

# Исследование устойчивости подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью, оказавшихся в сложных аварийных ситуациях при отработке угольных пластов на шахтах Кузбасса

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-11-13-18>

Проведенными исследованиями установлены характерные виды деформации выработок, анкерной крепи. Предложены методы определения параметров крепи для ремонта и восстановления выработок после взрывов и затопления выработок.

**Ключевые слова:** горные выработки, сталеполимерная анкерная крепь, параметры, вывалы, купола, скрепляющие составы.

**Для цитирования:** Исследование устойчивости подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью, оказавшихся в сложных аварийных ситуациях при отработке угольных пластов на шахтах Кузбасса / Е.А. Разумов, В.Г. Венгер, С.И. Калинин и др. // Уголь. 2021. № 11. С. 13-18. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-11-13-18.

## ВВЕДЕНИЕ

В статье рассматриваются вопросы исследования устойчивости горных выработок, закрепленных анкерной крепью на угольных шахтах Кузбасса, оценка основных факторов, влияющих на устойчивость выработок. Были обследованы горные выработки на шахте «Распадская», попавшие в зону взрывов с последующим их длительным затоплением, на шахте «Юбилейная», на шахтах «Сибиргинская», «Талдинская-Западная-2», обследовались выработки, находящиеся в зоне влияния массовых взрывов ВВ на разрезах «Сибиргинский» и «Заречный», а также выработки со сроком службы, значительно превышающим пять лет, на шахте им. В.И. Ленина.

При исследовании производилась оценка влияния осложняющих факторов на устойчивость подготовительных выработок и состояние анкерной крепи. Обследование выработок производилось по методике, разработанной и согласованной с органами Госгортехнадзора России [1, 2, 3, 4, 5, 6]. По результатам исследований произведена оценка влияния срока службы выработок на их состояние, взрывов в выработках, длительного затопления выработок водой, массовых взрывов на открытых горных работах.

## РАЗУМОВ Е.А.

Директор СФ АО «ВНИМИ»,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

## ВЕНГЕР В.Г.

Заместитель директора СФ АО «ВНИМИ»,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

## КАЛИНИН С.И.

Доктор техн. наук,  
заместитель директора СФ АО «ВНИМИ»  
по перспективному развитию,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

## ЗЕЛЯЕВА Е.А.

Руководитель НИЦ «ГТБ»  
филиала КузГТУ в г. Прокопьевске,  
653033, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: kuzstu@rambler.ru

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ВЫРАБОТОК НА ИХ СОСТОЯНИЕ

В условиях шахты им. В.И. Ленина проведены исследования влияния срока службы выработок на состояние выработок и состояние анкерной крепи. Срок службы выработок составлял от 7 до 18 лет и более. Выработки были закреплены распорной анкерной крепью ШК-1М с перетяжкой кровли и боков решетчатой затяжкой, усиление было выполнено сталеполимерными анкерами А20В. На рис. 1 представлен характер обрушения пород кровли и угля в боках в уклоне пласта III.

По результатам исследований установлено следующее:

- основным видом деформации выработок при длительном сроке их эксплуатации является расслоение пород кровли, отслоение и скапливание пород на решетчатой затяжке или сетчатой затяжке;
- прогиб подхватов и решетчатой затяжки до 0,15-0,25 м;
- полная потеря несущей способности затяжки из-за коррозионного износа металлической сетки, при этом отслоившиеся породы высыпаются в выработку;
- при высыпании пород кровли и сползании угля в боках выработки на отдельных выработках развиваются купола. Высота куполов в среднем составляет 0,25В, где В – ширина выработки. Максимальные значения высоты куполов составляет около 2,7 м. Установлено, что породы выше купола находятся в предельном напряженном состоянии.

Процесс формирования куполов является длительным. Предельное состояние пород в выработке формируется на удалении от контура выработки 2-2,7 м. На этой высоте сохраняется длительное устойчивое состояние пород кровли. Доля деформированных участков в выработках и их длина пропорциональны сроку службы выработки, в выработках со сроком службы более пяти лет они значительно больше, чем в выработках со сроком службы менее пяти лет. Установлено, что при длительном сроке службы заметно проявляется ползучесть пород. По данным геологической службы шахты им. В.И. Ленина, коэффициент ползучести для пород пласта III составляет около 0,64. Коэффициент ползучести оказывает непосредственное влияние на устойчивость пород кровли. Устойчивость пород кровли в этом случае рекомендуется определять по формуле:

$$K_y = K_n \cdot K_c \cdot K_{п} \quad (1)$$

где  $K_n$  – коэффициент нарушенности пород кровли;  $K_c$  – коэффициент слоистости пород;  $K_{п}$  – коэффициент ползучести пород.

При высоте расслоения пород, равной 0,5-0,6 м, фактическое усилие закрепления анкеров становится недостаточным, несущая способность анкеров снижается до 33-37 кН, требуется производить усиление крепи.

Исследованиями установлено, что в выработках происходят следующие характерные геомеханические процессы:

- сплошное сводообразование с обрушениями и вывалами пород;
- локальные вывалы и купола на ослабленных участках;
- деформирование пород массива с нарушением сплошности.

В этом случае также формируются вывалы и купола. Установлено, что при больших глубинах работ наблюдается пучение почвы. Исследования показывают, что пучение почвы в выработках особенно часто проявляется при слабых породах почвы и работах на большой глубине.

Исследованиями подтверждено, что для оценки склонности пород почвы к пучению может использоваться формула:

$$K_{п} = \frac{K_k \cdot \gamma \cdot H}{\sigma_{сж.п} \cdot 100} \quad (2)$$

где  $K_{п}$  – коэффициент напряжений в почве. При  $K_{п} \geq 0,5$  – почва склонна к пучению;  $K_k$  – коэффициент концентрации напряжений в зоне опорного давления от очистных работ;  $\gamma$  – объемный вес пород, т/м<sup>3</sup>;  $H$  – глубина горных работ, м;  $\sigma_{сж.п}$  – сопротивление пород почвы на сжатие, т/м<sup>2</sup>. Для «ложной» почвы  $K_{п} > 0,5$ .

Проводились измерения высоты деформирования пород в кровле выработок и сравнивались с расчетными значениями. По расчетам определялась высота свода обрушения. Расчетная схема представлена на рис. 2. Расчеты производились с использованием методов теории вероятностей [7].

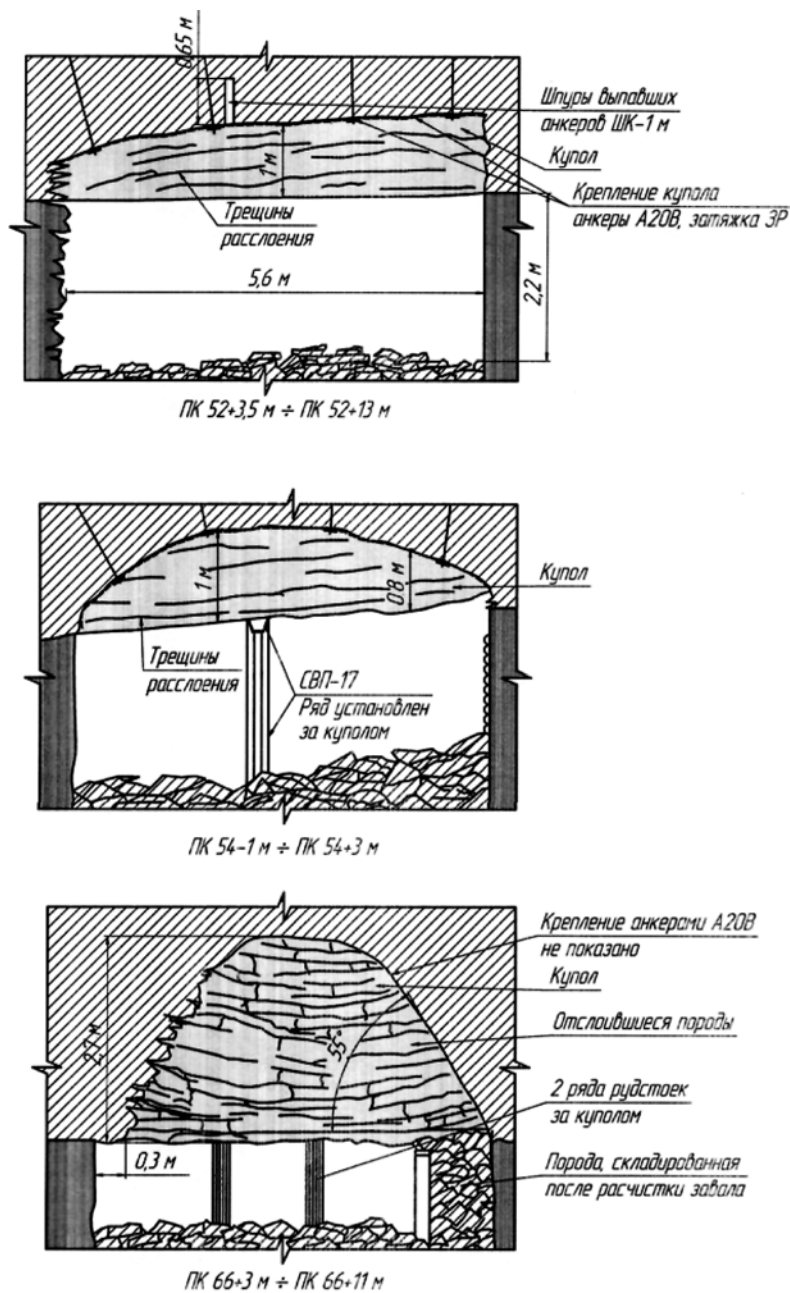


Рис. 1. Характер обрушения кровли с образованием куполов в центральном вентиляционном уклоне пласта III

На рис. 3 приведены кривые распределения вероятности высоты свода разрушения пород, построенные расчетом и по результатам измерений.

Из кривых распределений следует, что разница в значениях высоты свода незначительная, что позволяет производить определение ожидаемой высоты свода расчетами. В боках выработок ширину призмы сползания угля рекомендуется определять, используя метод проф. П.М. Цимбаревича [8]. Расчет ширины зон неупругих деформаций также рекомендуется определять по методу проф. П.М. Цимбаревича.

Проведенные исследования показывают, что срок службы выработок, закрепленных анкерной сталеполимерной крепью, представляется возможным продлить на период более пяти лет с обязательными ежегодными обследованиями выработок и крепи по специальной утвержденной методике.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ В ШАХТЕ

Оценка влияния взрывов в шахте с последующим затоплением выработок производилась в условиях шахты «Распадская». Под влиянием взрыва в шахте оказались выработки пластов 3-3, 7-7а, 9, 10. Обследование выработок и состояния анкерной крепи производилось после откачки воды и проветривания выработок. Обследование производилось комиссионно по специально утвержденной методике. Было обследовано 73 выработки, по результатам обследования подготовлены акты по состоянию выработок и анкерной крепи [3].

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы: в выработках, попавших в зону пожара и затопления, процессы развития деформаций пород и угля являются схожими с деформациями пород в выработках, не попадающих в зону влияния взрывов, пожара и затопления.

Отличие состоит в том, что размеры деформаций являются больше размеров, наблюдаемых в выработках, где не было взрывов. Характерными геомеханическими процессами в данных выработках являются:

- локальное вывалообразование;
- сплошное сводообразование с обрушениями, вывалами и куполами;
- деформации с интенсивным расслоением пород;
- деформации пород в виде крупных блоков;
- сползание угля в боках выработок широкими и высокими призмами.

Породы «ложной» кровли, малоустойчивые слои непосредственной кровли мощностью 0,3-0,8 м смещаются, деформируют сетчатую затяжку, подхваты, шайбы анкерной крепи, появляются так называемые «гаммаки» с накоплением пород и последующими их вывалами в выработку. Расслоение пород происходит интенсивно, включаются в обрушение породы непосредственной кровли.

В выработках происходят два процесса: первоначально происходят расслоение и обрушение нижних слоев непосредственной кровли, затем начинается процесс расслоения, в обрушение включаются верхние слои непосредственной кровли с образованием длинных и высоких куполов. На отдельных участках наблюдается пучение почвы. Бока в выработках обрушаются в пределах зон неупругих деформаций. Существенное влияние оказывает

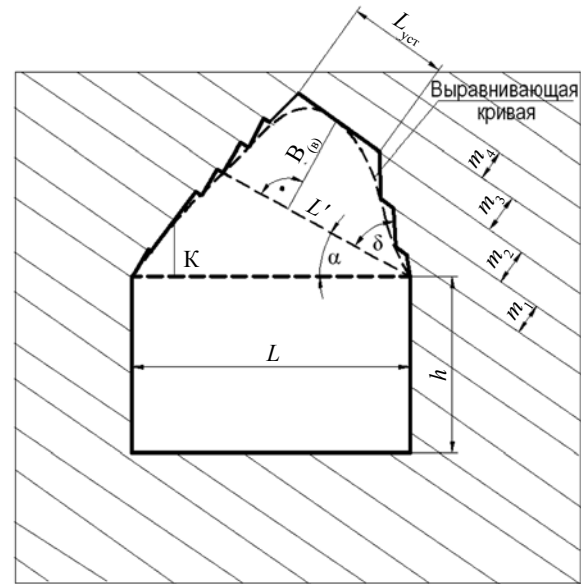


Рис. 2. Форма и размеры вывала пород в куполе над выработкой при слоистой кровле:  $L$  – пролет выработки;  $L_{уст}$  – устойчивый пролет вывала в кровле;  $\delta$  – угол наклона линии облома слоев опор (60-70 град.);  $\alpha$  – угол залегания породных слоев;  $B_{(в)}$  – высота вывала;  $h$  – высота выработки;  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – мощность слоев пород в кровле;  $L'$  – основание вывала;  $K$  – количество слоев от контура выработки до основания вывала  $K = \sum m_i$

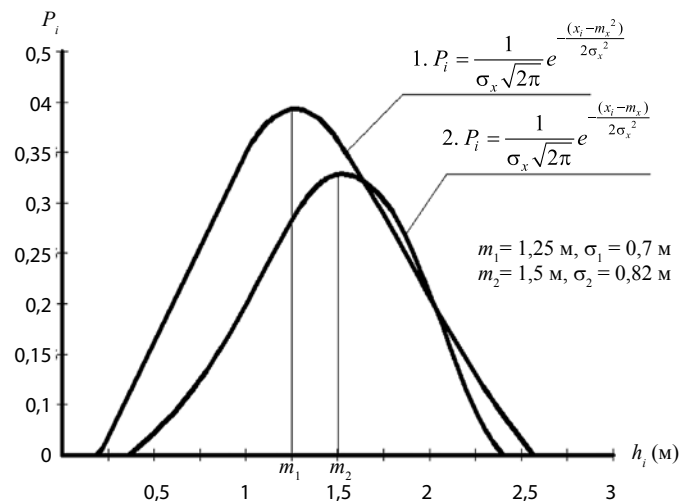


Рис. 3. График распределения вероятности высоты свода разрушения пород кровли в выработках: 1 – теоретический расчет высоты свода разрушения; 2 – кривая вероятности высоты расслоения пород в кровле выработок по факту

влажность пород. Влияние влажности пород проявляется в двух видах деформаций: в снижении прочности пород и в набухании пород.

В выработках, оказавшихся в зоне затопления, чаще наблюдаются случаи пучения почв. Факторами, дополнительно влияющими на пучение почв, являются повышенная глубина участков выработки от земной поверхности и «набухание» пород в процессе затопления выработок.

Проведенные исследования в выработках после их затопления подтвердили ранее сделанный вывод о том, что

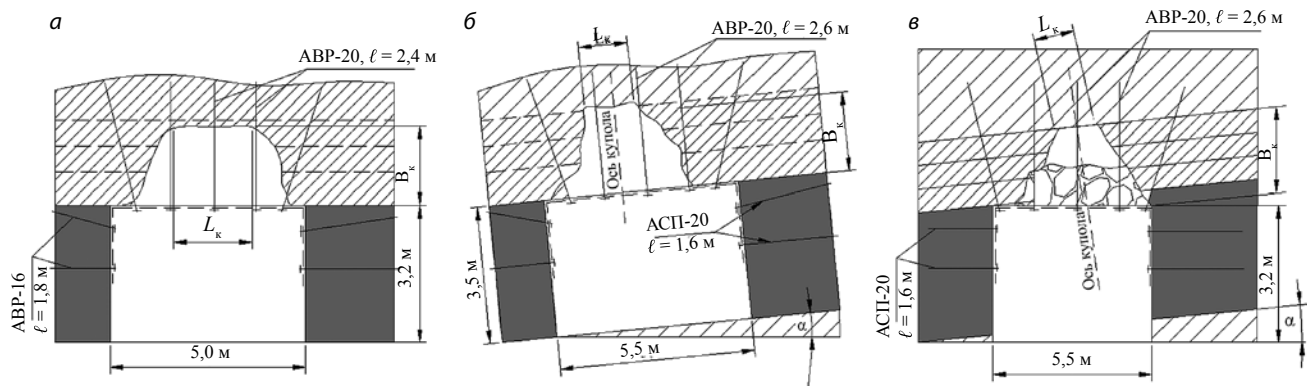


Рис. 4. Типы наблюдаемых куполов в кровле выработок пласта 9, 10:  
 а – непосредственная кровля – крупнослоистый алевролит; б – участок с послойной трещиноватостью алевролитов непосредственной кровли; в – непосредственная кровля – мелкослоистый алевролит

развитие трещин в породах не выходит за пределы сформированного свода давления. Направление формирования свода в кровле выработки происходит перпендикулярно к системе слоевых трещин. Основание свода может быть принято в виде параболы, ширина основания больше ширины выработки. Развитию куполов в кровле способствуют вывалы угля в боках выработок.

Недостаточные длина анкеров и плотность установки анкеров в боках способствуют деформации пород кровли. Характерные типы наблюдаемых куполов в выработках после затопления приведены на рис. 4.

В периоды сплошного сводообразования прочность пород в зоне предельного равновесия характеризуется формирующимися куполами по схеме, приведенной на рис. 4. Основными параметрами купола при этом являются:  $L$  – пролет выработки, м (см. рис. 2);  $L_{уст}$  – устойчивый пролет вывала в кровлю, м;  $\delta$  – угол наклона линии опор облома слоев кровли (угол составляет 60-70°);  $\alpha$  – угол залегания слоев пород кровли;  $B_{(в)}$  – высота вывала, м;  $h$  – высота выработки, м;  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – мощность слоев пород кровли;  $L'$  – основание вывала, м;  $K$  – количество слоев пород от контура выработки до основания купола,  $K = \sum m_i$ ;  $\beta$  – угол наклона высоты купола к послойным трещинам,  $\beta = 90^\circ$ .

Ожидаемые геометрические параметры купола определяются по параметрам свода обрушения пород.

Высота вывала принимается равной высоте свода обрушения:

$$B_{(с)} = L / 2f \cdot K_c, \quad (3)$$

где  $L$  – пролет выработки, м;  $f$  – коэффициент крепости пород;  $K_c$  – коэффициент структурного ослабления пород, для трещиноватых и увлажненных пород принимается равным 0,6-0,5.

При отжиме угля в боках выработки высота свода определяется по формуле:

$$B_{(с)}^1 = \frac{a + h \cdot \text{tg}(90^\circ - \varphi)}{f \cdot K_c}, \quad (4)$$

где  $\varphi$  – угол внутреннего трения угля, принимается равным 35-37° (для пород – 27-32°).

Длина анкеров для крепления купола определяется по высоте купола:

$$\ell_a = B_{(с)}^1 + h_3 + h_n, \quad (5)$$

где  $h_3$  – высота заглибления анкера за свод купола, принимается равной 0,4-0,6 м;  $h_n$  – часть анкера, выступающая наружу, принимается равной 0,1-0,15 м.

Так как свод давления в кровле описывается квадратической параболой, ожидаемое давление пород в своде определяется по формуле:

$$P = \frac{3}{4} \cdot a \cdot B_{(с)}^1 \cdot \gamma, \quad \text{т/м}, \quad (6)$$

где  $B_{(с)}^1$  – высота свода, м;  $\gamma$  – объемный вес пород, т/м<sup>3</sup>;  $a$  – половина основания свода, м,

$$a = 0,5 \cdot B_{(с)}^1. \quad (7)$$

Удельное давление в своде составляет:

$$P_{уд} = \frac{P}{L}, \quad \text{т/м}^2, \quad (8)$$

где  $L$  – пролет выработки, м.

Давление, действующее в боках выработки, предлагается определять по формуле проф. П.М. Цимбаревича [8]:

$$P_6 = \frac{\gamma_6 \cdot h}{2} \cdot (2h_0 + h) \cdot \text{tg}^2 \left( \frac{90^\circ - \varphi_6}{2} \right), \quad \text{т/м}, \quad (9)$$

где  $h$  – высота выработки, м;  $\gamma_6$  – среднее значение объемного веса пород в боках, т/м<sup>3</sup>;  $\varphi_6$  – угол внутреннего трения пород в боках, градус;  $h_0$  – высота свода давления, приведенная к объемному весу боковых пород:

$$h_0 = B_{(св)}^1 \cdot \frac{\gamma_k}{\gamma_6}, \quad (10)$$

где  $\gamma_k$  – объемный вес пород кровли, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma_6$  – объемный вес пород в боках выработки, т/м<sup>3</sup>;  $B_{(св)}^1$  – максимальная высота свода, м.

Удельное давление, действующее в боках выработки, составит:

$$P_{6,уд} = \frac{P_6}{h}, \quad \text{т/м}^2. \quad (11)$$

Длина анкера в боках выработки определяется по ширине призмы сползания:

$$\ell_6 = C + \ell_3 + \ell_n, \quad (12)$$

где  $C$  – ширина призмы сползания, м;  $\ell_3$  – заглубление анкера за плоскость сползания пород, принимается не менее 0,3 м;  $\ell_n$  – наружная часть анкера, принимается 0,1 м.

Для куполов, формирующихся по схеме, представленной на рис. 2, параметры крепления выработки рекомендуется определять следующим образом. Предлагается использовать устойчивый пролет вывала в куполе. Устойчивый пролет вывала в куполе при углах залегания пласта до  $20^\circ$  определяется по формуле:

$$L_{уст} = L - 2B_{(в)} \cdot C \operatorname{tg} \delta, \quad (13)$$

$$\text{где } B_{(в)} = \frac{L}{2f \cdot K}; \quad (14)$$

$$L_{уст} = L^1 - 2B_{(в)} \cdot C \operatorname{tg} \delta, \quad (15)$$

где  $L^1$  – основание вывала, м;

$$L^1 = \frac{\sum m_i}{\sin \alpha} = \frac{K}{\sin(\alpha)}. \quad (16)$$

При расчете параметров крепления куполов требуется учитывать угол залегания пласта и направление формирования купола в породах кровли.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ ВОДОЙ ВЫРАБОТОК НА ИХ СОСТОЯНИЕ

По результатам обследования горных выработок после откачки воды было установлено, что при затоплении выработок водой и увлажнении пород происходит декомпрессионное расширение породного массива, при этом массив способен воспринимать внешние нагрузки без разрушения благодаря способности деформироваться при изменении напряженного состояния. Напряженное состояние влагонасыщенных пород снижается, влагонасыщенный массив снижает прочностные свойства пород.

При проведении и эксплуатации горных выработок происходит дренирование вод, осушение пород с образованием пор, трещин, пустот. При затоплении пород происходит заполнение трещин и пустых пор водой. Это приводит к расширению пород и их уплотнению. Однако проведенные исследования показывают, что прочностные свойства пород снижаются. Указанное влияние воды на породный массив подтверждается работами М.А. Кутеповой, [9]. В выработках после их затопления и откачки воды чаще наблюдаются случаи пучения почвы.

В пучении участвуют в основном породы непосредственной почвы. Основной причиной в данном случае является снижение прочности пород в почве пласта. Подтверждено, что пучение почвы происходит только тогда, когда наблюдается резкая разница в механических характеристиках пород почвы и кровли.

Если прочностные свойства пород в почве меньше, чем прочностные свойства пород кровли, процесс пучения почвы является обязательным. Считается, что почва пласта «дышит», то сжимается, то расширяется: сжимают почву глубина –  $\gamma H$  и действующее горное давление –  $K\gamma H$ . Глубина сжатия небольшая – происходит влияние закона рассеивания напряжений в массиве. Позади очистного забоя напряжения в почве снижаются. Породы почвы начинают расширяться, это происходит за счет восстановления породой своих упругих свойств.

Выше уже указывалось, что пучение почв особенно активно происходит при проходке выработок по породам, содержащим глинистые компоненты. Подтверждено, что процесс пучения пород определяется рядом факторов:

- типом пород, залегающих в почве. При залегании прочных песчаников пучения не наблюдаются;
- на пучение почв оказывает влияние обводненность горных выработок. Выше уже отмечалось, что влияние влаги на процесс пучения почвы проявляется в двух видах: в одном случае влажность снижает прочность пород, в другом случае действуют процесс набухания пород и увеличение объема пород.

Увеличение объема пород при набухании зависит от коэффициента набухания. Некоторые породы при их полном насыщении теряют свою прочность в 2-3 раза. Набухание пород характеризуется коэффициентом набухания –  $K_{нб}$ . Для углистых и сланцевых глин коэффициент набухания достигает 15%.

Уменьшение прочности пород при водонасыщении оценивается коэффициентом размокаемости  $\eta_p$  [8], величина которого может приниматься для аргиллитов, алевролитов в пределах 0,8.

Коэффициент размокаемости определяется отношением:

$$\eta_p = \frac{\sigma_{сж.н}}{\sigma_{сж.о}} \leq 1, \quad (17)$$

где  $\eta_p$  – коэффициент прочности пород после насыщения водой;  $\sigma_{сж.о}$  – сопротивление прочности пород на сжатие до насыщения водой, МПа;  $\sigma_{сж.н}$  – сопротивление прочности пород после насыщения пород выработок водой, МПа.

### ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при затоплении выработок и насыщении пород водой происходит процесс декомпрессионного расширения породного массива, при этом массив способен воспринимать внешние нагрузки без разрушения благодаря способности деформироваться при изменении напряженного состояния. Напряженное состояние влагонасыщенных пород снижается, массив снижает прочностные свойства.

2. Влияние влаги на процесс пучения пород почвы проявляется в двух видах:

- в одном случае влажность снижает прочность пород;
- в другом случае действует процесс набухания пород и увеличения объема пород.

3. Установлено, что развитие трещин в породах кровли не выходит за пределы сформировавшегося свода. Направление формирования купола в породах кровли выработок происходит в направлении, перпендикулярном к системе слоевых трещин, основание свода может быть принято в виде параболы.

4. Установлено, что развитию куполов в кровле выработок способствуют вывалы угля в боках выработок и деформация угля в боках. Подтверждено, что в периоды сплошного сводообразования прочность пород в зоне максимальной высоты купола представляет предельную прочность пород.

### Список литературы

1. Методика обследования и оценки состояния подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью и

работоспособности анкерной крепи по истечении пяти лет эксплуатации выработок. Прокопьевск: КузГТУ, 2007. 11 с.

2. Методика обследования и оценки состояния, ранее пройденных и закрепленных анкерной крепью горных выработок, подвергшихся воздействию взрывной волны, температуры и затоплению, с учетом их фактических параметров и возведенного крепления в условиях ОАО «Распадская». Прокопьевск, 2012.

3. Проект по усилению (ремонту, перекрепке) крепления ранее пройденных и закрепленных анкерной крепью горных выработок, подвергшихся воздействию взрывной волны, температуры и затоплению, с учетом их фактических параметров и возведенного крепления в условиях ОАО «Распадская». Прокопьевск: НИ ПКП – «УТК» КузГТУ, филиал в г. Прокопьевске, 2014. 253 с.

4. Оценка сейсмического воздействия массовых взрывов разреза «Заречный» на подземные горные выработки шахты «Талдинская-Западная-2» ОАО «СУЭК-Кузбасс» (Отчет по научно-исследовательской работе. Этап II). Про-

копьевск: НИ ПКП – «УТК» КузГТУ, филиал в г. Прокопьевске, 2013. 106 с.

5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам, Л.: ВНИМИ, 1981. 119 с.

6. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах. Зарегистрирована в Минюсте России 19.02.2014. № 31354.

7. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. 576 с.

8. Механика горных пород и устойчивость выработок шахт Кузбасса. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1973. 348 с.

9. Кутепова Н.А. Инженерно-геологическое обоснование прогноза гидрогеомеханических процессов при ведении горных работ: автореф. дис. ... доктора техн. наук: Специальность 25.00.16: Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр / Институт им. Г.В. Плеханова. СПб., 2010. 39 с.

#### Original Paper

UDC 622.268.13:622.284.74:622.012.2(571.17) © © E.A. Razumov, V.G. Venger, S.I. Kalinin, E.A. Zelyaeva, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 11, pp. 13-18  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-11-13-18>

#### Title

**STUDY OF THE STABILITY OF PREPARATORY WORKINGS SECURED WITH ANCHORAGE, THOSE WHO FIND THEMSELVES IN DIFFICULT EMERGENCY SITUATIONS WHEN WORKING OUT COAL SEAMS AT THE MINES OF KUZBASS**

#### Authors

Razumov E.A.<sup>1</sup>, Venger V.G.<sup>1</sup>, Kalinin S.I.<sup>1</sup>, Zelyaeva E.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Siberian branch of "VNIMI" JSC, Prokopyevsk, 653004, Russian Federation

<sup>2</sup> KuzSTU branch in Prokopyevsk, Prokopyevsk, 653033, Russian Federation

#### Authors Information

**Razumov E.A.**, Director, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

**Venger V.G.**, Deputy Director, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

**Kalinin S.I.**, Doctor of Engineering Sciences, Deputy Director

for Prospective development, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

**Zelyaeva E.A.**, Head of SIC "GTB", e-mail: [kuzstu@rambler.ru](mailto:kuzstu@rambler.ru)

#### Abstract

The conducted studies have established the characteristic types of deformation of workings, anchorage. Methods for determining the parameters of the support for the repair and restoration of workings after explosions and flooding of workings are proposed.

#### Keywords

Mine workings, Steel-polymer anchorage, Parameters, Tumblings, Domes, Bonding compositions.

#### References

1. Methodology for inspection and assessment of the development drift condition supported with rock bolts and the performance of rock bolts after five years of mine operation. Prokopyevsk, KuzSTU, 2007, 11 p. (In Russ.).
2. Methodology for inspection and assessment of the previously excavated and rock bolted mine workings exposed to blast, temperature and flooding impacts with account of their actual parameters and installed support in conditions of the "Raspadsкая" JSC. Prokopyevsk, 2012. (In Russ.).
3. A project to reinforce (repair, re-bolt) the previously excavated and rock bolted mine workings exposed to blast, temperature and flooding impacts with account of their actual parameters and installed support in conditions of the "Raspadsкая" JSC. Prokopyevsk, NI PKP – UTK KuzSTU, Prokopyevsk Branch, 2014, 253 p. (In Russ.).

4. Assessment of seismic impact from large-scale blasts at "Zarechny" strip mine on underground mine workings of the "Taldinskaya-Zapadnaya-2" mine, "SUEK-Kuzbass" JSC (Report on research work. Phase II). Prokopyevsk, NI PKP – UTK KuzSTU, Prokopyevsk Branch, 2013, 106 p. (In Russ.).

5. Guidelines for safe mining operations in mines producing from coal seams prone to rock bursts. Leningrad, VNIMI Publ., 1981, 119 p. (In Russ.).

6. Guidelines for calculation and application of bolt support in coal mines. Registered with the RF Ministry of Justice on 19.02.2014, No. 31354. (In Russ.).

7. Ventsel E.S. Theory of probability. Moscow, Nauka Publ., 1969, 576 p. (In Russ.).

8. Rock mechanics and stability of underground workings in Kuzbass mines. Kemerovo, Kemerovo Book Publishing House, 1973, 348 p. (In Russ.).

9. Kuteпова N.A. Engineering and geological justification of forecasting hydrogeomechanical processes during mining operations. Dr. eng. sci. diss., specialist field – 25.00.16: Mining and oil and gas geology, geophysics, mine surveying and subsurface geometry / St. Petersburg State Mining Institute (Technical University) named after G.V. Plekhanov. St. Petersburg, 2010, 39 p. (In Russ.).

#### For citation

Razumov E.A., Venger V.G., Kalinin S.I. & Zelyaeva E.A. Study of the stability of preparatory workings secured with anchorage, those who find themselves in difficult emergency situations when working out coal seams at the mines of Kuzbass. *Ugol'*, 2021, (11), pp. 13-18. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-11-13-18](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-11-13-18).

#### Paper info

Received May 21, 2021

Reviewed September 23, 2021

Accepted October 15, 2021

#### UNDERGROUND MINING