

УДК 622.016.222

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИСТВОЛЬНОГО МАСИВУ ПРИ ЗБІЙЦІ ВИРОБОК ІЗ СТВОЛОМ

Колдунов І. О.

(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)

*На основе экспериментальных исследований установлены параметры зоны деформирования околоствольного массива в районе сопряжения ствола при проведении одной из его ветвей.*

*Based on the experimental works the parameters of rock mass deformation near the shaft in the zone of shaft coupling when driving one of its branch lines are determined.*

Відомо, що під час проходження виробок приствольного двору й особливо при збійці безпосередньо із стволем останній зазнає негативного впливу. У районі сполучення ствола виникають різні порушення кріплення та армування, причиною яких є втрата стійкості приствольного масиву, обумовлена перерозподілом напружено-деформованого стану.

Під зоною впливу сполучення прийнято мати на увазі протяжні ділянки ствола рівні приблизно 20 метрам, розташовані вище за склепіння і нижче за підосхву примикаючих виробок приствольного двору, а також частину цих виробок, прилеглу безпосередньо до ствола, де виникають додаткові концентрації напружень [1].

Слід відзначити, що якщо для експлуатації діючих сполучень виділення зон впливу вказаних розмірів цілком виправдане, то, як показують інструментальні спостереження, виконані УкрНДМІ, під час проходження виробок, що сполучаються, ці зони можуть значно збільшуватися, що вимагає прийняття пев-

них технічних рішень, як на стадії проектування, так і в процесі будівництва приствольного двору.

Аналіз методичних положень, а також експериментів [2–5] свідчить, що існуючі розрахункові методики не повною мірою враховують фактори, що істотно впливають на стан кріплення стволів. Так, відсутня кількісна оцінка розмірів і ступеня впливу виробок руддворів.

Саме ця обставина робить актуальними питання щодо виявлення особливостей і визначення закономірностей впливу проведення приствольних виробок на стійкість породного масиву в районі сполучень ствола, відповіді на які зрештою є основою для розробки технічних заходів щодо забезпечення експлуатаційного збереження стволів у цілому.

Ці питання набувають додаткової актуальності з урахуванням практики проектування і проходки вертикальних стволів, що склалася. Справа в тому, що, як правило, в процесі будівництва ствола в місцях майбутніх сполучень залишаються лише засічки протяжністю близько 5 м в горизонтальному напрямі. Тому проходка руд дворів практично завжди пов'язана із проведенням їх збійок із стволом, наслідком яких є втрата стійкості приствольного масиву і поява порушень кріплення стволів, що призводять до значних матеріальних і часових втрат.

Ця ситуація особливо характерна для глибоких горизонтів.

Для вирішення поставлених завдань в районі сполучення із горизонтом 1212,9 м ствола СППС № 2 шахти ім. Засядька (надалі просто «сполучення») в період проведення до нього порожнякової виробки була обладнана спостережна станція, яка складалася з двох профільних ліній реперів (рис. 1).

Перша - вертикальна закладена в стволі, друга - горизонтальна – у вже збитій із стволом вантажній виробці, розташованій з протилежної сторони підходу порожнякової вітки.

Вертикальна лінія складається з 10 реперів діаметром 22 мм і завдовжки 250–300 мм, забетонованих в кріпленні південно-західної стінки ствола на відстані 2–10 м один від одного, на глибині від 1172 до 1212 м. Останній репер (№ 9) в стволі розташований в зоні між отворами сполучення.

Спостереження в стволі проводилися сталевую 50-ти м рулеткою, заздалегідь закріпленою за допомогою сталевого кільця в канавці верхнього (нульового) репера. До кінця стрічки підвішувався постійний тягар масою 10 кг. Відлік по стрічці проводився з даху кліті супроти верхніх кромek кернів реперів.

Для горизонтальної профільної лінії у вантажній вітці сполучення були використані: маркшейдерський пункт на відстані 39 м від ствола, два реperi, забетоновані в боках виробки на віддаленні 20 і 23 м від ствола, і репер № 9.

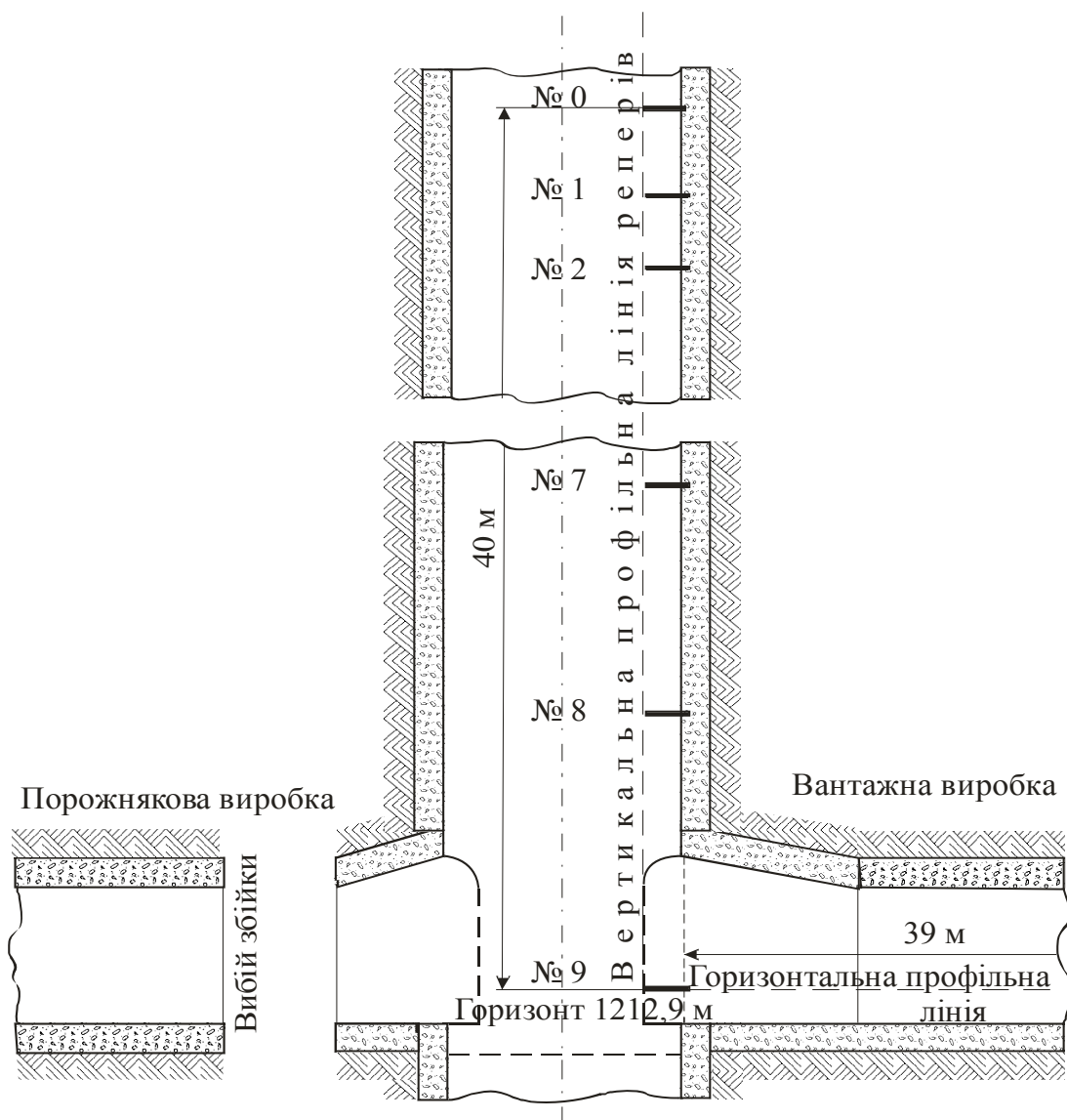


Рис. 1. Схема спостережної станції в районі сполучення із горизонтом 1212,9 м ствола СППС № 2

В цілому спостереження полягали у вимірюванні вертикальних відстаней між реперами в стволі і в геометричному нівелюванні заміряних пунктів на горизонтальній профільній лінії в прямому і зворотному напрямках. У результаті обчислювалися зміщення реперів у вертикальній площині.

Відзначимо, що результати зміщень репера № 9, отримані незалежно (вертикально – відносно нульового репера і горизонтально – відносно маркшейдерського пункту, розташованого на відстані 39 м від ствола), при кожному спостереженні порівнювалися для контролю і збігаються в межах точності вимірів.

З часу обладнання спостережної станції (26.07.06 р.) до моменту затухання процесу деформації масиву (18.10.06 р.), спричиненого проведенням порожнякової виробки для збійки із стволом, виконано шість серій вимірів. Їх аналіз виявив тісний зв'язок між отриманими зміщеннями кріплення і відстанню між стволом і порожняковою виробкою, що проводиться до нього. Так, при відстані до вибою збійки більше 20 м (спостереження 09.08.06 р.) (рис. 2), кріплення ствола в районі досліджуваної ділянки зазнавало невеликого стиснення.

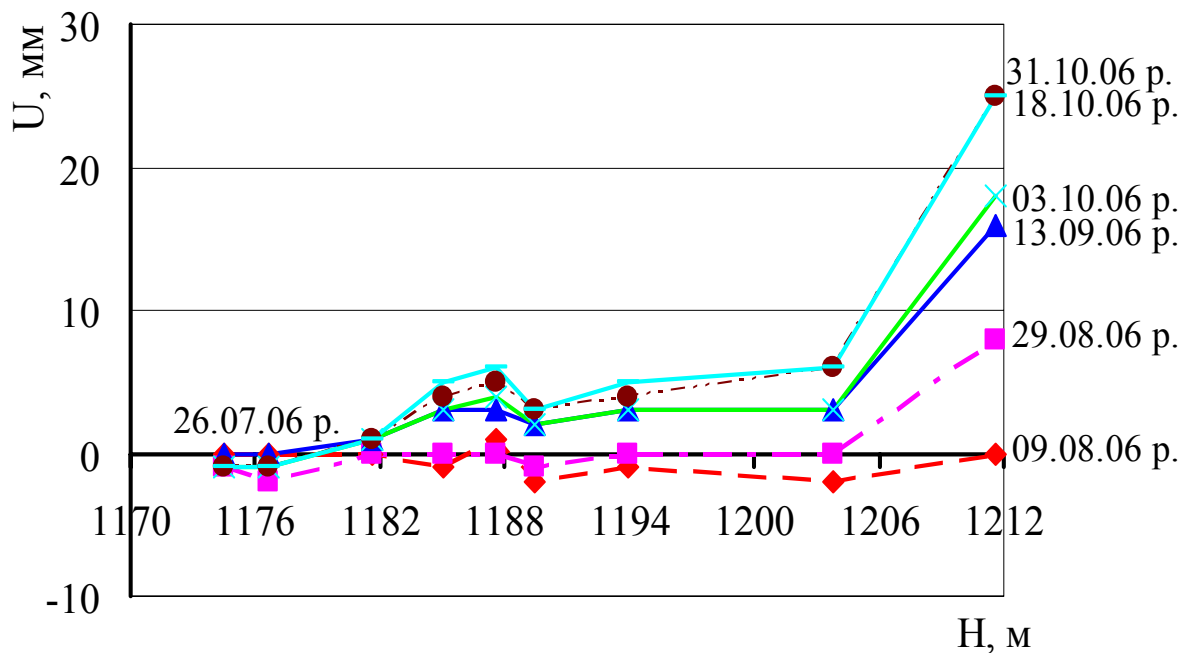


Рис. 2. Абсолютні вертикальні зміщення кріплення ствола  $U$ , відносно глибини  $H=1173$  м

Саме цей етап можна оцінити як початок активізації деформування гірського масиву в районі сполучення горизонту 1212,9 м з двох причин. По-перше, приблизно в цей час зафіксовано появу одиночних горизонтальних заколів над склепінням і під подошвою засічки в стволі під порожнякову виробку. По-друге, надалі при скороченні відстані між стволом і виробкою, що проводиться, процес стиснення кріплення змінився на розтягування (див. рис. 2), яке особливо інтенсивно стало виявлятися в зоні між отворами сполучення (репер № 9, глибина 1212 м).

У момент збійки порожнякової вітки із стволом (29.08.06 р.) зафіксовано появу значної кількості нових й інтенсифікацію розкриття наявних тріщин, заколів і вивалювання залізобетонного кріплення в зоні між отворами сполучення ствола. Абсолютні і поінтервальні розтягування на цій ділянці склали 8 мм (див. рис. 2, 3).

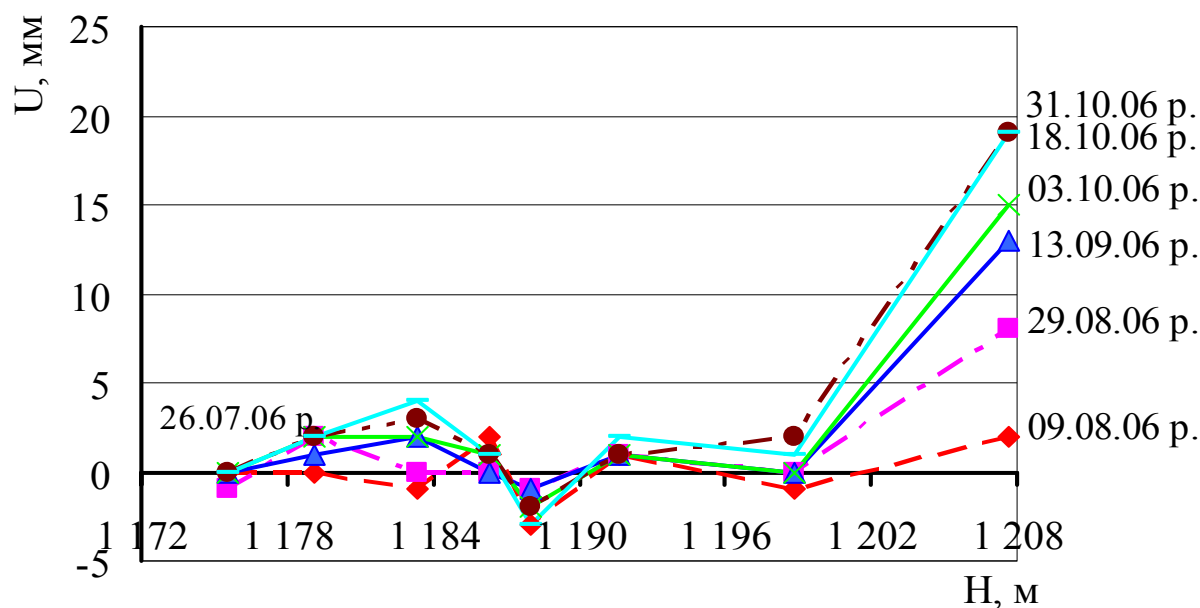


Рис. 3. Поінтервальні вертикальні зміщення кріплення ствола

Поінтервальна швидкість деформацій кріплення досягла  $0,27 \cdot 10^{-3}$  у тиждень (рис. 4). Необхідно відмітити, що допустимі відносні вертикальні деформації при розтягуванні для монолітного кріплення, згідно з «Методическими указаниями...» [2], скла-

дають по несучій здатності  $0,05 \cdot 10^{-3}$ , а по розкриттю тріщин -  $0,25 \cdot 10^{-3}$ .

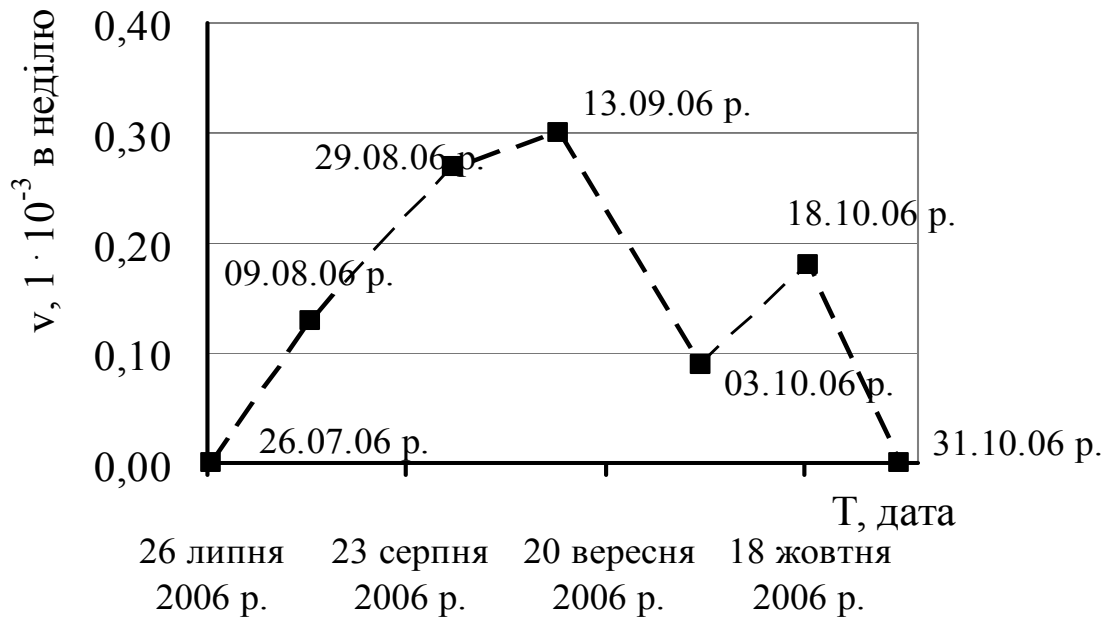


Рис. 4. Графік швидкостей вертикальних деформацій кріплення ствола між отворами сполучення

У цей період, очевидно, суттєво змінилися розміри зони необоротних деформацій у приствольному масиві у вертикальному напрямі. Про це свідчить той факт, що в інтервалі глибин 1174-1176 м тоді ж появився і розпочав розвиватися угору закол. Це також підтверджують результати вимірів на спостережній станції: зміщення кріплення ствола простежуються приблизно на тридцятиметровій ділянці, починаючи від склепіння сполучення (див. рис. 2, 3).

У цей момент (29.08.06 р.) які-небудь зміщення кріплення у вантажній виробці на горизонтальній профільній лінії не спостерігалися. Лише за два тижні (13.09.06 р.) зафіксовано активізацію процесу деформування масиву (рис. 5).

Таким чином, розвиток зони необоротних деформацій масиву в районі сполучення ствола по різних напрямках відбувається нерівномірно. У горизонтальній площині процес суттєво менш інтенсивний і відстає за часом. Так, якщо на вертикальній профі-

льній лінії деформації приствольного масиву відмічені вже при перших вимірах, то на горизонтальній лінії деформаційний процес зафіксовано приблизно через 5 тижнів, а з моменту збійки минули два тижні.

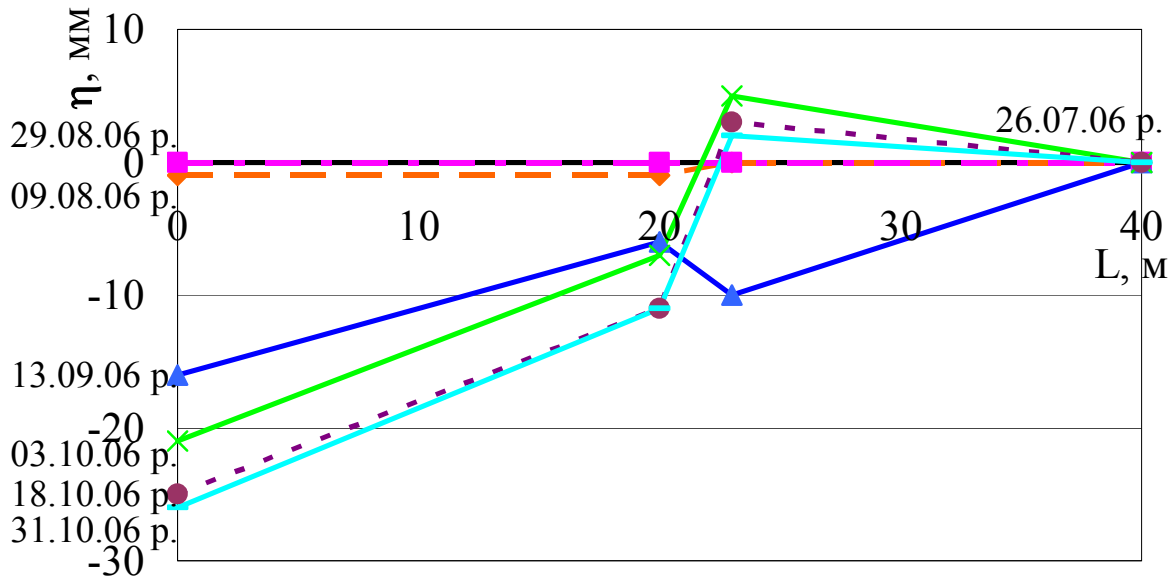


Рис. 5. Зміщення реперів η в горизонтальній частині сполучення ствола (вантажна виробка), L - відстань від ствола

На рис. 5 видно що, горизонтальна зона впливу, котра сформувалася у вантажній виробці, складає дещо більше 20 м від ствола. Приблизно така ж відстань була від ствола до вибою збійки порожнякової виробки, коли активізувався процес деформування масиву в районі сполучення.

Після збійки виробки зі стволом зміщення приствольного масиву продовжували інтенсивно розвиватися. Швидкість деформацій кріплення на вузлі сполучення за два тижні досягла  $0,3 \cdot 10^{-3}$  у тиждень (див. рис. 4). Потім вона розпочала падати, і процес деформування масиву почав затухати.

Абсолютні розтягування в районі отворів сполучення своїх максимальних значень досягли 18.10.06 р. і склали 25 мм, поінтервальні - 19 мм (див. рис. 2, 3). Вимірювання на горизонтальній профільній лінії (див. рис. 5) показало, що осідання репера № 9

на ділянці між отворами сполучення відповідає також 25 мм, а в 20 метрах від ствола – 11 мм.

Сьома серія спостережень, виконана 31.10.06 р. (див. рис. 4), підтвердила, що процес деформування приствольного масиву завершився, швидкості деформацій кріплення впали, зміщення перебувають в межах точності вимірів.

## **ВИСНОВКИ**

Виконані експериментальні дослідження дозволяють зробити такі висновки.

На глибоких горизонтах при проведенні збійки виробок приствольного двору зі стволом в гірському масиві виникають динамічні зони підвищених напружень, значно збільшуючи область впливу сполучення, прийняту традиційно (приблизно в 1,5 рази), що вимагає прийняття заходів як на стадії проектування, так і під час проведення виробок, що сполучаються.

Розвиток зони необоротних деформацій масиву в районі сполучення по різних напрямках відбувається нерівномірно. У горизонтальній площині цей процес суттєво менш інтенсивний і йде з відставанням за часом.

Деформування приствольного масиву в районі сполучення носить знакозмінний характер залежно від виниклої геомеханічної ситуації. Стиснення до початку активізації процесу, спричиненого проходкою виробки, що збивається із стволом, у міру наближення вибою змінилося інтенсивним розтягуванням, що ініціювало виникнення пошкоджень кріплення.

Найбільш інтенсивні деформації (швидкості вертикальних деформацій досягають  $0,3 \cdot 10^{-3}$  у тиждень) відбуваються безпосередньо в районі між отворами сполучення і відповідно тут мають місце максимальні порушення кріплення.

Отримані результати повинні стати основою для розробки технічних заходів щодо забезпечення експлуатаційного збереження стволів у цілому.



## **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Указания по определению параметров и конструкций крепи вертикальных шахтных стволов и приствольных камер на больших глубинах в горно-геологических условиях Центрального и Стаханово-Первомайского районов Донбасса [Текст].- Л.: Печ. цех ВНИМИ, 1981. – 72 с.
2. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Методические указания [Текст] : КД 12.01.01.201–98. - Утв. Минуглепромом Украины 26.06.98. – Изд. офиц. - Донецк, 1998. – 149 с.
3. Охрана и поддержание глубоких вертикальных стволов в Донбассе [Текст] / В. М. Кулешов, И. А. Южанин, С. Б. Кулибаба, В. А. Дрибан. – М.: ЦНИЭИуголь, 1987. – Вып. 4.
4. Дрибан, В. А. О напряженно-деформированном состоянии массива горных пород [Текст] / В. А. Дрибан // Проблеми гірського тиску. – 1999. - № 2.
5. Дрибан, В. А. Общие закономерности формирования напряженно-деформированного состояния массива [Текст] / В.А. Дрибан // Проблеми гірського тиску. – 2003. - № 10.