

Н. А. НІКІФОРОВА (ДНУЗТ), О. О. ШУСТОВ, В. І. СТЕЦЬОК (Національний гірничий університет, Дніпропетровськ)

## НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ОБВОДНЕНИХ РОДОВИЩ М'ЯКИХ ПОРІД

Запропонований спосіб відкритої розробки обводнених м'яких порід Ново-Дмитрівського буровугільного родовища.

*Ключові слова:* родовище, будівельні матеріали, корисні копалини, діатоміти, вуглисті глини, дослідження, промислова розробка

На сьогодні не існує світового досвіду розробки таких буровугільних родовищ як Ново-Дмитрівське, розташоване в Барвенківському районі Харківської області поблизу її кордону з Донецькою. Враховуючи надвеликі об'єми порід розкриття, проблема оцінки якості останніх з метою їх подальшого використання є надто важливою і актуальною. У процесі промислової розробки родовища планується використання принципово-нових технологій і обладнання для роздільної розробки пластів вугілля і попутних корисних копалин, їх транспортування і тимчасового складування у вигляді тимчасових техногенних родовищ. Передбачається, що їх повторна розробка і своєчасне постачання споживачам дозволить на довгий час забезпечити промисловість району (будівництво, хімічну, сільське господарство) цінною мінеральною сировиною. Її видобуток з техногенних родовищ буде виконуватися із застосуванням того ж обладнання, що і на основних процесах розробки буровугільних покладів. В екологічному відношенні територія району для будівництва кар'єру, ТЗЦ, транспортних та енергетичних мереж, не розвинена і промислово не освоєна.

Гірничо-геологічні умови розробки Ново-Дмитрівського родовища складні. Вони обумовлені значною (до 350 м) глибиною залягання вугільних пластів, значним кутом падіння порід на бортах мульди (до 15...25°), зменшенням потужності вугільних покладів з 60...74 м в центральній частині до 2...6 м на її периферії.

Відомо, що нахилені родовища занурюються у надра до глибини 300...400 м і їх розробка відкритим способом супроводжується вийманням значних об'ємів порід розкриття, які суттєво обводнені. Окрема ж група таких родовищ у соляних штоках характеризується напірними підземними водами, що повсюдно обводнюють не тільки породи розкриття і пласти корисних копалин, а й розповсюджуються на значну глибину від проектних контурів кар'єрного поля.

Тому до останнього часу розробка таких родовищ не ведеться. Це пояснюється тим, що поряд з великою потужністю пластів корисних копалин, наприклад, на Ново-Дмитрівському родовищі сумарна потужність трьох пластів бурого вугілля досягає 115 м, а прошарків вуглистих глин, діатомітів і кварцових пісків – по 40...80 м кожний. Родовище являє собою мульду з падінням вугільних пластів на крилах до 25° і горизонтальним розташуванням у центральній частині з підшовою на глибині 380 м. Початковий коефіцієнт розкриття становить 10...12 м<sup>3</sup>/т і знижується у процесі поглиблення до 4 м<sup>3</sup>/т при досягненні розкривними роботами підшви кар'єрного поля. Геолого-розвідувальними роботами встановлено, що прогнозний приплив підземних вод становить 60...70 тис. м<sup>3</sup>/рік при гідравлічному тиску до 300...500 м водного стовпа. Зниження тиску підземних вод і осушення гірського масиву на робочих горизонтах за відомими технологіями здійснювати технічно складно й економічно не вигідно.

Оцінка гідродинамічного режиму підземних вод у моделюємій області при розкритті й відпрацьовуванні родовища відкритим способом виконана за результатами чисельного моделювання в умовах нестационарного режиму фільтрації. Вирішення прогнозних задач геофільтрації являло собою сукупність послідовних рішень, відповідних до розрахункових періодів розвитку гірничих робіт по площі й глибині. Отримані рішення відповідають тимчасовим періодам відпрацьовування родовища протягом 1, 6, 8, 11, 14, 17 і 20 років. Розрахункові періоди встановлені за умови досягнення дном кар'єру позначок покрівлі шарів, що перекривають водовмісні породи четвертинного водоносного горизонту, верхньої, складної та основної вугільних лінз.

Встановлено, що формування депресійної воронки в четвертинному водоносному горизонті

нті відповідає положенню контурів кар'єру в межах проектних контурів. При цьому в горизонтах, що залягають нижче, практично відсутні помітні зміни в рівневому режимі підземних вод. Це пояснюється, з одного боку, наявністю розподіляючих шарів у межах мульдоподібної структури, а з іншого – значними ємнісними запасами вуглевмісної товщі. Величини водопритоків на цей період становлять 2420 м<sup>3</sup>/доб.

На 6-ти літній період розвитку гірничих робіт відповідний до положення дна кар'єру стан покрівлі складної лінзи (абсолютна позначка – 30,00 м) відзначається істотним зростанням дренального впливу контурів розрізної траншеї. Так, практично у всіх розрахункових шарах починається формування гідродинамічних ліній депресій в межах контурів кар'єру. Найбільшому впливу піддаються верхні водоносні горизонти, у меншій мірі – водоносний горизонт підвугільних пісків, що пов'язано з його значними ємнісними запасами. До особливостей цього періоду розкриття родовища слід віднести початок формування зон осушення в межах контурів розрізної траншеї, яке відзначається в четвертинному водоносному горизонті й горизонті верхньої вугільної лінзи. Величини водопритоків у кар'єр на шостий рік ведення гірничих робіт оцінюються об'ємом 19407 м<sup>3</sup>/добу. Їхнє формування відбувається як за рахунок ємнісних запасів, так і задіяних ресурсів з верхніх горизонтів.

Поглиблення кар'єру до позначок покрівлі основної лінзи (8-річний розрахунковий період, позначка дна кар'єру –110 м) супроводжується збільшенням розмірів депресійних воронок у всіх водоносних горизонтах, включаючи і товщу підвугільних пісків. Зниження рівнів води в границях кар'єру й відробка ємнісних запасів приводить до збільшення площі ділянок осушення верхніх горизонтів вуглевмісної товщі. При цьому величина водопритоків у кар'єр на цей період зростає до 52386 м<sup>3</sup>/добу.

Поступальне переміщення розрізної траншеї і її поглиблення до позначки –160 м у міру відпрацювання покладів (11-літній розрахунковий період) приводить до осушення більш великих ділянок верхніх водоносних горизонтів і зросту кар'єрного водопритоку до 72534 м<sup>3</sup>/добу. Збільшення площі осушення водоносних горизонтів свідчить про переважну роль ємнісних запасів підземних вод у формуванні кар'єрних водопритоків.

Подальше ведення гірничих робіт при поступальному переміщенні розрізної траншеї й відпрацювання порід усередині кар'єрного про-

стору приводить до поступового осушення крайових ділянок буровугільних покладів. Так, при зниженні позначки гірничих робіт від –160 до –200 м на розрахункові періоди експлуатації кар'єру станом на 14 і 17 роки разом з верхніми водоносними горизонтами відзначається поступове осушення також і основної лінзи. При цьому обсяги кар'єрних водопритоків зберігаються на рівні 66...76 тис. м<sup>3</sup>/добу з тенденцією до поступового зниження.

Результати прогнозних розрахунків на 20-ти літній період відпрацювання родовища показали, що при положенні дна розрізної траншеї на позначках товщі основної лінзи та віддаленні її від контуру розкриття на відстань 1200 м у напрямку проектного відпрацювання вугільного шару формуються ще більш зони осушення. При цьому підвугільна товща пісків залишається водовмісною і в ній зберігаються високі значення напорів. Розрахункові величини водопритоків на цей період перебувають у межах 60...65 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Для оцінки ефективності глибинного дренажу моделювалася робота дренажних виробок, проведених у товщі основного вугільного покладу на відстань до 400 м від розрізної траншеї. Встановлено, що при значному віддаленні дренажного контуру від розрізної траншеї відбувається формування незалежної гідродинамічної депресії, що суттєво знижує ефективність випереджального глибинного дренажу. Розвиток значних градієнтів напорів у межах моделюваної області зумовлене, з одного боку, наявністю слабопроникних поділяючих відкладень, з іншого боку – ємнісними запасами підземних вод, приурочених до потужної товщі підвугільних пісків.

Слід зазначити, що переважна роль інфільтраційного живлення і ємнісної складової у формуванні кар'єрних водопритоків робить мало-ефективним вертикальний дренаж на границях вуглевмісної товщі. У цих умовах найбільш доцільним з погляду керування гідродинамічним режимом є ведення гірничих робіт з послідовним переміщенням положення розрізної траншеї та складування порід розкриття у виробленому просторі при реалізації динамічного контурного дренажу, що забезпечує зниження напорів у межах ділянок, які безпосередньо прилягають до контурів розрізної траншеї.

Збереження розмірів розрізної траншеї у цьому випадку буде забезпечувати сталість дренажного контуру кар'єру й, відповідно, зниження об'ємів, що формуються кар'єрними водопритками у міру відробки статичних за-

пасів підземних вод у товщі підвугільних пісків.

Оскільки родовище суттєво обводнене, розкриття й відпрацьовування кожного нового горизонту доцільно здійснювати екскаваторами з нижнім копанням, а вивезення породи виконувати стрічковими конвеєрами, із виключенням, по можливості, автомобільних перевезень. Для цього у якості базового гірничотранспортного обладнання прийняті драглайни типу ЕШ-20/90 і конвеєри із шириною стрічки 2000 мм, а також і відповідні їм по продуктивності самохідні бункери, перевантажувачі й відвалоутворювачі. На поверхні породи складаються роздільно по різновидах у прилеглі балки, утворюючи техногенні родовища. Тут же влаштовуються ємності для відкачуємих підземних вод, обгороджуючі дамби яких виконуються із суглинків верхнього горизонту кар'єру.

По мірі заглиблення гірничих робіт верхні горизонти кар'єру дренуються від підземних вод, здобувають більш високу несучу здатність і можуть відпрацьовуватися роторними екска-

ваторами з великою продуктивністю. Ведення розрізної траншеї глибиною 30 м на довжину 500 м драглайном ЕШ-20/90 №1 з нормативною продуктивністю при навантаженні породи на стрічковий конвеєр здійснюється за пів року.

Розширення й подовження траншей для підготовки площадки до розкриття кожного нижчележачого горизонту (рис. 1) цим же екскаватором виконується за один рік. При посуванні фронту робіт у поздовжньому й поперечному напрямках на розкритому горизонті збільшується об'єм гірничих робіт, внаслідок чого послідовно вводяться до експлуатації нові драглайни №№ 2, 3, 4...11. На 4-му етапі після 2,5 років від початку будівництва кар'єру великий обсяг виймальних робіт на I горизонті вимагає введення до експлуатації роторного екскаватора СРС-2000 № 1.

Надалі такі ж екскаватори № 2 і № 3 вводяться для розробки 2-го й 3-го горизонтів відповідно на протязі 5,5 й 6,5 років експлуатації. Загальний строк будівництва кар'єру з виходом на проектну продуктивність триває 7...9 років.

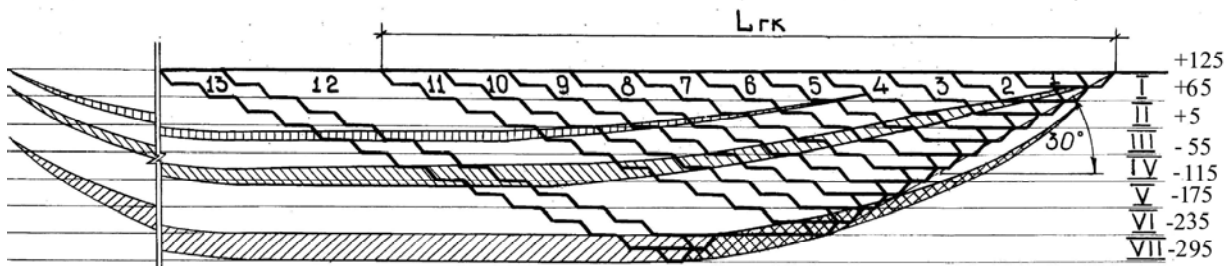


Рис. 1. Схема пошарового розкриття горизонтів при будівництві Ново-Дмитрівського вугільного кар'єру

Оскільки висота уступів обмежена умовами стійкості суттєво обводнених порід, раціональне використання по продуктивності параметрів драглайна й забійного стрічкового конвеєра може бути досягнуте при поділі уступу висотою 60 м на три підступу (рис. 2). Систематичне заглиблення гірничих робіт ведеться від земної поверхні до рівня граничної глибини кар'єру. Перша західка по нижньому підступі шириною 60 м на глибину 30 м відпрацьовується драглайном нижнім копанням [1].

Відробку ведуть від пологого виїзду. Багатоланковий стрічковий конвеєр розташовують на верхній площадці другого підступу і навантаження гірської маси здійснюють до нього через самохідний бункер-накопичувач. Після відробки першої західки при переміщенні драглайна у зворотному напрямку до пологого виїзду виймання гірської маси другою західкою ведуть верхнім черпанням у межах другого підступу. Після її відробки драглайн по полого-

му виїзду переміщують догори на покрівлю другого підступу і відпрацьовують верхнім черпанням з неї третю західку третього підступу, а потім у зворотному напрямку і четверту на цьому ж підступі. При переміщенні драглайна у напрямку від пологого виїзду ланки конвеєра одна за одною поступово перекладають у бік напрямку посування фронту гірничих робіт, після чого драглайн переміщують по пологому виїзду на покрівлю основного підступу і таким чином відпрацьовують уступ. При відпрацюванні кожної західки в її нижній площадці формують водовідвідну канаву, а воду із неї поступово відкачують насосами на земну поверхню за межі кар'єрного поля.

При цьому зниження поточного об'єму розкриву можливо здобути за рахунок формування більш крутого укосу робочого борту кар'єру уступами із підвищеною висотою, які відробляються одним комплектом драглайна і вибійного багатоланкового стрічкового конвеєра, що

забезпечує першочергове розкриття основного уступу нижнім черпанням, за рахунок чого забезпечується надійне зневоднення масиву гірських порід у напрямку посування фронту виймальних робіт, підвищена безпека робочого обладнання і значно менший обсяг гірничотранспортних робіт на початковому етапі експлуатації.

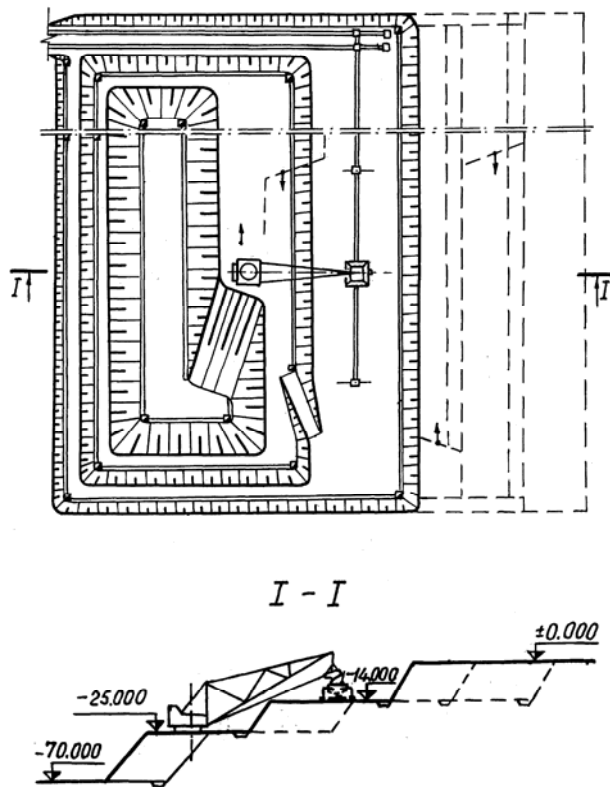


Рис. 2. Технологічна схема відкритої розробки родовищ м'яких порід драглайном у комплексі зі стрічковими конвеєрами

Запропонований спосіб відкритої розробки обводнених м'яких порід дозволяє запобігти вийманню значних об'ємів порід розкриття у початковому періоді розробки кар'єрного поля і отримати велику економію матеріальних і грошових витрат, а також підвищити умови безпеки експлуатації крупногабаритного виймально-транспортного обладнання. Так, при розробці мульдopodobного Ново-Дмитрівського родовища, практично затоплено водою і може бути введено до експлуатації тільки за умови використання описаної технології із вийманням порід драглайнами, які можуть працювати як нижнім, так і верхнім черпанням у комплексі із стрічковими конвеєрами, завдяки чому робочі уступи зневоднюються і знаходяться у стійкому стані.

Для драглайна типу ЕШ-20/90 максимальна глибина черпання нижче рівня знаходження

складає 42 м, а при роботі з верхнім черпанням –14 м. У період розвитку кар'єра до виходу на проектну потужність глибина кар'єру досягне 250 м. При формуванні робочого борту уступами висотою 42 м із шириною робочих площадок 120 м кут укосу борту не перевищує 14°. Формування уступів згідно описаного вище рішення дозволяє підвищити висоту уступу до 70 м і розробляти його трьома підступами висотою 42, 14 і 14 м відповідно. Така схема розташування обладнання дозволяє збільшити кут робочого борту до 20°, за рахунок чого зменшується крок його посування поверхню до значення, що визначається за формулою, м:

$$Z = H(\operatorname{ctg} 20^\circ - \operatorname{ctg} 14^\circ) = 250 \cdot (0,36 - 0,25) = 27,5$$

При середній довжині фронту виймальних робіт 3000 м об'єм породи, що запобігає першочерговій розробці, становить 10,3 млн. м<sup>3</sup>. При розрахунковій вартості виймання 1 м<sup>3</sup> породи рівному 10,5 грн., загальна економія коштів становить понад 77 млн. грн. До цього ж скоріше досягнення кінцевої глибини кар'єром на пологих схилах родовища дозволяє застосувати внутрішнє відвалування порід розкриття у виробленому просторі, за рахунок чого можливо відмовитись від порушення земель зовнішнім відвалом. Менша кількість екскаваторів буде експлуатуватись з більшою продуктивністю за рахунок збільшення фронту виймальних робіт.

За результатами виконаних оцінок встановлено, що в умовах Ново-Дмитрівського кар'єра найбільш раціональним з погляду керування гідродинамічним режимом є ведення гірничих робіт з послідовним переміщенням розрізної траншеї до низу й складуванням відвальних порід у межах відпрацьованих ділянок родовища, що буде забезпечувати сталість дренажного контуру й, відповідно, зниження об'ємів кар'єрних водопритоків у міру відробки статичних запасів підземних вод. Для підвищення ефективності дренажного водозниження у наведених умовах доцільним представляється реалізація динамічного контурного дренажу, що забезпечує зниження напорів у межах ділянок, що безпосередньо прилягають до границь розрізної траншеї.

З урахуванням складних гірничо-геологічних умов розробки Ново-Дмитрівського буровугільного родовища, досліджені в його розкривній частині корисні копалини повинні суттєво покращити економічну ситуацію регіону. Серед корисних копалин, які планується видобувати одночасно з будівництвом

кар'єру є поліметалічні руди з промисловим вмістом свинцю і цинку (до 2...5 % і, навіть, до 17 % при мінімальній концентрації у промислових рудах 2 % і більше); також цінний як теплоізоляційний матеріал, наповнювач у легких сортах бетону, гідравлічні домішки до цементного клінкеру; попередній обсяг діатомітів перевищує 400 млн. м<sup>3</sup>.

Вуглисті глини після детальних цільових досліджень можна використовувати як високо-сортне добриво у сільському господарстві, паливо у суміші з бурим вугіллям, виробництво бурових розчинів, керамічних глин, як сировину для грубої і тонкої кераміки, та для виробництва керамзиту. Окрім згаданих вище ко-

рисних копалин, у розкривній частині родовища присутні скляні та будівельні піски, вогнетривкі глини та інші корисні утворення.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пат. № 45457, Україна, МПК E21C 41/00 / Дриженко А. Ю., Симоненко В. І., Шустов О. О., Ігнатів О. О. – Спосіб відкритої розробки родовищ м'яких порід. – № U2009 05846; Заявл. 13.07.09; Опубл. 10.11.09, Бюл. № 21. – 4 с.

Надійшла до редколегії 14.03.2012.

Прийнята до друку 02.04.2012.

Н. А. НИКИФОРОВА (ДНУЗТ), А. А. ШУСТОВ, В. И. СТЕЦЮК (Национальный горный университет, Днепропетровск)

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ОБВОДНЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МЯГКИХ ПОРОД**

Предложен способ открытой разработки обводненных мягких пород Ново-Дмитревского месторождения бурого угля.

*Ключевые слова:* месторождение, строительные материалы, полезные ископаемые, диатомиты, угленосные глины, исследования, промышленная разработка

N. A. NIKIFOROVA (Dniepropetrovsk National University of Railway Transport),  
A. A. CHUSTOV, V. I. STETSUK (National Mining University, Dniepropetrovsk)

### **NEW TECHNOLOGIES OF DEVELOPMENT OF WATERSATURATED SOFT BREEDS**

The method of openwork of soft breeds of the Novo-Dmitrievskoe deposit of brown coal is offered.

*Keywords:* deposit, building materials, minerals, diatomit, clays, researches, industrial development