

15. Dzyura E.A. // International I. of polymeric materials. –1980. -V.9. -p. 165-176.
16. Дзюра Е.А., Волченко Л.М., Маркова И.В. // Каучук и резина. -1988. -№ 12. -С.21-23.
17. Дзюра Е.А., Науменко А.П.// Крупногабаритные шины для карьерных автосамосвалов и сельскохозяйственной техники. -М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. -С.90-99.
18. Дзюра Е.А., Кузьмин А.В.// Каучук и резина. -1983. -№1. -С.26-28.
19. Дзюра Е.А., Науменко А.П., Некрылов В.И.// Промышленность СК, шин и РТИ. -1987. -№ 12. -С.21-23.
20. Дзюра Е.А., Науменко А.П., Капаровский Э.Я., Коваленко В.И., // Вісник Українського Будинку економічних та науково-технічних знань. –Київ. -1999. -№ 4. -С. 94-98.
21. Науменко А.П. Научно-технические основы создания пневматических шин из эластомерных композиционных материалов // Дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. -Днепропетровск, УДХТУ. -1997.
22. E. Meinecke // Rubber Chem. and Technol. –1991. -№2. -P.269-284.
23. Белковский В.Н., Дзюра Е.А., Клименко Л.Г., Некрылов В.И. // Каучук и резина. –1989. -№2. -С.39-41.

ЕКОЛОГО-ЕРГОНОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАЛИШЕННЯ ПОРІД У ВИРОБЛЕНОМУ ПРОСТОРИ ШАХТ

Перепелиця В.Г., ІГТМ НАНУ, м. Дніпропетровськ

Основні обсяги вітчизняного вуглевидобутку пов'язано з підземним способом розробки, який значним чином впливає на стан земної поверхні у місцях розташування шахт. Тут утворюються провали, зсуви, котловани, відбувається опускання поверхні з наступним її підтопленням і формуванням болотних структур. Тому актуальним для гірничодобувних підприємств є питання закладки виробленого простору як засобу запобігання виникненню вказаних явищ. Оцінкою стану гірничого виробництва з точки зору наявності відходів і досвіду їх утилізації доведено, що утворення підземних порожнин в процесі видобутку вугілля і акумулювання значної кількості гірничопромислових відходів є екологічно значущим фактором і являє собою одну з причин негативних наслідків техногенно-екологічного характеру у вугледобувних регіонах. Динаміка змінення абсолютних і відносних обсягів твердих відходів гірничопромислового виробництва за останні 20 років свідчить про те, що при будь-якому рівні споживання вугілля супутнє утворення твердих відходів буде досить значним і очікується близько 600-800 т на кожні 1000 т видобутку вугілля. В зв'язку з цим ситуація вугледобувних регіонів потребує прийняття заходів щодо зменшення обсягів накопичення твердих відходів на денній поверхні, для чого потрібен комплекс рішень, спрямованих на більш масштабне застосування і якісне змінення способів закладання виробленого простору. Досвід використання існуючих для цього технологій наявно ілюструє ствердження про те, що на основі закладальних робіт можуть бути створені передумови для вирішення цілого комплексу інженерно-технічних задач, які охоплюють широкий спектр техніко-технологічних проблем гірничого виробництва.

Однією з таких задач є необхідність нормалізації температури повітря і створення комфортних умов праці у виробках глибоких шахт. Актуальність такої задачі пояснюється тим, що подальший розвиток видобутку вугілля в Донецькому басейні здійснюється здебільше за рахунок освоєння великих глибин. Аналіз динаміки змінення середньої глибини шахт за останні 20 років показує, що глибина розробки збільшилася на 63%, а число шахт з глибиною більш 800 м майже подвоїлося. Сьогодні 55% шахт ведуть гірничі роботи на глибинах близько 1000 м, а до 2005 року майже 25% шахт перейдуть на глибини більше 1100 м. По мірі збільшення глибини

розробки підвищується температура уміщуючих порід і, як наслідок, шахтної атмосфери. На діючих горизонтах ці показники сягають 45-50°C і мають тенденцію до подальшого росту. Незважаючи на постійне збільшення холодильних потужностей шахтних кондиціонерів і пов'язані з цим матеріальні, енергетичні і трудові витрати, температура повітря в глибоких шахтах наближається до встановленої ЄПБ і санітарними нормами межі, а в ряді випадків перебільшує її. Дослідженнями вітчизняних і іноземних вчених доведено, що існує граничне значення глибини розробки і відповідної їй температури уміщуючих порід, за межами якої традиційні способи кондиціювання повітря стають не тільки економічно недоцільними, а й технічно неспроможними. Світовий досвід експлуатації глибоких шахт свідчить про необхідність застосування в таких випадках нетрадиційних способів охолодження повітря. У вітчизняній практиці вуглевидобутку нетрадиційні способи нормалізації кліматичних умов, незважаючи на визрівшу необхідність їх використання, до теперішнього часу не застосовувалися. Відсутні були також науково обгрунтовані методи прогнозу тепловологісних параметрів повітря на виймальних дільницях глибоких шахт при використанні нетрадиційних способів зменшення температури шахтного повітря.

Нами доведена можливість комплексного нетрадиційного вирішення зазначеної проблеми шляхом об'єднання в єдиному технологічному ланцюгу процесів охолодження повітря і закладання виробленого простору глибоких шахт за рахунок використання охолодженої породи в якості закладального матеріалу і холодоносія одночасно. Розроблено спосіб брикетованої доставки охолодженого закладального матеріалу, який полягає в безперевантажному транспортуванні породних брикетів у вигляді куль стиснутим повітрям по транспортному трубопроводу до місця зведення закладального масиву. Експериментально доведено, що при транспортуванні кульова форма брикетів дозволяє їм без зайвих труднощів долати криволінійні ділянки трубопроводу і використовувати на похилих відрізках траси в якості додаткового рушія складову частину гравітаційних сил. При цьому досягається висока економічність способу транспортування, так як збрикетований у вигляді куль матеріал рухається під дією стиснутого повітря способом кочення, коли опір руху істотно нижче ніж при терті, і не потрібна додаткова енергія для підтримки часток сипкого матеріалу у зваженому стані. Питомі витрати на транспортування у цьому випадку зменшуються порівняно з існуючими способами доставки приблизно на два порядки і при проведених експериментах сягали 0,1 кВт·годин/т·км. Підвищується продуктивність системи, тому що густина матеріалу в брикеті набагато більша, ніж у зваженому стані, а також дальність доставки, так як при транспортуванні брикетів не відбувається осадження матеріалу в трубопроводі.

Визначені температурні параметри брикетованої закладки виробленого простору, які забезпечують необхідне зменшення температури повітря на виймальних дільницях. Встановлено, що охолоджуючий вплив брикетованого закладального масиву на вентиляційний струм складає: при різниці між температурою гірських порід і початковою температурою закладального матеріалу 35°C - 250-300 кВт; при різниці 25°C - 200-250 кВт і при різниці 15°C - 150-200 кВт. Закладання виробленого простору охолодженими до температури - 10°C брикетами дозволяє зменшити температуру повітря на виході з лави в середньому на 8,4°C при коливанні значень зменшення температури в межах 5,4-

13,4°C. Порівняння експериментальних і розрахункових даних показало задовільну точність прогнозу. Середня похибка визначення температури повітря складала 0,7-1,0°C, вологоутримання 0,8-1,1 г/кг.

На базі аналізу холодопотребности 16 шахт 6 виробничих об'єднань Донбасу визначена область застосування брикетованої закладки виробленого простору охолодженими матеріалами. Встановлено, що введення до виробленого простору 43% охолодженої породи від загального її обсягу, який закладається за лавами найбільш несприятливих у тепловому відношенні шахт, дає змогу повністю задовольнити їх потребу у холоді для нормалізації температурних умов.

Технічні вимоги до технології і обладнання та їх показники призначення визначені «Технічним завданням на комплекс обладнання для формування охолоджених брикетів із закладального матеріалу», яке розроблене автором і затверджене на галузевому рівні.

Подача охолоджених брикетів до виробленого простору здійснюється по магістральному трубопроводу без проміжних перевантажних пунктів. Інтервал вводу брикетів до пневмотранспортного трубопроводу визначається в залежності від заданої продуктивності системи.

Аналізом можливих вантажопотоків визначена доцільність підземного розташування пунктів підготовки і охолодження брикетів. Порода у цьому випадку подається по вентиляційному стовбуру з розв'язанням скипів у приймальний бункер, з'єднаний з акумулюючим бункером ємністю приблизно на один зміний запас. З акумулюючого бункеру порода поступає на пункт підготовки, де з'єднується з потоком породи від внутрішахтових джерел, очищується від металу та інших сторонніх речей, подрібнюється і подається до брикетувального пристрою, який працює у замкненому циклі з використанням бромистолітієвих сумішей в якості холодоагенту. Зформовані брикети поступають у доморожуючий пристрій, а звідти через завантажувальне обладнання вводяться до магістрального трубопроводу, по якому транспортуються до лав, що закладаються. Оскільки лави можуть бути розташовані на різних крилах шахтного поля, у приствольному дворі встановлено пристрій розподілу потоків брикетів по трубопроводам різних лав, закладання яких здійснюється за графіком. Для забезпечення надійності роботи закладального господарства монтується два однакових брикетуючих і доморожуючих пристрої - по одному на кожне крило, і один резервний комплекс.

Закладка виробленого простору брикетованим матеріалом при пологому падінні здійснюється наступним чином: комбайн рухається від вентиляційного штрека (хідника) до конвейєрного, вугілля завантажується на вибійний конвейєр, який після проходження комбайну переміщується до вибою без переміщення механізованого кріплення. Другий прохід комбайна здійснюється від конвейєрного штрека (хідника) до вентиляційного і суміщується з закладанням виробленого простору у такій послідовності: відхід комбайну приблизно на одну секцію закладального трубопроводу, закладка виробленого простору охолодженими брикетами, пересування на довжину другої секції. По мірі заповнення виробленого простору секції кріплення, розташовані проти останньої секції закладального трубопроводу, переміщуються до вибою на відстань, що дорівнює

ширині двох смуг проходу комбайна, а сама секція відокремлюється від трубопроводного ставу і разом з кріпленням подається до вибою. Закладання продовжується із наступної труби під чергові секції кріплення і так далі до вентиляційного штрека (хідника). Після закладки всієї смуги комбайн починає рухатись від вентиляційного штрека (хідника) до конвейерного вже без закладання і цикл повторюється. Таким чином, один прохід комбайну здійснюється без закладання, другий з закладанням. За добу в середньому відбувається чотири проходи комбайну і два цикла закладки у кожній лаві.

При відпрацюванні крутих пластів технологія закладальних робіт з використанням куль-брикетів істотно спрощується, так як у цьому випадку не треба технологічно пов'язувати процеси видобутку вугілля і закладки виробленого простору. Закладальний трубопровод на вентиляційному штреку завершується пристроєм гашення швидкості брикетів і відбивачем для їх спрямування до виробленого простору.

Враховуючи високу енергоємність процесу брикетування охолодженої породи і керуючись принципом достатності по умовам охолодження шахтного повітря доведено, що решта закладального матеріалу може подаватися до виробленого простору у неохоложеному вигляді. Таким чином, 57% виробленого простору очисних вибоїв підлягають заповненню закладальним матеріалом з пустих порід як з метою підтримки покрівлі і зменшення просідання земної поверхні, так і з метою утилізації пустих порід, які є побічним продуктом видобутку вугілля.

Для доставки сипкого закладального матеріалу в ІГТМ НАН України розроблено принципово новий тип закладальної машини з примусовим розгоном матеріалу в зоні завантаження - вібраційно-пневматична машина циклічної дії (ВПМД). Порівняльним аналізом техніко-економічних показників закладальних машин доведено, що при рівній продуктивності ВПМД потребує менших витрат стиснутого повітря і дозволяє знизити питомі енерговитрати на 6-12%. Приведені енерговитрати внаслідок збільшення відстані транспортування зменшуються в 2,7 рази. Технічна можливість доставки закладального матеріалу на відстань до 2,5 км дає змогу використовувати ВПМД по одноканковій схемі. Таким чином факторами, що відображають ефективність використання ВПМД в інфраструктурі закладального господарства вугільних шахт є зменшення питомих і приведених енерговитрат на транспортування порід, а також можливість здійснення їх безперевантажної доставки в межах виймальних ділянок. Останнє дозволяє вилучити із вартості закладальних робіт витрати на будівництво перевантажних пунктів, монтаж, амортизацію і експлуатацію інших видів транспорту на проміжних ланках доставки закладального матеріалу.

Технологія ведення закладальних робіт з використанням вібраційно-пневматичної машини ВПМД для доставки сипкого закладального матеріалу розроблена окремо для умов пологого і крутого залягання пластів. Так як шахти з крутим заляганням пластів мають практично однакову підготовку виймальних полів, відміна технологічних схем застосування ВПМД полягає в використанні відповідних видів кріплення і технології зведення закладального масиву. Таких схем виділено три:

- технологія виймання і закладки виробленого простору з використанням в очисному вибої індивідуального кріплення;
- технологія виймання і закладки виробленого простору в умовах використання механізованого кріплення;
- технологія закладки виробленого простору при вийманні вугілля щитовими агрегатами.

Нами визначені вихідні дані і розрахункові показники, а також вибіркові характеристики кожної з зазначених технологічних схем з урахуванням особливостей використання ВПМД для доставки сипкого закладального матеріалу. При цьому окремо виділені показники технології ведення робіт на пластах, небезпечних по раптовим викидам вугілля і газу, і по безпечним за цих умов.

Технологічні схеми закладання виробленого простору пологих пластів розглянуті для випадків використання ВПМД в очисних вибоях, обладнаних спеціальним закладальним кріпленням КДЗ-90, КМ-87, індивідуальним кріпленням. За цих умов технологія ведення закладальних робіт є такою: порода від проведення виробок або з поданим у шахту закладальним матеріалом вивозиться до магістрального вентиляційного штреку і розвантажується у яму з прокачкою породи конвейєром вздовж котловану. Місткість останнього розрахована на повне розвантаження усього складу. Порожній склад виводиться на основну гілку і спрямовується до місця завантаження. Порода, яка знаходиться у розвантажувальній ямі скребковим конвейєром подається до перевантажувального пункту, де за допомогою магнітного відокремлювача передбачена вибірка металевих речей; звідти вона потрапляє до дробарки ДО-1, після якої подається у завантажувальний відділ закладальної машини ВПМД і по закладальному трубопроводу без перевантажень потрапляє до очисного вибою. В залежності від типу пневмозакладального трубопроводу в лаві можуть бути використані два варіанти технології ведення закладальних робіт. При застосуванні закладального розподільчого пневматичного трубопроводу типу РПТ-175 конструкції ІГС ім.Скочинського або трубопроводу ДонВУГІ, які пересуваються разом з секціями кріплення, дотримуються наступної послідовності виконання робіт. Після відходу комбайну за смугу закладки вмикається закладальна машина ВПМД і закладальний матеріал починає поступати до виробленого простору. У трубопроводі відчиняється дальній від штреку випуск і порода заповнює всю порожнину під консольний козирок. Після заповнення відстані від крайнього випуска до передостаннього перший зачиняється за допомогою гідрокеруємого поворотного циліндру і відчиняється наступний, розташований ближче до штреку. Операція повторюється до повного заповнення смуги породою, після чого вимикається закладальна машина і процес даного циклу завершується. Після чергового проходу комбайну по лаві кріплення пересувається на нову смугу і цикл повторюється.

У випадку використання секційного закладального трубопроводу з торцевим випуском конструкції інститута «Дніпродіпрошахт» спочатку трубопровод за допомогою лебідки затягується у зібраному вигляді на всю ширину смуги. Вмикається пневмозакладальна машина ВПМД і породою заповнюється ділянка в 1-2 секції кріплення під консольним козирком. Після заповнення цього обсягу машина вимикається, трубопровод на штреку роз'єднується, вийма-

ються 1-2 секції його, і знову з'єднується. Вмикається закладальна машина, породюю заповнюється простір під черговими 1-2 секціями кріплення і процес повторюється. Після закладки смуги на всю довжину і проходу комбайну два рази (в обидві сторони) секції кріплення переміщують на нову смугу і на місці, що вивільнилося під консольним козирком з допомогою лебідки розміщується зібраний на штреку трубопровід.

Технологія робіт у випадку використання трубопроводу з боковим випуском не потребує частих зупинок закладальної машини і характеризується майже повною відсутністю ручної праці. Але повнота заповнення виробленого простору при другому варіанті вища за рахунок торцевого випуску породи.

Розглянуто також варіанти і розроблені технологічні схеми закладання виробленого простору сипким матеріалом з використанням ВПМД при вийманні запасів довгими стовбми по падінню, по підняттю і по простяганню. Останню схему розроблено для випадків панельної і етажної підготовки шахтного поля.

Створенню комплексної технології закладання виробленого простору, що забезпечує утилізацію відходів гірничого виробництва і нормалізацію шахтного мікроклімату, передувала розробка основних принципів формування структури технологій ведення закладальних робіт в умовах глибоких шахт Українського Донбасу. На базі синтезу існуючої інформації сформульовані основні концептуальні положення вирішення проблем закладки виробленого простору, якими передбачається поетапне їх впровадження.

Перший етап передбачає спорудження дільничних і загальношахтних закладальних комплексів з використанням обладнання, що пропонується, і накопичення досвіду його експлуатації з одночасною розробкою і обґрунтуванням принципів організації закладального господарства на шахтах. В якості опорних об'єктів на першому етапі уявляється доцільним використати шахти, які вже мають певний досвід ведення робіт з закладанням виробленого простору.

Другий етап - визначення оптимальних параметрів і складу інфраструктури закладального господарства, завершення впровадження заходів по залишенню в шахті повного обсягу пустих порід, що утворюються при веденні гірничих робіт.

Третій етап - створення розгалуженої інфраструктури для реалізації задач закладки виробленого простору і розміщення в шахті відходів збагачення, порід поверхневих відвалів, поховання інших твердих відходів промислових виробництв.

Реалізації кожного відповідного етапу повинно передувати його коригування виходячи із стану технічної бази на той період часу, що розглядається, з урахуванням максимальної інтеграції раніше реалізованих рішень в новий комплекс робіт.

Технологічне об'єднання процесів закладання виробленого простору сипким і брикетованим матеріалом дозволяє одночасно забезпечити потрібний коефіцієнт заповнення і заданий градієнт зменшення температури в гірничих виробках. При цьому в лавах пологих пластів реалізується спосіб формування закладального масиву з чередуючимися смугами із сипкого і брикетованого матеріалу. Технологія закладки виробленого простору сипким і брикетованим матеріалом при комбінованій системі розробки і вийманні вугілля по підняттю здійснюється аналогічно вищенаведеним способам формування закладальних

масивів із сипкого і брикетованого матеріалів з наступною відміною: після закладки смуги охолодженими брикетами комбайн рухається від вентиляційного штрека до конвейерного без закладання з наступною відсипкою під час зворотнього ходу чергової смуги сипким матеріалом, для чого пневмозакладальний трубопровід переключають на закладальну машину ВПМД, розташовану на відстані не більше 2,5 км від місця зведення масиву. Перед зворотнім переключенням трубопроводу на загальну систему брикетного пневмотранспорту здійснюється його обов'язкова продувка з метою очищення ставу від залишків сипкого матеріалу, після чого знову реалізують процес викладки смуги брикетованим матеріалом. Таким чином, чередуючи смуги брикетованої закладки і сипкого матеріалу, здійснюється заповнення виробленого простору лави. Параметри смуг, їх кількість і відстань між ними визначається за допомогою відомих геомеханічних розрахункових способів виходячи з умов забезпечення надійної підтримки покрівлі пласта. Кількість охолодженої породи, яка подається до виробленого простору, диференційовано змінюється по довжині лави зі зменшенням в напрямку руху повітряного струму у відповідності з температурним градієнтом в місцях зведення закладальних смуг.

Спосіб зведення закладального масиву із охолодженого брикетованого матеріалу захищено патентами України № 25223 А і № 25224 А.

Випробування зазначених технічних засобів і технології проводилися на дослідно-експериментальному полігоні ІГТМ НАН України і в промислових умовах шахти ім. Сташкова ДХК «Павлоградвугілля» та шахти ім. Артема ВО «Дзержинськвугілля», що підтверджується відповідними актами та протоколами випробувань. Результати розробки впроваджені в проекти дослідно-промислового відпрацювання технології закладки виробленого простору на шахті ім. Сташкова ДХК «Павлоградвугілля» і на шахті «Добропільська-Капітальна» ДХК «Добропільвугілля».

Розрахунки економічної ефективності розроблених способів свідчать про те, що використання ВПМД у технологічних схемах закладання виробленого простору призводить до заощадження коштів у сумі 726 тис. грн. на рік. Економічна ефективність впровадження комплексного способу закладання виробленого простору низькотемпературними кулями-брикетами з одночасним охолодженням шахтної атмосфери становить 1189 тис. грн. на рік.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА ЗАРЯДА С РАДИАЛЬНЫМ ЗАЗОРОМ

Ефремов Э.И., Петренко В.Д., Пономарев А.В., ИГТМ НАНУ

При проектировании и производстве взрывных работ необходимо учитывать изменения характера взрывного нагружения пород при применении некоторых конструкций заряда. Это особенно относится к зарядам с радиальным зазором, заполненным воздухом или водой.

Атчисон Т. [1] и позднее Атчисон Т. и Дюваль В. [2] показали, что максимальная деформация в горной породе на приведенном относительно корня