

ВИБІР ЕКОНОМІЧНО ДОЦІЛЬНОГО ТИПУ КРІПЛЕННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК З УРАХУВАННЯМ ОБМЕЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ДЕПРЕСІЇ

Розглянуто доцільність заміни металевого аркового кріплення бетонним в умовах обмеженої депресії мережі гірничих виробок.

Вступ. Актуальність проблеми збільшення видобування власного твердого енергоносія – кам'яного вугілля для України загострилася за останні роки, коли наш монополіст-імпортер Росія за період 2004–2011 рр. підвищила ціну на природний газ з 50 до 516 у. о. за 1000 м³. За роки незалежності України обсяг вуглевидобутку зменшився у два рази: із 160 до 80 млн. тонн на рік. Такий спад вуглевидобутку пов'язаний із загальним спадом виробництва, з переходом на більш зручний і на ті роки відносно недорогий енергоносіє – природний газ, три чверті якого імпортується з Росії. Підвищення цін на газ змушує Україну запроваджувати енергозберігаючі технології, розширяти геологічні пошуки власних запасів природного газу, повернутися до видобування власного твердого енергоносія – кам'яного вугілля. Для мінімізації витрат на видобування вугілля необхідно вишукувати всі можливі резерви.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Завданням науковців, проектувальників, виробничників є пошук нових варіантів, окремих елементів розкриття, підготовки, систем розробки, вентиляції, пошук нових рішень, які б могли підвищити ефективність вуглевидобутку в складних гірничо-геологічних умовах родовищ України: великих глибинах залягання, високій газоносності пластів, температурі порід, наявності газодинамічних явищ. Зі збільшенням навантаження на лаву, глибини розробки і металоносності вугільних пластів зростає кількість повітря, необхідного для розбавлення метану до допустимих концентрацій, зростає депресія вентиляційної мережі шахт, верхня границя якої, згідно з Правилами безпеки [1], становить 4500 Н/м². На сьогодні переважну більшість капітальних виробок, які не знаходяться в зоні впливу опорного тиску очисних вибоїв, на вугільних шахтах України кріплять металевими арками з спецпрофілю СВП. Для того, щоб не перевищити вказаної верхньої границі депресії, доводиться проходити виробки з традиційним металевим арковим кріпленням великого перерізу, а інколи навіть проходити по дві паралельні виробки для свіжого і відпрацьованого струменів повітря.

Постановка завдання. Вибір типу кріплення капітальних виробок слід проводити не тільки з точки зору їх стійкості, а й з урахуванням їх аеродинамічних характеристик. Саме цей фактор суттєво впливає на величину перерізу виробок, на їх вартість. З найбільшим ефектом це можна виконати на стадії проектування. Порівняння видів кріплення шляхом вираховування тільки економії електроенергії для виробки з меншим аеродинамічним опором справедливо лише в тому випадку, коли переріз виробки визначається з умов транспорту, нормальних проходів для людей і т. п., а не за кількістю повітря, що проходить не за допустимою депресією. В останньому випадку значно більшу економію можливо отримати шляхом зменшення перерізу виробки або росту їх протяжності при збільшенні розмірів відособлено провітрюваних блоків, панелей, зберігши максимально допустиму депресію вентиляційної мережі. Оптимальна ж величина депресії, як показали дослідження [2], для одиночних пластів без урахування обмежень Правил безпеки [1] знаходиться в інтервалі 10000...25000, для групи пластів – в інтервалі 7000...13000 Н/м².

Метою статті є встановлення економічної доцільності заміни кріплення капітальних гірничих виробок з високим аеродинамічним опором на кріплення з низьким опором у вентиляційних мережах з обмеженою величиною депресії.

Викладення основного матеріалу. Депресія виробки (Н/м²), як відомо, визначається за формулою:

$$h = \frac{\alpha PLQ^2}{S^3} = \frac{4,16LaQ^2}{S^{2,5}}, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт аеродинамічного опору виробки, $\text{Нс}^2\text{м}^{-4}$; P – периметр виробки, м (для виробок склепінчастої форми при деякому наближенні можна прийняти: $P = 4,16\sqrt{S}$); L – довжина, м; S – переріз виробки, м^2 ; Q – кількість повітря, яке проходить по виробці, $\text{м}^3/\text{с}$.

Ці виробки, на відміну від виробок, закріплених монолітним бетоном, мають високий аеродинамічний опір. За даними [3] коефіцієнт аеродинамічного опору виробок, закріплених металевим арковим піддатливим кріпленням типу СВП-17, ...СВП-27 з частотою встановлення арок 2 шт./м, без їх облаштування становить $(15,9...15,2) \cdot 10^{-3} \text{ Нс}^2\text{м}^{-4}$, а для виробок, закріплених бетоном – $2,4...3,9 \cdot 10^{-3} \text{ Нс}^2\text{м}^{-4}$. У реальних гірничих виробках, в яких підвішені кабелі, трубопроводи, коефіцієнт аеродинамічного опору виробок, закріплених арочним кріпленням СВП, перевищує розрахункові [4] для перерізів більше $8,8 \text{ м}^2$ – на 30 % і складає $\alpha_1 = 20 \cdot 10^{-3}$, а для виробок, закріплених монолітним бетоном, становить $\alpha_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Нс}^2\text{м}^{-4}$.

Для визначення ефекту від заміни металевого аркового кріплення бетонним знаходимо рівноцінні за опором перерізи виробок з різними видами кріплень, тобто такі, які при проходженні по ним однакової кількості повітря створюють однакову депресію. На основі формули (1) складаємо рівність з відповідними індексами для одного та іншого видів кріплення:

$$\frac{\alpha_1 L_1 Q_1^2}{S_1^{2,5}} = \frac{\alpha_2 L_2 Q_2^2}{S_2^{2,5}}. \quad (2)$$

Величина α залежить переважно від виду кріплення і лише незначною мірою від величини перерізу. Тому величини еквівалентного з точки зору аеродинамічного опору S_2 можна отримати з рівняння (2) при $L_1 = L_2$ та $Q_1 = Q_2$:

$$S_2 = S_1 \cdot 2,5 \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}}. \quad (3)$$

Аналогічні перетворення виконуємо при заміні двох паралельних виробок, закріплених металевим арковим кріпленням, однією виробкою, закріпленою бетонним кріпленням. У цьому випадку по кожній з двох паралельних виробок буде проходити тільки половина повітря: $Q_1 = \frac{Q_2}{2}$. Депресія, витрати енергії на провітрювання цих виробок будуть однакові. Підставляючи відповідні значення кількості повітря в рівняння (1), отримаємо:

$$S_2 = S_1 \cdot 2,5 \sqrt{\frac{4\alpha_2}{\alpha_1}}. \quad (4)$$

Еквівалентні за опором виробки з бетонним кріпленням перерізів S_2 слід визначати з рівнянь (3) і (4) залежно від того, порівнюються одиночні виробки з різними видами кріплення, з різними коефіцієнтами аеродинамічного опору, чи пара виробок з кріпленням, що має великий коефіцієнт аеродинамічного опору α_1 і еквівалентна за опором одна виробка з кріпленням малого значення коефіцієнта α_2 .

В усіх випадках необхідно перевіряти значення допустимої швидкості повітря. Підставляючи в рівняння (3) вказані значення коефіцієнтів $\alpha_1 = 20 \cdot 10^{-3}$ та $\alpha_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Нс}^2\text{м}^{-4}$, отримаємо $S_2 = 0,525S_1$. Якщо замінимо виробки з металевим арочним кріпленням ($S_1 \times 2$) однією виробкою з бетонним кріпленням і перерізом S_2 , отримаємо з формули (4), $S_2 = 0,92S_1$. Тобто один переріз виробки з бетонним кріпленням еквівалентний за опором приблизно 1,84 перерізам із металевим арковим кріпленням. Величини еквівалентних за опором виробок з бетонним кріпленням для основних типових перерізів виробок, закріплених арковим металевим кріпленням типу СВП, наведено в таблиці 1.

Економічна доцільність заміни металевого аркового кріплення бетонним для капітальних гірничих виробок, коли поперечний перетин їх визначається величиною аеродинамічного опору при обмеженій депресії вентиляційної мережі, визначається переважно вартістю спорудження цих виробок, яка розрахована по вартісних параметрах, розроблених КПШ [5] і скоректованих до цін 2011 року. В таблиці наведено порівняння вартості еквівалентних за опором виробок з металевим арочним і бетонним кріпленням для порід $f = 4...6$ в умовах Донецького басейну. Відношення повної вартості до прямих нормованих витрат на період реконструкції шахти прийнято рівним 2,15.

Як видно з даних таблиці, при заміні металевого аркового кріплення рівноцінним за аеродинамічним опором бетонним, вартість спорудження 1 м виробки знижується в середньому на 21 %, а при заміні двох паралельних з металевим арковим кріпленням однією виробкою з бетонним кріпленням – на 47 %.

Таблиця 1

Техніко-економічні характеристики капітальних гірничих виробок

Виробка закріплена металевим арковим кріпленням			Еквівалентна за опором виробка з бетонним кріпленням		Економія від заміни кріплення на 1 м	
переріз однієї або пари виробок S_1 , м ²	кількість рам на 1 м виробки, шт.	вартість 1 м однієї або пари виробок	переріз виробки S_2 , м ²	вартість 1 м виробки, грн.	грн.	%
1	2	3	4	5	6	7
16,4	2,5	8345	8,7	5998	2347	28
13,7	2,5	7230	7,2	5418	1812	25
11,2	2,0	6297	5,9	4915	1282	21
8,9	2,0	5244	4,7	4450	797	15
1	2	3	4	5	6	7
16,4+16,4	2,5	16690	15,1	8475	8215	49
13,7+13,7	2,5	14460	12,6	7508	6952	48
11,2+11,2	2,0	12394	10,3	6618	5776	46
8,9+8,9	2,0	10494	8,2	5805	4711	45

За умов глибоких горизонтів газових шахт, де величина перерізу капітальних виробок, які не знаходяться в зоні впливу опорного тиску очисних вибоїв, визначається кількістю повітря і величиною максимально допустимої депресії, можна зробити такі **висновки**:

1. При виборі типу кріплення і переході на нові горизонти, при реконструкції діючих і проектуванні нових шахт з обмеженою величиною загальношахтної депресії необхідно обов'язково врахувати вплив коефіцієнта аеродинамічного опору кріплення на вартість проведення виробки.

2. Заміна металевого аркового кріплення монолітним бетонним для капітальних виробок дозволить зменшити вартість їх спорудження виробки на 20...47 %.

Список використаної літератури:

1. Правила безпеки у вугільних шахтах / ДНАОП 1.1.30–1.01–96. – К. : Основа, 1996. – 421 с.
2. *Заболоцкий В.Н.* Нормирование предельной величины депрессии глубоких шахт / *В.Н. Заболоцкий* // Разработка угольных пластов на больших глубинах. – М. : Недра, 1965. – С. 21–24.
3. Рудничная вентиляция : справочник / *К.З. Ушаков, В.А. Бойко, И.В. Сергеев и др.* – 2-ое изд. – М. : Недра, 1988. – 440 с.
4. *Михайлов В.И.* Исследование аэродинамических сопротивлений горных выработок в шахтных условиях / *В.И. Михайлов, Д.В. Кузьмин* // Вопросы безопасности в угольных шахтах. – М. : Недра, 1963. – Т. XV. – С. 18–21.
5. Определение стоимостных параметров на проведение горных выработок в условиях шахт Западного Донбасса / *М.Т. Кириченко, Ю.А. Бурмистров, Н.И. Сергиенко, А.И. Цыганый* // Вестник Киевского политехнического института / Серия горной электромеханики и автоматики. – 1974. – Вып. 5. – С. 27–31.

ВАЩУК Володимир Зіновійович – студент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:
– гірничі технології.

КИРИЧЕНКО Михайло Терентійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:

- гірничі технології;
- рудникова вентиляція.

Стаття надійшла до редакції 16.01.2012

Ващук В.З., Кириченко М.Т. Вибір економічно доцільного типу кріплення капітальних виробок з урахуванням обмеження величини депресії

Ващук В.З., Кириченко М.Т. Выбор экономически целесообразного типа крепления капитальных выработок с учетом ограничения величины депрессии

Vashyk V.Z., Kirichinko M.T. Choice economic expedient type of fastening of the capital making taking into account limitation of size of depression

УДК 622.7+622.281.5

Выбор экономически целесообразного типа крепления капитальных выработок с учетом ограничения величины депрессии / В.З. Ващук, М.Т. Кириченко

Рассмотрена целесообразность замены металлического арочного крепления бетонным в условиях ограниченной депрессии сети горных выработок.

УДК 622.7+622.281.5

Choice economic expedient type of fastening of the capital making taking into account limitation of size of depression / V.Z. Vashyk, M.T. Kirichinko

Considered the advisability of replacing the metal mounting concrete arch in reduced depression network of mine working.