

УДК 622.1:622.831.3

Ю.М. Халимендик, д-р техн. наук, проф.,  
 А.В. Бруй, канд. техн. наук,  
 Е.В. Сарвас, А.М. Винник

Государственное высшее учебное заведение „Национальный  
 горный университет“, г. Днепропетровск, Украина,  
 halimendik\_u@nmu.org.ua

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ КОНВЕРГЕНЦИИ В ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ ПОСЛЕ ПРОХОДА ЛАВЫ ВЫРАБОТКАХ

Yu.M. Khalimendik, Dr. Sc. (Tech.), Professor,  
 A.V. Bruy Cand. Sc. (Tech.),  
 Ye.V. Sarvas, A.M. Vinnik

State Higher Educational Institution “National Mining University”,  
 Dnipropetrovsk, Ukraine,  
 halimendik\_u@nmu.org.ua

## RESEARCH OF DEVELOPMENT PROCESS OF CONVERGENCE IN MINE WORKINGS SUPPORTED AFTER LONGWALL PASSAGE

Приведены результаты наблюдений за проявлением горного давления в 157-ом и 161-ом сборных штреках шахты „Степная“ ОАО „Павлоградуголь“. Описана методика наблюдений и приведена схема наблюдательной станции. Выполнена математическая обработка результатов измерений с разделением вертикальной конвергенции на составляющие. Построены графики развития конвергенции при движении очистного забоя.

**Ключевые слова:** *подготовительные выработки, лава, конвергенция, опускание кровли, поднятие почвы, замерные сечения*

В связи с интенсификацией горных работ, особое значение приобретает вопрос проветривания выработок. Наиболее оптимальная схема проветривания – прямая. Необходимость отвода газо-воздушной смеси по подготовительным выработкам отработываемой лавы приводит к актуальности процесса поддержания подготовительных выработок после прохода лавы [3].

Вследствие конвергенции уменьшается поперечное сечение выработки. Сохранить параметры выработки, удовлетворяющие требованиям по газовому фактору, возможно за счет научно обоснованных способов поддержания этой выработки. Своевременно проведенные мероприятия по повышению устойчивости крепи выработки возможны на основе закономерностей проявления горного давления при отработке лавы.

Процесс конвергенции в подготовительных выработках с различными видами крепи изучался довольно тщательно разными исследователями [1, 2]. Использование на наблюдательных станциях скважинных реперов позволило получить общие закономерности развития деформирования пород на контуре горной выработки [1]. Интенсификация процесса деформирования пород вокруг выработки начинается на расстоянии 20 м от очистного забоя. Возрастание перемещений приконтурных пород происходит после прохода лавы. При отходе лавы на 40 м смещения на контуре выработки в 2–3 раза больше смещений в зоне опорного давления лавы [1]. Получение общих закономерностей основано на значениях расслоений пород вокруг выработки, а фактические значения конвергенции при подвигании очистного забоя не отражены.

Для обоснованного проведения мероприятий по поддержанию выработки необходимо значение верти-

кальной конвергенции разделить на составляющие и определить часть каждой в общем объеме. Подобные исследования для условий Западного Донбасса в научной литературе практически не приводятся, что предопределило цель проведенных наблюдений, а именно – определение степени влияния опускания кровли и поднятия почвы на формирование вертикальной конвергенции впереди и позади работающей лавы.

На прирезной части поля ш. „Степная“ пройдены подготовительные выработки 157-й и 161-й лав. В настоящее время работают обе лавы, выработки крепятся анкерной крепью, 159-й и 163-й сборные штреки поддерживаются для отвода газо-воздушной смеси на дренажный штрек. Подготовительные выработки 159-й и 163-й лав находятся в аналогичных горно-геологических условиях, что расширяет возможности для исследования и решения задач.

Подготовительные выработки 157-й и 161-й лав пройдены с Восточного магистрального откаточного штрека гор. 300 м по падению угольного пласта с<sub>6</sub> на гор. 490 м, средний уклон 4°. Выработки пройдены с подрывкой кровли и почвы пласта.

Угольный пласт с<sub>6</sub><sup>н</sup> – каменный черный кларено-дюреновый, преимущественно простого строения, мощностью 0,85–1,0 м. Непосредственной кровлей являются алевролиты, горизонтально-слоистые слабо-трещиноватые 1–2 тр/м, сцепление слабое. Основной кровлей угольного пласта и выработок являются алевролиты и аргиллиты („среднеобрушаемая“), а также песчаники категории – „труднообрушаемая“. Непосредственная почва пласта представлена аргиллитом комковатым 1,2–2,0 м, трещиноватым (2–4 тр/м). Основной почвой пласта и почвой выработок является песчаник мелкозернистый на кремнисто-глинистом цементе, крепкий, абразивный с прослоями алевролита мощностью 1,2–2,2 м. Из-за отсутствия

сцепления с пластом и выделения воды из него, породы непосредственной почвы размокают и оползают крупными блоками. Аргиллиты и алевролиты в почве склонны к пучению и размоканию.

Для наблюдения за состоянием 159-го и 163-го сборных штреков заложены наблюдательные станции. Наблюдательная станция представляет собой совокупность 5 замерных сечений (рис. 1).

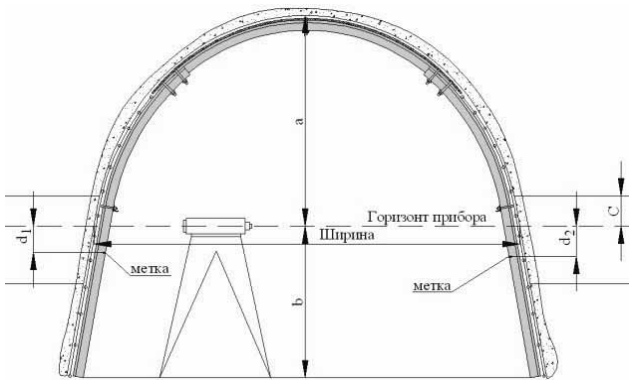


Рис. 1. Схема замеров на наблюдательной станции: *a* – домер до кровли выработки; *b* – домер до почвы выработки; *c* – домер до кровли (почвы) пласта; *d*<sub>1</sub>, *d*<sub>2</sub> – домеры до меток на ножках

Расстояние между сечениями составляет 20 м. В одном замерном сечении измерялись следующие величины: ширина выработки, расстояние от горизонта прибора до почвы и кровли выработки, расстояние от горизонта прибора до меток на стойках крепи, расстояние от горизонта прибора до кровли пласта.

Длины измерялись стальной рулеткой с точностью до 1 см. Отсчеты по полотну рулетки брались с помощью нивелира AL132.

Замерные сечения были привязаны к пикетам, что позволило легко контролировать расстояние до очистного забоя на день выполнения замеров.

Замерные сечения на момент заложения вне зоны влияния очистных забоев. Минимальное расстояние до лавы на 159-м сборном штреке составляло 150 м, на 163-м сборном штреке – 140 м.

Изначально замеры по каждому сечению наблюдательной станции выполнялись с периодичностью 1 раз в неделю. По мере приближения лавы к станции периодичность замеров увеличивалась. При подходе лавы на расстояние 50 м от первого сечения, замеры выполнялись 1 раз в 4 дня.

При выполнении измерений были получены данные, на основании которых построены графики развития конвергенции при подходе и после отхода лавы (рис. 2). Привязка к плоскости пласта и измерение домеров до кровли и почвы выработки позволило разделить вертикальную конвергенцию выработки на опускание кровли и поднятие почвы.

Полученные результаты величин поднятия почвы свидетельствуют о том, что интенсификация пучения начинается с расстояния 180 м впереди движущегося забоя и постепенно возрастает. Замедление процесса деформирования наблюдается на расстоянии 70–80 м после прохода лавы. Далее величина конвергенции постепенно уменьшается до фонового значения. Иначе ведет себя вторая составляющая вертикальной конвергенции – опускание кровли.

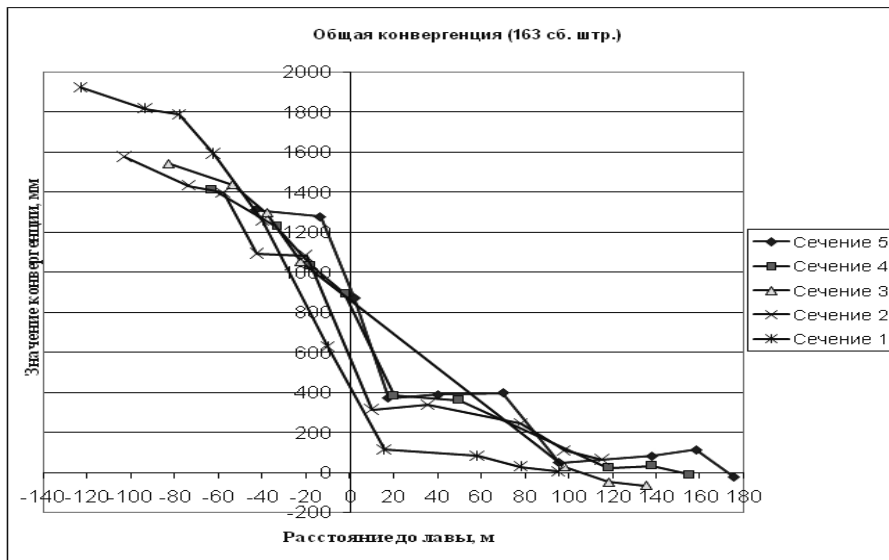


Рис. 2. Общая вертикальная конвергенция 163 сборного штрека

Впереди движущейся лавы на расстоянии до 10 м существенных опусканий кровли не наблюдается. Начиная с 10 м перед движущимся очистным забоем и после его прохода, процессы посадки кровли активизируются, что хорошо заметно на рис. 3, 5. Это свидетельствует о

недостаточных мерах по усилению крепи, предотвращающих опускание кровли после прохода лавы.

Таким образом, полученные закономерности развития вертикальной конвергенции позволяют своевременно проводить необходимые мероприятия по

борьбе с пучением и опусканием кровли, совместное действие которых приведет к сохранению поддержи-

ваемой выработкой необходимого сечения для отвода газо-воздушной смеси.

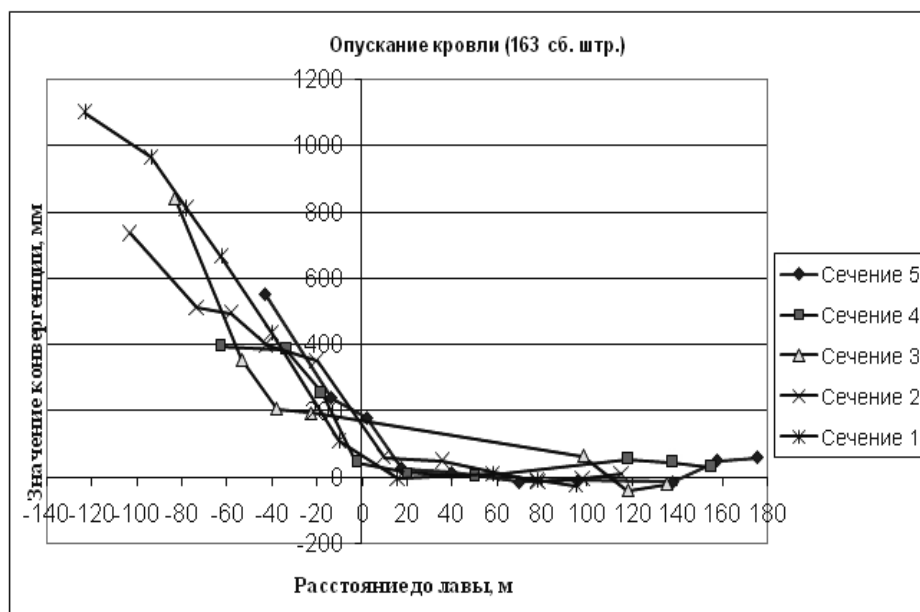


Рис.3. Вертикальная конвергенция за счет опускания кровли по 163 сборному штреку

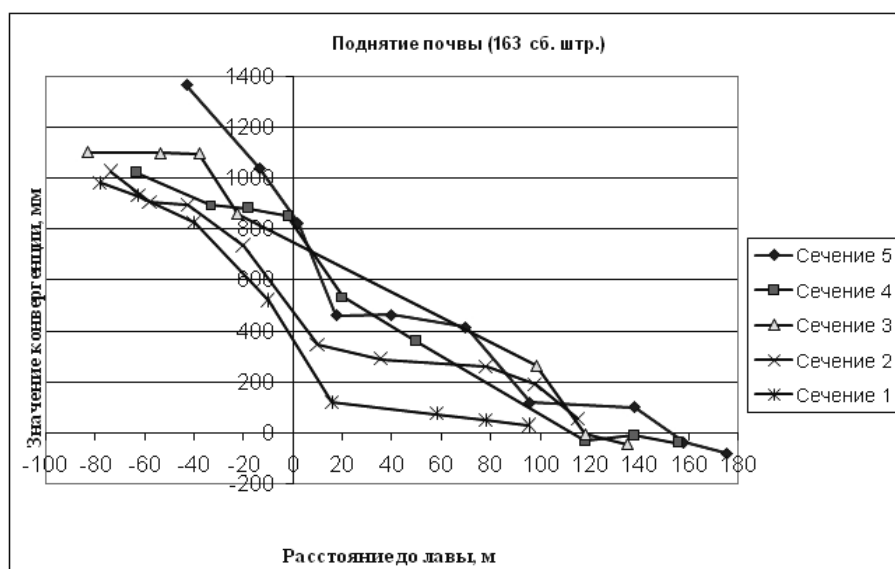


Рис.4. Вертикальная конвергенция за счет поднятия почвы по 163 сборному штреку

### Список литературы

1. И.Л. Черняк Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт / И.Л. Черняк, Ю.И. Бурчаков. – М. : Недра, 1984. – 304 с.
2. А.В. Наумович Натурные исследования закономерностей проявления горного давления в подготовительных выработках шахты „Шахтерская-Глубокая“ / А.В. Наумович, Р.Н. Терещук, С.Н. Гапеев // Научный вiсник НГУ №6, Научно-технический журнал. – Днепропетровск.: 2009 г. – С. 6–10
3. В.П. Никифоров Подготовка длинных выемочных столбов/ В.П. Никифоров, В.А. Путря, М.Г. Дятленко // Уголь Украины №2. – К. : 2010 г. – С. 18–20

Наведено результати спостережень за проявом гірського тиску в 157-ому і 161-ому збірних штреках шахти „Степова“ ВАТ „Павлоградвугілля“. Описано методику спостережень і наведена схема спостережної станції. Виконано математичну обробку результатів вимірів з поділом вертикальної конвергенції на складові. Побудовано графіки розвитку конвергенції при русі очисного вибою.

**Ключові слова:** підготовчі виробки, лава, конвергенція, опускання покрівлі, підняття ґрунтів, заміряні перетини

The article considers the results of observations of mountain pressure in combined drifts No.157 and No.161 of Stepnaya Mine that belongs to VAT Pavlogradugol. Methodology of supervisions is described and a chart of the observant station is brought. Mathematical treatment of results of measuring is executed, with dividing of vertical convergence into constituents. The

charts of development of convergence during driving of production face are built.

**Keywords:** *opening, face, convergence, roof-lowering, raising of soil, measuring sections*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.О. Назаренком. Дата надходження рукопису 28.12.10*

УДК 622.002

**А.Э. Кипко<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доц.,  
**С.К. Мещанинов<sup>2</sup>**, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник,  
**С.Н. Гапеев<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доц.

1 – Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Антрацит, Украина, e-mail: dolpn@yandex.ua  
2 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“ г. Днепропетровск, Украина, e-mail: serg\_prm@list.ru

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА ВОКРУГ ПРОТЯЖЕННОЙ ВЫРАБОТКИ, ПРЕСЕКАЮЩЕЙ РАЗРЫВНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ НАРУШЕНИЕ

**A.E. Kipko<sup>1</sup>**, Dr. Sc. (Tech.), Associate Professor, S.K. Meshchaninov<sup>2</sup>, Dr. Sc. (Tech.), Senior Research Fellow, S.N. Gapeyev<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor

1 – V. Dahl East Ukrainian National University, Antratsyt, Ukraine, e-mail: dolpn@yandex.ua  
2 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: serg\_prm@list.ru

## NUMERICAL SIMULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF ROCK MASSIF AROUND EXTENSIVE MINE WORKING, CROSSING GEOLOGICAL DISLOCATION

Рассмотрены результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния участка породного массива, содержащего протяженную горную выработку, пересекающую разрывное геологическое нарушение. В основу методического подхода к постановке задачи моделирования поставлено рассмотрение геомеханических процессов в участке породного массива, содержащего выработку, поэтапно, по ходу приближения и последующего удаления от геологического нарушения.

**Ключевые слова:** *напряженно-деформированное состояние, геологическое нарушение, моделирование, запас прочности, породный массив*

**Введение.** Состояние породного массива как геологической среды определяется совокупностью физико-механических свойств: плотности, влажности, энергии, структурных связей, теплоемкости, теплопроводности и внешних условий: величины объемных и поверхностных сил, температуры, времени и характера приложения нагрузок. В зависимости от сочетания этих условий горные породы разнятся между собой условиями залегания, составом, структурой и текстурой, механическим состоянием [1]. Таким образом, сложный характер неоднородности массивов горных пород связан как с неоднородностью исходного породобразующего материала, так и с его последующими преобразованиями в ходе геологических процессов, миграции подземных вод и газов [2].

Неоднородность горных пород проявляется посредством изменчивости их физических свойств и

вещественного состава в пространстве. Эти изменения могут создавать анизотропию, образовывать физические границы раздела литологических разностей, вызывать случайные вариации значений изучаемых параметров физических полей.

**Постановка задачи.** Задача исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) гетерогенного породного массива в окрестности протяженной выработки, произвольно ориентированной в пространстве (вертикальная, наклонная, горизонтальная), при пресечении ею разрывного нарушения, в полной мере может быть решена только численно на основе объемной модели. Поскольку рассматривается выработка глубокого заложения, такая задача должна быть исследована на основе упругопластической модели. Это делает решение чрезвычайно сложным, громоздким, трудно поддающимся анализу. В этой связи интересным представляется подход, предложенный в работах В.В. Янко [3–5]. Им предлагается рассматривать выработку в продольном сечении по-

<sup>8</sup> © Кипко А.Э., Мещанинов С.К., Гапеев С.Н., 2011