

УДК 622.831

Ю.М. ХАЛИМЕНДИК, д-р техн. наук, проф., А.С. БАРЫШНИКОВ, студент,
ГВУЗ «Национальный горный университет»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПУЧЕНИЯ ПОЧВЫ ОТ ВЫСОТЫ СВОДА ОБРУШЕНИЯ ПОРОД В ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ

Выполнен анализ зависимости глубины дезинтеграции пород в почву выработки от высоты свода обрушения пород. Полученные данные сравнены с натурными измерениями. По результатам сделаны выводы о необходимости предотвращения опускания кровли при борьбе с пучением почвы выработок.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Одной из причин уменьшения сечения выработки является «пучение почвы». Под термином «пучение» подразумевают значительные деформации пород почвы, которые проявляются в виде их перемещения вовнутрь выработки. Борьба с пучением является одной из главных задач в угледобывающей промышленности.

Анализ исследований и публикаций. Существует несколько гипотез, объясняющих причину выдавливания пород в горных выработках:

набухание пород под действием влаги [1];

увеличение объема пород в зоне неупругих деформаций вследствие их пластического разрыхления [1-3];

выпирание пород под влиянием опорного давления в боках выработки [1,2];

вязкое течение пород в результате неравновесного состояния массива в почве выработки [1,3,4].

Достаточно детально задача определения давления на крепь со стороны почвы выработки была впервые решена П.М. Цимбаревичем [2]. При этом считается, что механическая сторона явления пучения идентична выпиранию сыпучего грунта под действием нагрузки, передающейся на почву через два штампа [1,2]. При этом допускается, что породы разрыхлены и не имеют сцепления, а высота столба пород, формирующего усилия выпирания в почве, равна $H_1 = h + b$, где h - высота выработки, b - высота свода обрушения пород.

По данной схеме теоретически можно выразить глубину зоны распространения сдвижения пород в почву [2]

$$x_0 = H_1 \left(\frac{\operatorname{tg}^4 \left(\frac{90^\circ - \rho}{2} \right)}{1 - \operatorname{tg}^4 \left(\frac{90^\circ - \rho}{2} \right)} \right) \quad (1)$$

где x_0 - глубина зоны распространения сдвижения пород в почву; H_1 - высота столба пород, формирующего усилия выпирания в почве; ρ - угол внутреннего трения породы.

Порода на глубине более x_0 , находится в состоянии равновесия, а на глубине менее x_0 - в состоянии выдавливания в выработку.

Зависимость (1) достаточно сильно зависит от значения угла внутреннего трения пород ρ , значение которого детально рассмотрено в [5]. Геометрически (1) можно выразить прямой (рис. 1).

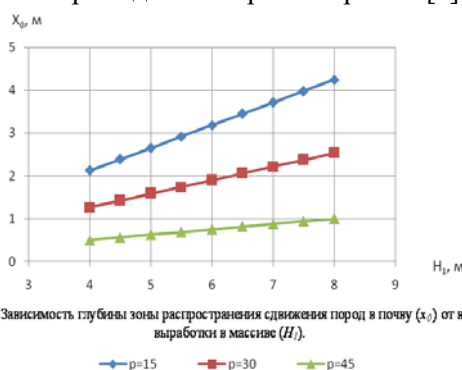


Рис. 1. Зависимость глубины зоны распространения сдвижения пород в почву (x_0) от высоты выработки в массиве (H_1).

Изложение материала и результаты исследований. Проанализируем данные, полученные в выработках шахт Западного Донбасса [6], на предмет обнаружения зависимости между опусканием кровли и поднятием почвы.

По данным [6] процесс конвергенции был изучен в выработках шахт «им. Героев Космоса» и «им. Ленинского Комсомола. Украины». Все выработки находились вне зоны влияния очистных работ. Сведения о глубине и вмещающих породах сведены в табл. 1.

При выполнении измерений на замерных сечениях были измерены: поднятие почвы, смещение в замках крепи и внедрение стоек в почву. По этим данным можно получить опускание пород кровли, суммируя смещение в замках и внедрение стоек крепи в почву. Кроме того, можно узнать высоту дезинтеграции пород в кров-

лю (прогнозируемый свод обрушения пород), через учет коэффициента разрыхления пород по формуле С.Г. Авершина [7]

$$h = m/k - 1, \tag{2}$$

где m - вынимаемая мощность или величина опускания пород, м; k - коэффициент увеличения пород в объеме, $k = 1,25$ [7].

Таблица 1

Данные о выработках и вмещающих породах

Выработка	Глубина заложения Н, м	Непосредственная кровля	Основная кровля	Непосредственная кровля	Основная кровля	Средняя прочность окружающих пород на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$, МПа
ш. "им. Героев Космоса"						
1141-й бортовой штрек	360	Аргиллит или алевролит, m до 1 м	Аргиллит-алевролитовая толща с прослойками угля или песчаника	Аргиллит типа "кучерявичик", $m=0,1-0,9$ м	Аргиллит - алевролитовая толща	19
1116-й бортовой штрек	420					14
1019-й сборный штрек	400					12
ш. "им. Ленинского Комсомола Украины"						
802-й сборный штрек	540					17

Примечание: прочность углей составляет 30...35 МПа и во всех случаях выше прочности вмещающих пород.

Угол внутреннего трения пород для каждого случая определим по формуле [4]

$$\rho = \arctg \left(1 - \psi / 2 \sqrt{\psi + (1 - \psi) \frac{2\gamma H}{\sigma_{сж}}} \right), \tag{3}$$

где γ - объемный вес покрывающей толщи; $\gamma = 2,5 \text{ т/м}^3 = 0,025 \text{ МН/м}^3$; H - глубина залегания пород, м; ψ - коэффициент хрупкости. Для аргиллитов и алевролитов средней плотности в соответствии с [3,8] $\psi = 0,33$; $\sigma_{сж}$ - прочность породы на одноосное сжатие, МПа

Полученные данные сведем в табл. 2.

Таблица 2

Определение угла внутреннего трения пород

Выработка	Угол внутреннего трения пород ρ , град
1141-й бортовой штрек	19
1116-й бортовой штрек	16
1019-й сборный штрек	16
802-й сборный штрек	16

Как видно, угол внутреннего трения пород находится в пределах 16-19°.

Данные развития процесса конвергенции, полученные по выработкам, отобразим в виде графиков (рис. 2-5)

Теперь построим графики зависимости величины пучения пород почвы от величины опускания кровли (синий цвет), а также от рассчитанной по формуле (2) высоте свода обрушения (красный цвет).

по формуле (2) высоте свода обрушения (красный цвет).

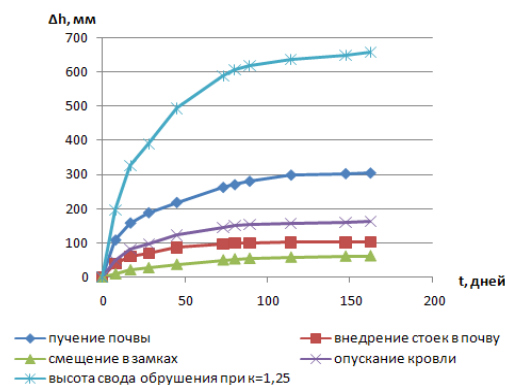


Рис. 2. Развитие процесса конвергенции 1141-го бортового штока во времени

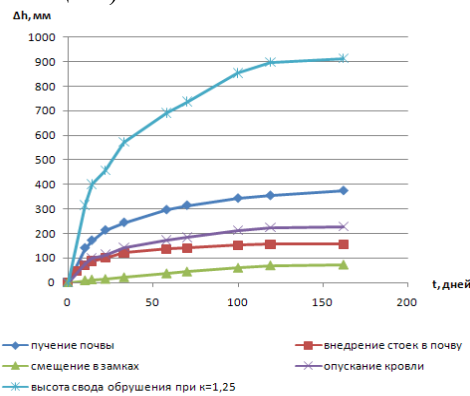


Рис. 3. Развитие процесса конвергенции 1116-го бортового штока во времени

Кроме того, нанесем на график теоретически описанную формулой (1) зависимость глубины дезинтеграции пород в почву от высоты свода обрушения для угла внутреннего трения пород $\rho = 16^\circ$ (зеленый цвет) и 20° (фиолетовый цвет).

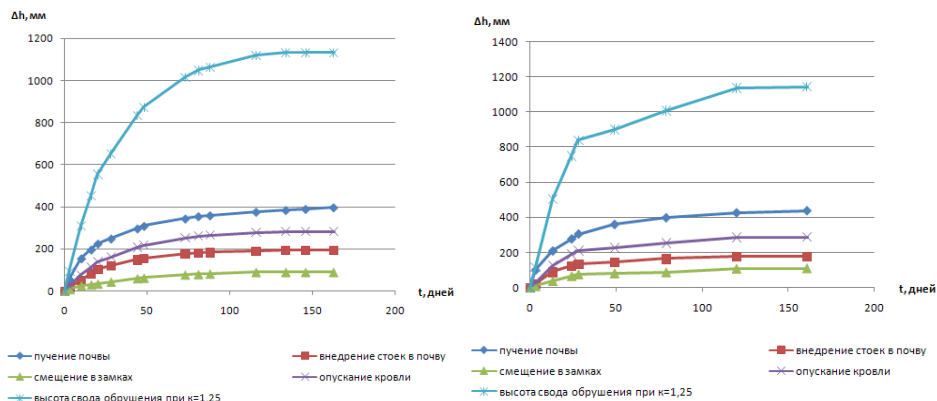


Рис. 4. Развитие процесса конвергенции 1019-го сборного штрека во времени

Рис. 5. Развитие процесса конвергенции 802-го сборного штрека во времени

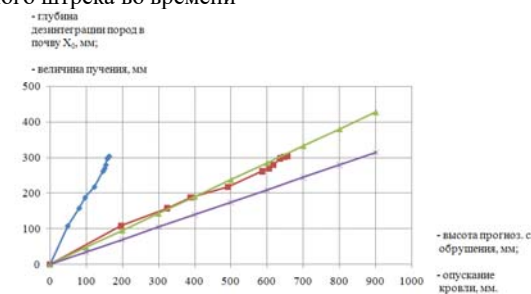


Рис. 6. Зависимости величины пучения от опускания кровли и от высоты прогнозируемого свода обрушения по данным измерений в 1141-м бортовом штреке.

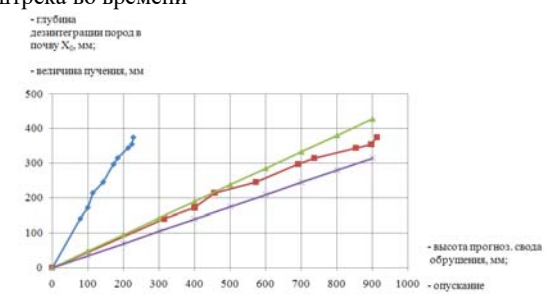


Рис. 7. Зависимости величины пучения от опускания кровли и от высоты прогнозируемого свода обрушения по данным измерений в 1116-м бортовом штреке

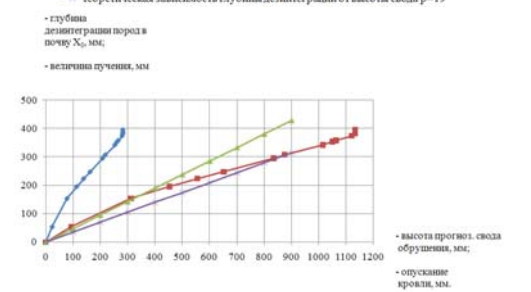


Рис. 8. Зависимости величины пучения от опускания кровли и от высоты прогнозируемого свода обрушения по данным измерений в 1019-м сборном штреке

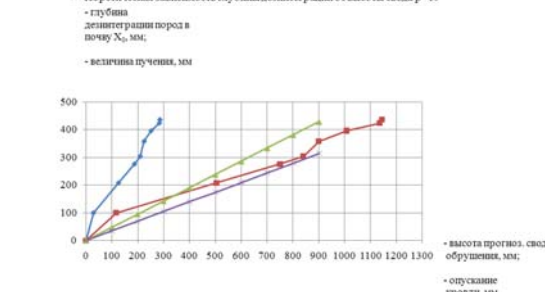


Рис. 9. Зависимости величины пучения от опускания кровли и от высоты прогнозируемого свода обрушения по данным измерений в 802-м сборном штреке

Как видно из графиков, имеем практически пропорциональную линейную зависимость между величиной пучения пород почвы и опусканием пород кровли. Построенная зависимость величины пучения от прогнозируемой высоты свода обрушения совпадает с теоретической закономерностью, которая выражается формулой (1).

Выводы. 1. Анализ натуральных измерений в выработках шахт Западного Донбасса, находящихся вне зоны влияния очистных работ, подтверждает, что опускание кровли приводит к увеличению высоты свода обрушения над выработкой, а, следовательно, к увеличению объема выдавливаемых в выработку пород. данную теорию.

2. На основании изложенного можно утверждать, что, для эффективной борьбы с пучением пород почвы, должна стоять задача предотвращения опускания кровли горных выработок, которая может решаться с помощью анкерования кровли.

Список літератури

1. Сонин С. Д., Шейхет М. Н., Черняк И. Л., Лукичев В. С. Борьба с пучением пород в горных выработках. – М. «Недра», 1966
2. Цимбаревич П.М. Механика горных пород. – М.: Углетехиздат, 1948. – 247 с.
3. Шашенко А.Н. Механика горных пород – Д.: Национальный горный университет, 2008. - 350 с.
4. Усаченко Б. М. Свойства пород и устойчивость горных выработок. – К.: «Наукова думка» 1979. – 136 с.
5. Шашенко А. Н., Сдвижкова Е. А., Гапеев С.Н. Деформируемость и прочность массивов горных пород: Монография. – Д.: Национальный горный университет, 2008. – 224 с.
6. Колоколов О. В., Шмиголь А. В., Халимендик Ю. М. О вертикальной конвергенции пород в условиях слабой почвы // Уголь Украины. – 1986. - №11 (ноябрь)
7. Гусев В.Н. Геомеханика техногенных водопроявляющих трещин. СПб. –1999.– 156 с.
8. Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов. – М.: Недра, 1988. – 270 с.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.11

УДК 528.48:681.3.06

А.Ю. ПАЛАМАР, аспірант, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ КАМЕРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ КРИВБАСУ

Наведено основні напрямки роботи в програмних комплексах, які використовуються на підприємствах Кривбасу. Виконано порівняння характеристик програм, визначені основні їх недоліки та переваги.

Постановка проблеми. Автоматизація геодезичних обчислень є актуальною темою і необхідна в усіх галузях робіт, де використовується обробка результатів геодезичних вимірювань. Програми, які були розроблені кілька років тому, являються вже застарілими, на зміну їм прийшли більш точніші, ефективніші, удосконалені програмні комплекси. На сьогоднішній день перед фахівцем постає проблема правильного вибору того чи іншого програмного комплексу. Тому саме для подолання такої проблеми пропонується здійснити порівняльний аналіз спеціалізованих програмних комплексів на підприємствах Кривбасу.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. На сьогоднішній день існує безмежно велика кількість програмного забезпечення, кожна з яких відповідає конкретному виду діяльності. Є велика кількість інститутів, які розробляють і вирішують питання щодо поліпшення якості та надійності програмного забезпечення. Тісно співпрацюючи з кваліфікованими спеціалістами дані інститути, враховуючи побажання фахівців, кожен день удосконалюють засоби обробки геодезичних вимірювань.

Виклад матеріалу дослідження. Камеральна обробка результатів геодезичних вимірювань є однією з найважливіших частин процесу з отримання координат пунктів геодезичної мережі, але - це лише один аспект проблеми. Насправді, камеральна обробка результатів потрібна, практично, для будь-яких геодезичних робіт: починаючи від робіт з будівельної геодезії, і закінчуючи обробкою вимірювань в триангуляції, полігонометрії, трилатерації та інших геодезичних опрацюваннях. Якщо при роботах будівельної геодезії обсяг робіт з камеральної обробки відносно невеликий, то при камеральній обробці результатів вимірювань триангуляції та інших високоточних геодезичних робіт обсяг обчислень стає дуже значним. Це пов'язано зі специфікою даних робіт. Висока точність вимагає спеціальних методів як проведення власне вимірювань, так і камеральної обробки їх результатів, застосування спеціальних методів вирівнювання, введення великої кількості поправок. Це, природно, породжує за собою певні проблеми, основні з яких - недопущення помилок і тривалий час самої обробки із-за її великого обсягу. Хоча всі процеси обробки побудовані так, щоб максимально знизити ризик появи помилок (тут позначається вплив великого досвіду геодезистів: процеси побудовані таким чином, щоб відразу помітити «некоректний» результат і вчасно знайти і виправити помилку), але так як виконавцем робіт є людина, то, іноді, не можливо повністю гарантувати відсутність помилок. Звичайно, потім вони будуть виявлені і виправлені, але сам процес пошуку може зайняти чимало часу. Коли камеральну обробку виконує людина з великим досвідом проведення подібних робіт, то ризик подібних помилок знижується, зменшується і час, необхідний для проведення обробки [1]. Коли подібну роботу виконує людина, що не має подібного досвіду, то ризик, навпаки, в