

УДК 622.281.74

**Н.Н. Касьян, А.О. Новиков, С.Ю. Гладкий**

## **О ДЕФОРМИРОВАНИИ КРОВЛИ В МОНТАЖНЫХ ПЕЧАХ С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ**

*Описаны результаты шахтных инструментальных наблюдений за смещениями породного массива, вмещающего монтажные камеры с анкерным креплением*  
*Ключевые слова: анкерное крепление, шахты, стальные анкера в шпуре.*

---

Украина по оценкам экспертов владеет 3,5 % мировых запасов каменного угля (около 65 % запасов угля приходится на пласты мощностью до 1,2 м), что в условиях дефицита собственной добычи нефти и газа, неуклонного роста цен на них на мировых рынках, делает уголь надежным и долговременным энергоносителем в топливно-энергетическом балансе страны. Правительством намечено к 2010 году увеличить добычу угля до 100 млн. т. В настоящее время около 84 % угля добывается подземным способом примерно в 570 механизированных очистных забоях, причем постоянно, сорок процентов всех работающих механизированных комплексов монтируются-демонтируются. Трудоемкость и продолжительность монтажа очистного оборудования во многом зависит от того, обеспечены ли необходимые размеры рабочего пространства и устойчивое состояние монтажных камер, и их своевременное проведение. Решение этой проблемы невозможно без широкого внедрения передового опыта эффективного ведения монтажно-демонтажных работ с использованием рациональных технологических схем и нового оборудования, а также внедрения новых технологий

проведения и поддержания монтажных камер, в том числе с использованием анкерного крепления.

Несмотря на имеющийся позитивный опыт в использовании анкерного крепления для поддержания монтажных камер на шахтах («Добропольская», «Красноармейская-Западная» № 1, «Краснолиманская», шахты объединения «Павлоград-уголь» и др.), широкого внедрения он не нашел.

В настоящее время около 90 % протяженности поддерживаемых выработок на шахтах закреплено металлическими рамными податливыми конструкциями крепи. Изучению закономерностей деформирования вмещающего их массива, посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей. Однако для выработок с анкерным креплением они до сих пор практически не изучены. Учитывая перспективы использования анкерных систем для крепления выработок на шахтах Украины, как одного из приоритетных направлений интенсификации производства, проведение таких исследований, несомненно, является актуальным.

Шахтные инструментальные наблюдения были проведены в монтажном ходке четвертой северной



Рис. 1. Стратиграфическая колонка по пласту  $m_4^0$

лавы уклона пласта  $m_4^0$  горизонта 200 м шахты «Добропольская». Выработка длиной 126 м (ш. «Добропольская») проводилась комбайном, в направлении сверху—вниз, с нижней подрывкой пород. Характеристика вмещающих пород представлена на рис. 1.

На участке выработки длиной 90 м были оборудованы контурные замерные станции. Они представляли собой замерные сечения, установленные через каждый метр длины выработки с пятью фиксированными замерными точками в кровле (хвостовики установленных в кровлю анкеров) и контурным репером в почве. Проведение замеров на оборудованных станциях производилось согласно методике ВНИМИ [60]. Станции оборудовались в забойной части выработки.

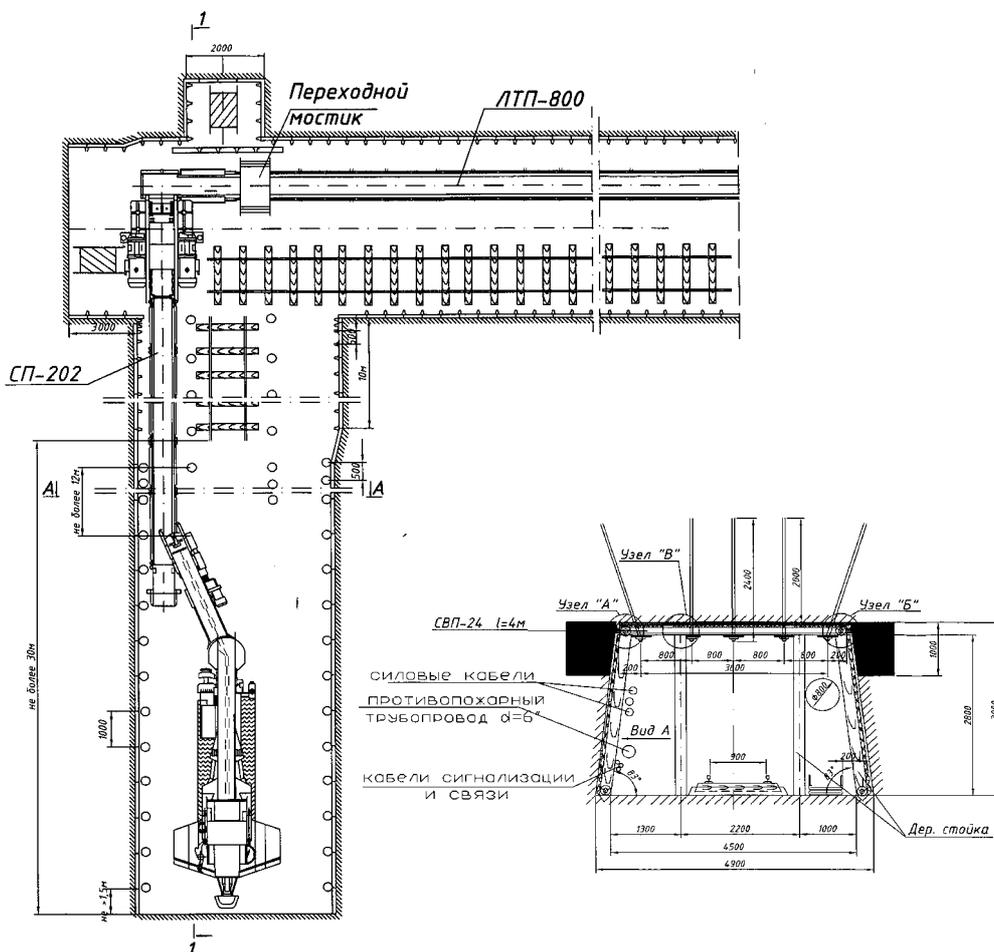
Первые 30 м выработки были закреплены металлической рамной

крепью, а остальная часть выработки — анкерами. Плотность установки анкеров в кровлю — 1 анк/м<sup>2</sup>. Анкера длиной 2,4 м устанавливались под металлический подхват длиной 4,00 м. Расстояние между рядами анкеров — 1 м. Бурение шпуров для установки анкеров в кровлю производилось при помощи буровой колонки расположенной на комбайне. Закрепление стального анкера в шпуре производилось химическим способом. Паспорт проведения и крепления выработки представлен на рис. 2.

Измерения проводились с помощью шахтного теодолита и нивелира, прошедших необходимые регламентом поверки и рулетки НИМИ (погрешность измерения рулеткой  $\pm 0,5$  мм). По мере проведения выработки (с периодичностью от 2 до 6 суток), в ней проводилась теодолитная и нивелирная съемки с фиксацией координат хвостовика каждого из установленных анкеров в пределах наблюдаемого участка. Обработка результатов производилась путем построения изолиний смещений пород кровли в выработку во времени, поверхностей смещающейся кровли выработки во времени, изолиний скоростей смещений пород кровли ходка, которые представлены на рис. 3—5.

Их анализ позволяет сделать следующие выводы:

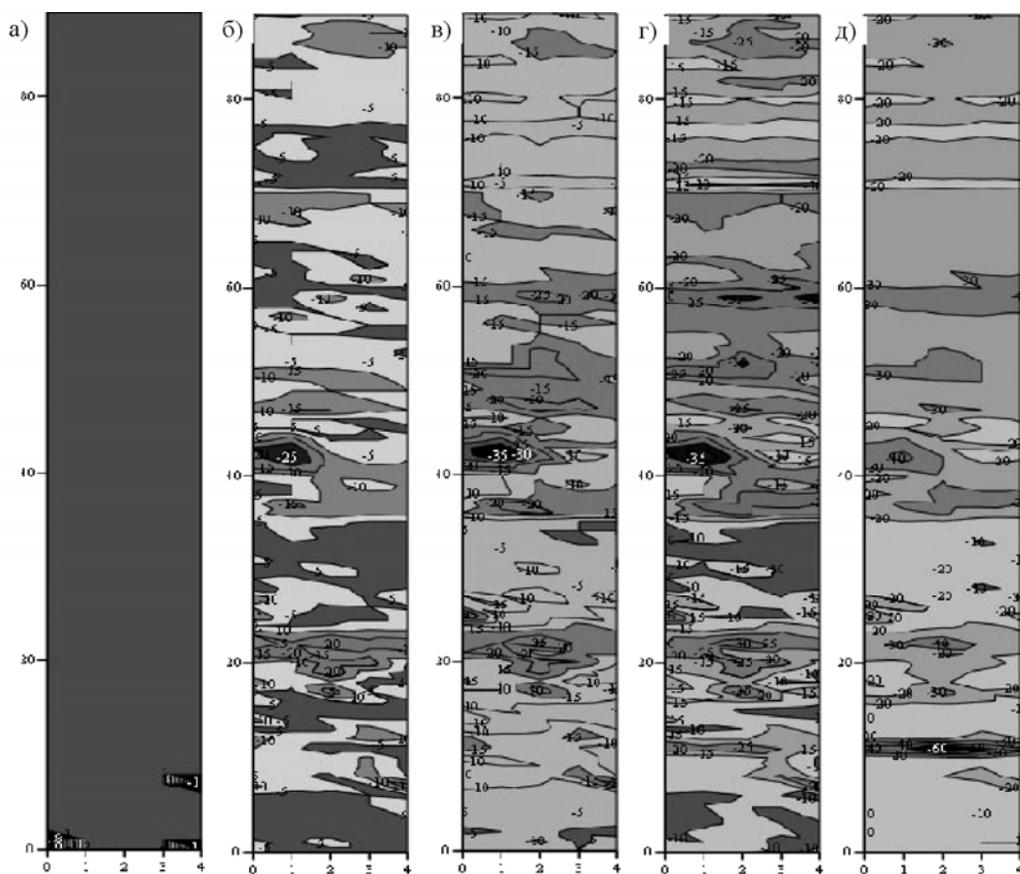
1. Деформации пород кровли в первые 9 суток наблюдений носят не равномерный характер, как во



**Рис. 2. Паспорт проведения и крепления выработки**

времени, так и в пространстве. Если на первые сутки наблюдений практически по всей поверхности кровли ходка скорость смещений составляла до 3 мм в сутки. Исключение составили участки 12—14 м, 23—24 м, 27—28 м, 43—45 м, 47—48 м, 52—53 м, 67—68 м и 74—75 м в пределах которых скорость смещений составила 5—8 мм в сутки. На третьи сутки наблюдений расположение участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка несколько изменилось. На

участках 23—24 м, 37—38 м, 43—45 м, 47—48 м, 52—53 м, 59—60 м, 74—75 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 10 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 3 мм в сутки. На седьмые сутки наблюдений увеличивается количество участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка. В пределах участков 10—11 м, 17—18 м, 19—24 м, 37—38 м, 52—53 м, 60—61 м, 68—69 м, 74—75 м и 86—87 м скорость смещений пород кровли



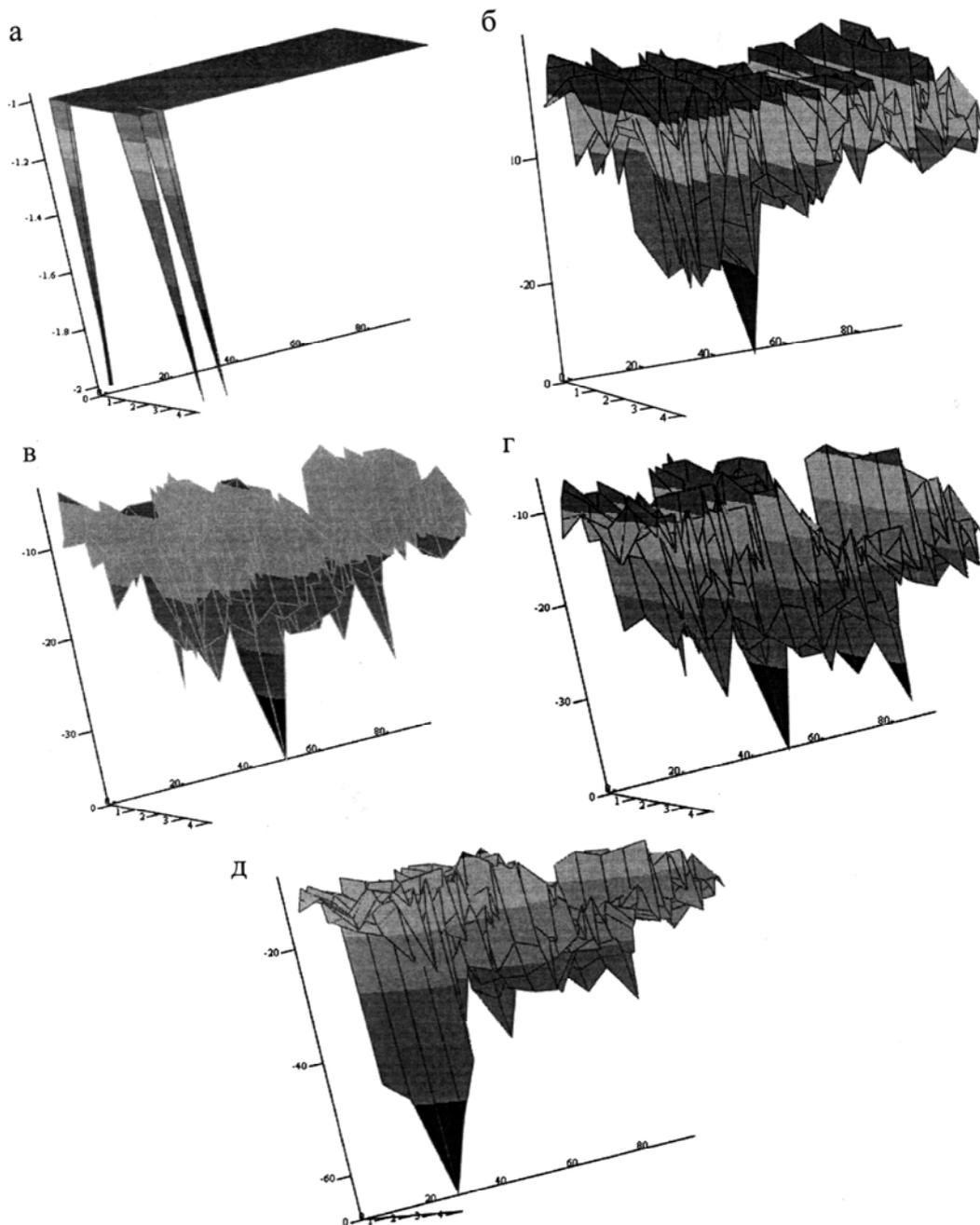
**Рис. 3. Изолинии смещений пород кровли выработки во времени:** а — на 1-е сутки; б — на 3-и сутки; в — на 7-е сутки; г — на 9-е сутки; д — на 15 сутки

на контуре ходка составила от 4 до 8 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 2—3 мм в сутки.

2. На 15 сутки наблюдений деформации кровли (в пределах наблюдаемого участка монтажного ходка с анкерным креплением) выравниваются. При этом в пределах участка 0—37 м среднее их значение составляет 20 мм, а в остальной части — около 30 мм. Выделяются 2 области с максимальными значениями деформаций, приуроченные к участкам 10—12 м и 41—42 м. Максимальное значение

деформаций зафиксировано в пределах участка 10—12 м и составляет 60 мм.

3. На первые сутки наблюдений практически по всей поверхности кровли ходка скорость смещений составляла до 3 мм в сутки. Исключение составили участки 12—14 м, 23—24 м, 27—28 м, 43—45 м, 47—48 м, 52—53 м, 67—68 м и 74—75 м в пределах которых скорость смещений составила 5—8 мм в сутки. На третьи сутки наблюдений расположение участков с повышенной скоростью деформаций в кровле



**Рис. 4. Поверхности перемещения кровли выработки во времени: а — на 1-е сутки; б — на 3-и сутки; в — на 7-е сутки; г — на 9-е сутки; д — на 15 сутки**

ходка несколько изменилось. На участках 23—24 м, 37—38 м, 43—45 м, 47—48 м, 52—53 м, 59—60 м, 74—75 м скорость смещений пород кров-

ли на контуре ходка составила от 4 до 10 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 3 мм в сутки.



***Рис. 6. Состояние сопряжения монтажного ходка с конвейерной выработкой на момент окончания наблюдений***



***Рис. 7. Состояние центральной части выработки на момент окончания наблюдений***

На седьмые сутки наблюдений увеличивается количество участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка. В пределах участков 10—11 м, 17—18 м, 19—24 м, 37—38 м, 52—53 м, 60—61 м, 68—69 м, 74—75 м и 86—87 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 8 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 2—3 мм в сутки. На девятые сутки наблюдений количество участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка начинает сокращаться. В пределах участков 10—12 м, 20—24 м, 38—42 м, 52—53 м, 60—61 м, 74—75 м и 86—87 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 6 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 1—2 мм в сутки. Интенсификация смещений кровли в ходке произошла на 3—7 сутки наблюдений и связана с развивающимися деформациями в боках ходка, проявляющимися в виде разрушения и выдавливания пласта, а также пород непосредственной почвы. Установлено, что величина смещений боков ходка на 3-и сутки наблюдений составляла до 25—30 мм, при этом глубина распространения деформаций достигала 12 м.

На двенадцатые сутки наблюдений происходит дальнейшая стабилизация скорости смещений пород кровли ходка. Уменьшается протяженность участков с повышенной скоростью деформаций пород кровли. Теперь только в пределах участков 7—8 м, 22—24 м, 38—39 м, 52—53 м, 59—60 м, 68 м и 74—75 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 3 до 7 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не пре-

вышает 2—3 мм в сутки. До 70 % от конечной величины смещений кровли в ходке за период наблюдений произошли за первые 15 суток. Площадь областей с повышенной интенсивностью смещений кровли в ходке в период наблюдений составляла от 18 до 10 %. Следует также отметить, что до 80 % площади участков с повышенной скоростью деформаций пород кровли расположено со стороны забоя монтируемой лавы и приходится на первый ряд установленных анкеров.

5. За последующие 15 суток наблюдений характер распределения деформаций в кровле ходка не изменился. К моменту окончания наблюдений на 90 % площади обнажения кровли смещения выровнялись и стабилизировались, при этом среднее опускание кровли составило 35 мм, а максимальное (в пределах участка 10—12 м) — 70 мм, средняя скорость опускания кровли составляла около 1,5 мм в сутки, а максимальная (в пределах участка 22—24 м) — 2,5 мм в сутки.

Учитывая, имеющийся опыт поддержания выработок с анкерным креплением, фактическое состояние крепи в монтажной камере (см. рис. 6 и 7) и рекомендации нормативных документов по его проектированию [1, 2], (согласно которым при деформациях контура на величину 1—2 % от глубины анкерования) обнажение считается устойчивым. Можно считать положительным опыт применения анкерного крепления в монтажном ходке (четвертой северной лавы уклона) пласта  $m_4^0$  горизонта 200 м.

С целью установления особенностей деформирования породного массива, вмещающего монтажные камеры с анкерным креплением, по-

зволяющих обоснованно принимать его параметры, намечено провести шахтные инструментальные наблю-

дения на глубинных замерных станциях в выработках горизонта 450 м пласта  $m_4^0$  шахты «Добропольская».

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. — Изд. 4—е, дополненное. Л., 1986. — 222 с.

2. СОУ—П 10.1.05411357.010. Система обеспечения надежного и безопасного функционирования горных выработок с анкерным креплением. Общие технические требования, 2007. — 62 с. **ГИАЗ**

#### Коротко об авторах

*Касьян Н.Н.* – доктор технических наук, профессор, Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет»,  
Ученая степень и звание:  
Телефоны: 8-062-3002475 (раб.),  
*Новиков А.О.* кандидат технических наук, доцент, Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», Телефоны: 8-062-3002475 (раб.),  
*Гладкий С.Ю.* –Шахта «Добропольская», зам. гл. инженера по производству,  
Телефоны: 8-050-6060442 (моб.)



---

#### РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Мельник В.В.**, д.т.н., профессор кафедры ПРГПМ,

**Сяитов Р.И.**, аспирант кафедры ПРГПМ,

**Бондаренко А.М.**, аспирант кафедры ПРГПМ,

Московский государственный горный университет

Технологические решения по применению технологии скважинной гидравлической добычи (788/03-11 от 02.11.2010) 12 с.

*Представлена технология скважинной гидродобычи как наиболее подходящая, с точки зрения потребительских свойств конечной продукции, область научных исследований, системный анализ которой выявил основные недостатки и пути их решения. Разработаны механизмы оптимизации каждого отдельного процесса, составляющих общую систему с вытекающими характерными требованиями к ней.*

*Ключевые слова: Технология скважинной гидродобычи, конечная продукция, системный анализ, общая система.*

**Melnik V.V., Sjaitov R.I., Bondarenko A.M.** TECHNOLOGICAL DECISIONS ON TECHNOLOGY APPLICATION SKVAZHINNOY HYDRAULIC EXTRACTION

*In article the technology chinkit hydroextraction as the most suitable, from the point of view of consumer properties of end production, area of the scientific researches which system analysis has revealed the basic lacks and ways of their decision is presented. Mechanisms of optimisation of each separate process, making the general system with following characteristic requirements to her are developed.*

*Key words: Technology chinkit hydroextraction, end production, the system analysis, the general system.*