

2. Водонасные горизонты полтавско-харьковских песков и трещиноватой зоны кристаллических пород смешиваются на отдельных участках и могут разгружаться в пониженных участках балок.

3. Электрометрическая диагностика техногенно нарушенного массива позволила установить глубину залегания грунтовых вод и направление их движения.

4. Установлены причины снижения устойчивости бортов карьера и отко-сов отвала, которые заключаются в следующем:

- вследствие вогнутости центральной части рабочей площадки нижнего яруса отвала поверхностные воды способствуют размыву откоса отвала;

- поверхностные водоемы, расположенные в «кармане», находятся на лессовидных породах и являются источником их обводненности, из-за чего в породах уменьшается угол внутреннего трения и снижается устойчивое состояние основания;

- подземные напорные воды через «гидравлические окна» подпитывают грунтовые воды в основании отвала, что ведет к снижению его устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет ГП «Укрчерметгеология» Изучение изменения гидрогеологических условий в районе Криворожского бассейна. Отчет Криворожской геолого-гидрогеологической партии // г. Кривой Рог, 2008.

2. Методическое пособие по конкретной геофизической диагностике породного массива и подземных геотехнических систем. – Днепропетровск, ИГТМ им. Н.С. Полякова НАНУ, 2004. – 75с.

УДК 528.74:624.131.543

Канд. техн. наук, м.н.с. О.А. Бубнова,
м.н.с. О.О. Медведєва
(ИГТМ НАН України)

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТЕРЕОФОТОЗЙОМКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА КАР'ЄРАХ

В работе рассмотрены возможности использования современных цифровых фотоаппаратов для наблюдения за оползневыми явлениями на карьерах. Приведены условия необходимые для съемки и порядок обработки снимков.

OPPORTUNITIES OF USE STEREOPHOTOSHOOTINGS FOR STUDY OF PROCESSES CREEP ON QUARRIES

In article the opportunities of use modern digital cameras for supervision of a phenomena creeps on quarries are considered. The conditions necessary for shooting and sequence of processing of pictures are given.

Україна є однією з ведучих гірничодобувних країн світу по видобутку залізної руди, марганцю, вугілля, рідкоземельних металів, нерудної сировини.

Інтенсивний видобуток корисних копалин призвів до утворення величезних по масштабах площ кар'єрів, відвалів, шламосховищ, тобто виникненню так званого техногенного геологічного середовища з іншими властивостями

гірських порід та порушенню природного. Внаслідок зміни режиму поверхневих та підземних вод, збільшення навантажень гірськими породами на підваліни відбуваються небезпечні явища: зсуви гірських порід в великих масштабах, осідання земної поверхні, перекриття русел річок гірськими породами і інше.

Це вимагає спеціальних спостережень за об'єктами маркшейдерськими службами підприємств.

Кар'єри, у яких проводять видобуток руди, відвали, шламосховища й інші об'єкти перебувають у складному геомеханічному стані. Він обумовлений наступним:

- шаруватість метаморфічних порід родовищ з утворенням тріщин відшарування;
- наявність підземних гірничих виробок;
- вихід на борти кар'єрів порід, які при зволоженні втрачають стійкість;
- інтенсивний вплив техногенних факторів: сейсмічний вплив вибухів, динамічні навантаження гірничо-транспортного устаткування;
- атмосферні опади, їх надходження у верхні водоносні горизонти четвертинних відкладень і розвантаження їх у кар'єр;
- розташування об'єктів (кар'єрів, відвалів, шламосховищ) в заплаві річок, що призводить до обводнюваності порід четвертинних відкладень.

Викладені умови призводять до того, що борти кар'єрів на різних ділянках одночасно можуть перебувати у нестійкому стані.

Основним, а найчастіше єдиним джерелом даних про геомеханічний стан масиву гірських порід і його зміни в часі є інструментальні виміри їх параметрів. Виміри зрушень і деформацій за допомогою лінійно-кутомірних інструментів проводять на поверхневих спостережних станціях, які обладнані опорними та робочими реперами, а також на спеціальних станціях, пристосованими для стереофотозйомок. Існуючі методики інструментальних спостережень за розвитком процесу зсунення мають ряд недоліків. По-перше, вони не відображають реальних процесів, що відбуваються в масиві гірських порід. Отже, прогнозні оцінки, що базуються на даних інструментальних спостережень, не так надійні, як цього вимагає сучасне гірниче виробництво. По-друге, вони дуже трудомісткі, що не дозволяє одержувати дані про деформації земної поверхні в обсягах і з періодичністю, необхідних для успішного рішення завдань запобігання зсувних явищ, підвищення безпеки ведення гірничих робіт.

Існуючі на кар'єрах служби зрушення виконують велику роботу з попередження аварійних ситуацій. При цьому застосовуються інструментальні спостереження на спостережних станціях. Ці методи надійні, але не дозволяють охопити великий простір кар'єру й вимагають великих трудовитрат. До того ж спостережні станції частково потрапляють у зону зрушення, порушуючи режим спостережень і необхідну їх точність. Унаслідок чого здійснення маркшейдерських робіт із застосуванням лінійно-кутових вимірювальних приладів, паперових носіїв інформації стають проблематичними і низькоточними. Рішенням цих проблем є впровадження сучасних цифрових технологій, устаткування і приладів для маркшейдерського забезпечення гірничого виробниц-

тва.

Для зйомки великих за площею кар'єрів і відвалів широко застосовується аеро- і стереофотозйомки, яке дозволяє визначати і графічно відображати форму, розміри і просторове положення предметів, земної поверхні, елементів кар'єрів по фотографічних знімках. Бінокулярний розгляд двох знімків, що містять зображення одного і того ж предмету, об'єкту, отримані з двох кінців базису фотографування відтворює об'ємне сприйняття відповідного предмету, ділянки місцевості або кар'єру – стереомодель.

До переваг стереофотозйомки відносяться:

- невеликі витрати часу при виконанні польових і камеральних робіт;
- висока точність первинної документації;
- вільний вибір пікетних точок;
- безпосереднє використання стереомоделі кар'єру для аналітичного відзеркалення стану гірничих робіт;
- можливість вивчення конкретних явищ (в т.ч. зсувних процесів) що мають розвиток у просторі та часі.

Проводити стереофотозйомку нерухомих об'єктів з двох різних точок можна будь-яким фотоапаратом.

Цифрові технології початку двадцять першого століття підготували фундамент розвитку популярності стереофотографії. З появою цифрових фотокамер, принтерів і кольорових моніторів високої роздільної здатності дозволяє в простих умовах виготовляти растрові і анагліфні стереофотографії, які зовсім недавно були долею промислового виробництва.

Стереофотозйомка дозволяє проводити просторові (тривимірні) спостереження – визначення повного зсуву точки в просторі, а також визначати об'єми мас, що зсуваються.

Застосування і можливість використання стереофотозйомки для вивчення зсувних процесів вимагає наявності і дотримання певних умов:

- місця розташування базисів повинні бути нерухомі;
- відповідність величини базису відстані до об'єкту спостереження (табл. 1);

Таблиця 1 – Величина базисів стереофотозйомки і об'ємного сприйняття зображення

Величина базису стереофотозйомки, см	Зона оптимального сприйняття простору, м	Межа ще добре сприйманого простору, м
100	50-170	340
200	100-340	680
500	250-850	1700
1000	500-1700	3400
2000	1000-3400	6800

- дотримання умови ортостереоскопії (пропорційність глибини і поперечних розмірів сцени), представлені виразом (1);

- розузгодження конвергенції і акомодатії очей глядача не повинне перевищувати 1-ої діоптрії, інакше відбувається обмеження відтвореного по глибині простору;

- дозвіл і кутові розміри стереознімка є важливими чинниками, що впливають на ефективність сприйняття простору.

$$Q = -V^2 \quad (1)$$

де Q – подовжній масштаб; V – поперечний масштаб.

Для того, щоб отримати стереознімок, слід відобразити два ракурси, відповідні зображенням, які сприймають наше праве і ліве око одночасно. Це можна реалізувати трьома способами (мал. 1):

- 1) одночасне фотографування двома синхронізованими апаратами;
- 2) послідовне фотографування двох ракурсів одним апаратом;
- 3) фотографування одним апаратом через спеціальну стереонасадку на об'єктиві.

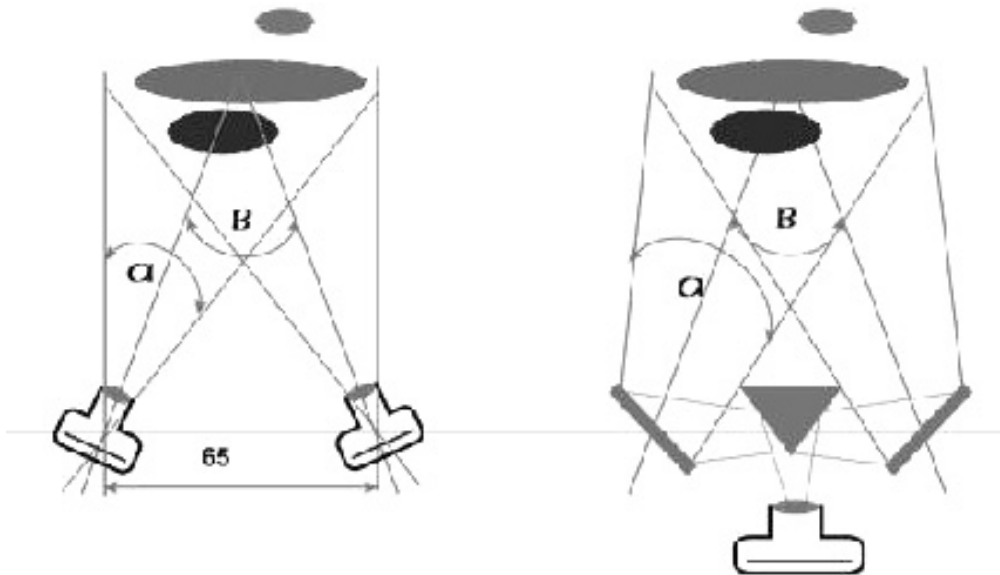


Рис. 1 – Способи створення стереознімків

Другий спосіб є найдоступнішим і дешевшим. Він забезпечує найвищу якість стереозображень нерухомих об'єктів. Оскільки використовується тільки один фотоапарат, не потрібна складна переробка серійних моделей з метою синхронізації їх роботи.

Завдяки меншим розмірам матриці цифрових компакт-дисків, ніж кадрів плівкового апарату, глибина різкого простору, що відображається, при цифровій стереозйомці значно більше, що позитивно позначається на якості отриманого стереоефекту.

Фотографування однією фотокамерою завжди здійснюється з штатива. Це значно полегшує подальшу обробку стереофотографій.

У зв'язку з тим, що об'єкти, за якими передбачається вести спостереження, розташовуються на різній відстані від об'єктиву фотоапарата (створюється кутом відкосу уступу), тобто існує задній і передній план, для забезпечення

комфортного сприйняття стереознімка необхідно обмежити задній і передній план глибиною сцени (мал. 2). Глибина сцени визначається з наступного виразу

$$\Delta = Z_{\text{ДАЛЬН}} - Z_{\text{БЛИЖН}} = F(Z_{\text{ГОЛ}}) \quad (2)$$

де $Z_{\text{ДАЛЬН}}$ – відстань до заднього плану, м; $Z_{\text{БЛИЖН}}$ – відстань до ближнього плану, м; $F(Z_{\text{ГОЛ}})$ – відстань від камери до головного (центрального) об'єкту сцени, м.

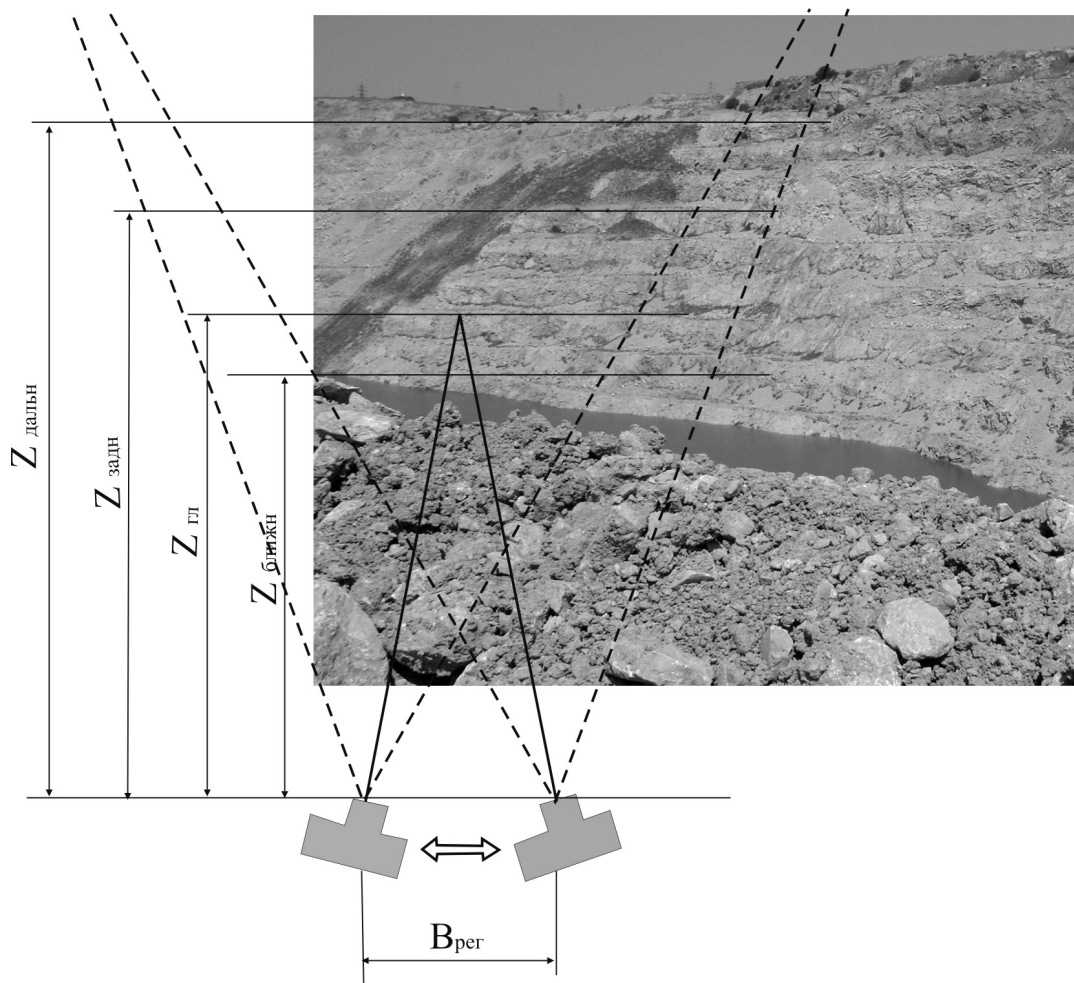


Рис. 2 – Схема до визначення глибини сцени

Глибина сцени знаходиться в прямій залежності від величини базису.

Враховуючи обмеження, викликані необхідністю пропорційної передачі подовжніх розмірів сцени і межею дисбалансу акомодатії і конвергенції очей спостерігача, можна скласти таблицю значень ($B_{\text{рег}}$ - стереобазис зйомки), ($Z_{\text{дальн}}$) і ($Z_{\text{ближн}}$) залежно від дистанції ($Z_{\text{гл}}$) - відстані від камери до головного об'єкту сцени (табл. 2). Дані параметри таблиці справедливі тільки для фокусної відстані об'єктиву цифрової фотокамери - 50 мм. (у перерахунку на 35 мм оптику) і умов демонстрації анагліфного стереодисплея, зображеного

на мал. 3.

Таблиця 2 – Відповідність глибини знімка і стереобазы зйомки *

$Z_{ГОЛЬ}$, м	$B_{РЕГ}$, см	$Z_{БЛИЖН}$, м	$Z_{ДАЛЬН}$, м
5,0	11,5	4,0	10,0
7,0	13,6	5,6	14,0
10,0	16,3	8,0	20,0
50,0	36,3	40,0	100,0
100,0	51,4	80,0	200,0
500,0	114,9	400,0	1000,0

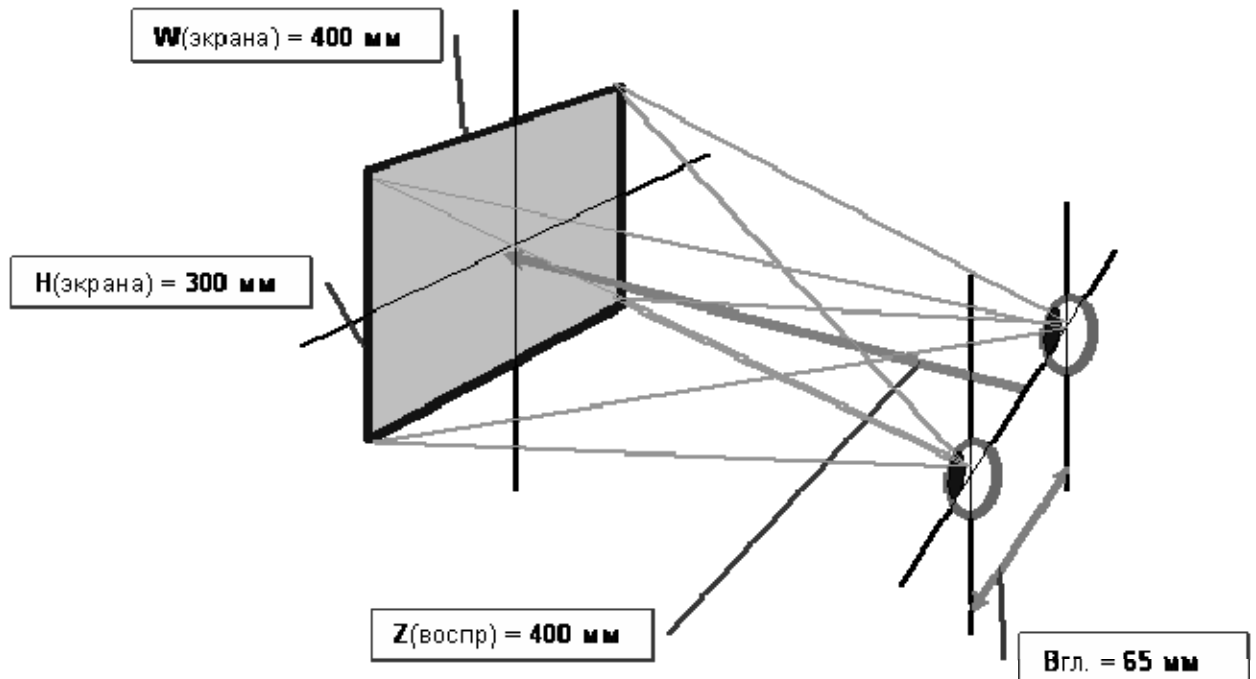


Рис. 3 – Схема до визначення умов оптимального сприйняття стереознімка

В якості анагліфного стереодисплея може служити як LCD в монітор, так і фотовідбиток форматом 40 x 30 см. Чому вибрано саме таке значення фокусної відстані і розміру дисплея? Наші очі комфортно сприймають стереозображення розміром не менше 40 x 30 см з відстані 40-50 см. Аналогічно початкову сцену бачить об'єктив фотокамери з фокусною відстанню $f = 50$ мм. Це, як наголошувалося раніше, одна з головних умов адекватного відображення простору на стереознімку.

Для перегляду стереозображення можна використовувати:

- спеціальний пристрій - стереоскоп;
- анагліфні окуляри, через світлофільтри яких можна розглядати створене анагліфне зображення;
- створити растрове зображення, для перегляду якого не потрібні ніякі спеціальні пристрої.

Стереоскоп - один з найбільш простих приладів для розгляду стереопар.

Анагліф у перекладі з грецького означає "випуклий". Реалізується метод

колірним кодуванням стереопари і відновленням стереозображення за допомогою червоного і смарагдового світлофільтрів анагліфних окулярів, які можна придбати в магазині або зробити самому.

Створення анагліфних зображень проводиться за допомогою графічного редактора Photoshop. Спочатку треба відкрити в редакторі відразу обидва кадри, і за допомогою інструмента "move tool" перетягнути один з ракурсів на другий, створивши таким чином, двошаровий "сандвіч". Правою клавішею "мишки" клацнути два рази на синім полі вікна "Layers" із зображенням верхнього шару кадру. Відкриється вікно "Layer style". Необхідно знайти в ньому три помітки з написами (R), (G), (B). Після цього надягти анагліфні окуляри і спробувати вилучити (R) помітку. Якщо виникне неправильна передача простору сцени, відновити вилучену помітку, потім спробувати забрати (G) і (B) одночасно. Спостерігаючи стереознімок через анагліфні окуляри, за допомогою клавіш "вгору", "вниз", "вправо", "вліво" переміщати верхній шар щодо нижнього до виникнення відчуття комфортного сприйняття тривимірної картини. Переконавшись в оптимальності виконаних налаштувань, необхідно скадрувати знімок, видаляючи інструментом "Crop Tool" ділянки зображення, що не беруть участь у створенні стереоефекта. Після цього необхідно "склеїти" усі шари і зберегти отримане зображення у форматі JPG з мінімальним стиском.

Перегляд анагліфного зображення краще здійснювати на LCD - моніторі. Це можна пояснити наступними факторами:

- LCD монітори мають високу яскравість кольорової картини;
- вони прекрасно погоджені по параметрам анагліфного колірокодування;
- відсутнє мерехтіння монітора, що знижує стомлюваність глядача.

Для вивчення розвитку зсувних процесів стереофотозйомку необхідно робити періодично. При цьому треба дотримуватись наступних умов:

- зйомка повинна проводитись з тих самих точок базису;
- робити зйомку зі штатива при одній і тій же його висоті;
- у кадрі повинен розміщатись помітний предмет (орієнтир), який послужить межею відліку глибини простору;
- використання для зйомки однієї або двох однакових фотокамер у весь період спостережень;
- не використовувати при стереофотозйомці як основне джерело світла вбудовані спалахи - це призведе до перекручування стереоефекту;
- під час стереозйомки бажано користуватися ручними установками експозиції і різкості, тому що під час другої експозиції автоматика може зорієнтуватися інакше і змінити попередні налаштування, що негативно позначиться на якості результату.

Отримані при кожній наступній зйомці й оброблені, як описано вище, стереопари знову обробляються за допомогою графічного редактора Photoshop. Тільки в даному випадку проводиться суміщення двох анагліфних зображень з доданням одному з них прозорості до 60 %. Ця операція дозволить визначити напрямок розвитку зсуву, його лінійні параметри й обсяг мас, що зміщу-

ються.

Таким чином, стереофотозйомка цифровими фотокамерами дозволяє підвищити продуктивність праці маркшейдерської служби без втрати якості проведеної зйомки.

УДК 622.281.74:622.831

Д-р техн. наук В.В. Виноградов,
канд. техн. наук А.П. Круковский,
В.А. Хворостян
(ІГТМ НАН України)

ПРИМЕНЕНИЕ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ

У роботі показана необхідність застосування складних конструкцій анкерного кріплення в гірничо-геологічних умовах вугільних шахт України. Представлено результати практичного впровадження такого кріплення на шахті «Павлоградська».

APPLICATION OF DIFFICULT DESIGNS ANCHOR SYSTEMS

In the article shown necessity of applications of difficult anchors constructions in mining and geological conditions of Ukrainian coal mines. Results of a practical intrusion of difficult anchors constructions on mine "Pavlograd" are presented.

В последние годы достаточно активно и широко происходит внедрение анкерной крепи на угольных шахтах Украины [1]. Но горно-геологические и горнотехнические условия украинских шахт значительно сложнее и многообразнее, чем в ведущих угледобывающих странах, в которых накоплен значительный опыт применения анкерных систем по британской технологии.

Суть данной технологии сводится к созданию в кровле грузонесущего перекрытия за счет установки системы анкеров с расстоянием между ними не более, чем 1 м. Контроль качества созданного перекрытия осуществляется при помощи мониторинга смещений породных слоев кровли с использованием датчиков поплавкового типа «тел-тейл» и напряжений в анкерных штангах с использованием тензометрических анкеров. Контроль несущей способности закрепленных анкеров проводится с помощью теста на выдергивание анкера из шпура. Британская технология охраны горной выработки с применением анкерных систем исходит из представлений об их упрочняющем действии на приконтурный массив. За основу приняты штреки с прямоугольной формой поперечного сечения.

Как правило, такая технология применяется в благоприятных горно-геологических условиях для выработок со сроком службы до 4 лет, охраняемых целиками шириной 10-40 м. При этом выработки обязательно погашаются вслед за лавой.

Анкера в таких выработках устанавливаются в кровле вертикально и в боках горизонтально, как правило, по простой системе – продольными и попе-