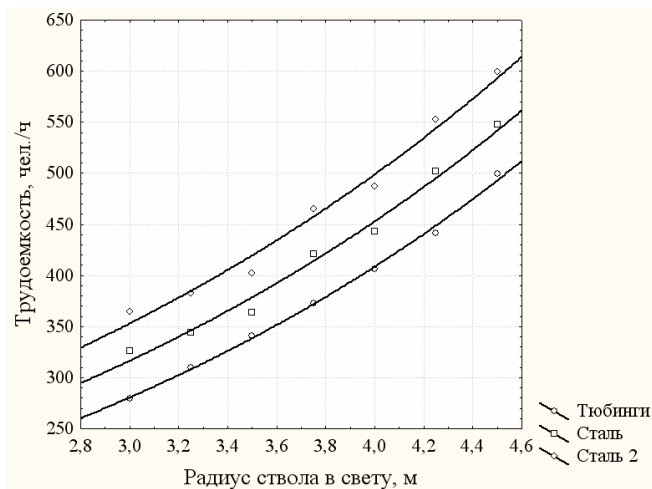
ское оборудование и полки, производят взрывание. Далее, после проветривания, осмотра забоя, спуска проходческого оборудования приступают к погрузке породы первой фазы. После погрузки породы на 1,5-2 м. приступают к возведению временной крепи. При установке анкеров с помощью ручных перфораторов бурят шпуры в породных стенках ствола, устанавливают анкера, навешивают металлическую сетку. При креплении набрызгбетоном в 1-2 слоя наносят смесь на породные стенки и приступают к дальнейшей погрузке породы. При необходимости делают в погрузке еще одну остановку для возведения временной крепи.

Далее осуществляют разборку забоя и весь цикл работ повторяется.

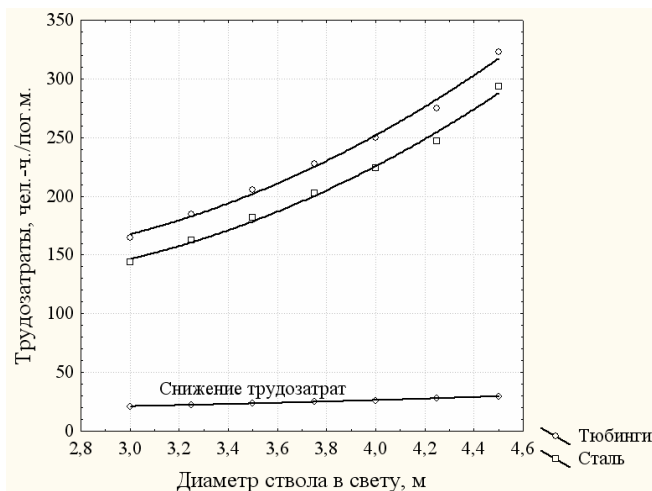
Во время погрузки породы и бурения, когда в забое задействовано 2-4 проходчика, со вспомогательного полка осуществляют наращивание секций стальной обечайки. Важным преимуществом параллельной технологии является возможность использовать стальные сегменты значительных размеров. Для этого вспомогательный полк располагают ниже планируемого края очередной заходки по креплению и распирают домкраты нижнего этажа в породные стенки/временную крепь ствола (см. рис. 3). Очередную секцию крепи с помощью канатов подъемных машин спускают на верхний этаж полка, перецепляют на расположенную там грузовую таль и далее опускают в зазор между полком и постоянной крепью предыдущей заходки в шаблон. Там уже секцию центрируют, выравнивают по отвесу, закрепляют и приступают к сварочным работам. В это время осуществляют спуск и установку в проектное положение следующей



**Рис. 3. Работы в стволе при креплении по параллельной технологии**



**Рис. 4. Сравнение трудозатрат при креплении стволов чугунно-бетонной, сталебетонной и трехслойной сталебетонной крепью**



**Рис. 5. Снижение затрат труда за счет уменьшения сечения ствола при переходе от крепления стволов чугунно-бетонной на сталебетонную крепь**

секции. После наращивания става на 10-15 м. устанавливают опорный поддон, выполняют пикотаж, полук поднимают до уровня отверстий, оставленных для ведения бетонирования, и осуществляют укладку смеси. Выполненный расчет показал, что использование параллельной техноло-

гии по сравнению с совмещенной позволяет на треть увеличить скорость строительства (с 60 м/мес. до 80 м/мес.), интенсифицировать проходческие процессы за счет разнесения работ на две площадки и возможности увеличивать количество рабочих без потери эффективности их труда.

На рис. 4 в виде графика представлены результаты сравнения трудозатрат при возведении чугунно-бетонной, сталебетонной, сталебетонной трехслойной крепи в зависимости от диаметра строящегося ствола.

Как видно из рис. 4 наиболее трудозатратным является возведение трехслойной сталебетонной крепи, за счет необходимости вести работы по установке секций крепи в проектное положение и сварке дважды, для внешней и внутренней стальных оболочек.

При переходе от чугунно-бетонной крепи к сталебетонной, даже при той же толщине слоя бетона, диаметр ствола в черне сокращается. Это связано с тем, что тюбинг имеет внутренние ребра, и при толщине стенки 30 мм общее увеличение радиуса ствола достигает 230 мм. Уменьшение площади ствола в проходке ведет к снижению объемов бурения шпуров, погрузки и выдачи на поверхность породы, объемов


крепления. Расчетное снижение трудоемкости работ, приведенных к погонному метру готового ствола показаны на рис. 5.

Крепление стволов комбинированной сталебетонной крепью с регулируемым режимом работы является трудоемким процессом и приводит к

увеличению сроков строительства. Данный недостаток может быть частично устранен переходом от совмещенной к параллельной технологии крепления. Как показали выполненные расчеты, такое решение позволяет на треть увеличить скорость проходки и довести ее до требований нормативов.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников С.А. Состояние и перспективы строительства вертикальных стволов в Российской Федерации // Перспективы развития Восточного Донбасса. Часть 1: сб. науч. тр. / Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2008. – С. 174 – 191
2. Малевич Н.А. Комплексы оборудования для проходки и бурения вертикальных стволов. Госгортехиздат, 1960. 251 с.
3. Кравченко Г. И. Облегченные крепи вертикальных выработок. – М.: Недра, 1974. – 208 с. 

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Масленников Станислав Александрович* — кандидат технических наук, доцент, MaslennikovSA@mail.ru,  
*Галенко Андрей Анатольевич* — кандидат технических наук, доцент,  
*Шинкарь Денис Игоревич* — аспирант,  
*Михалко Иван Васильевич* — студент,  
*Беляков Евгений Станиславович* — студент,  
Шахтинский институт (филиал) Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт).



---

#### РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

#### **РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ВСКРЫТИЯ, ПОДГОТОВКИ И ОБРАБОТКИ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ЗАЛЕГАЮЩИХ В ВИДЕ БРАХИСИНКЛИНАЛЕЙ**

(№ 933/01-13 от 26.10.12, 14 с.)

*Мельник Владимир Васильевич* — доктор технических наук, заведующий кафедрой,  
*Хуцишвили Гурам Алексеевич* — аспирант,  
*Лунев Сергей Александрович* — аспирант,  
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru

#### **THE DEVELOPMENT OF THE VARIANTS OF TECHNOLOGICAL SCHEMES OF OPENING, THE PREPARATION AND HANDLING OF COAL LAYERS LYING IN THE FORM OF BRACHISINCLINALES**

*Melnik Vladimir Vasilievich, Khutsishvili Alexander Alekseevich,  
Lunev Sergey Alexandrovich*