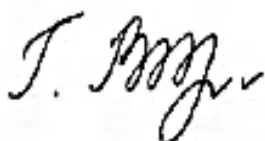


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

ГАРКУША ВІТАЛІЯ СЕРГІЇВНА



УДК 622.257.1:622.283.6

**ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУР ТВЕРДЮЧИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ
ВУГЛЕВМИЩУЮЧИХ ПОРІД ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ ДЛЯ КОМБІНО-
ВАНИХ КРІПЛЕНЬ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК**

Спеціальність 05.15.04 – «Шахтне та підземне будівництво»

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Дніпро - 2017

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Коваленко Владислав Вікторович,
доцент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Харін Сергій Анатолійович,
професор кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій Обласного комунального вищого навчального закладу «Інститут підприємництва «Стратегія» (м. Жовті Води) Міністерства освіти і науки України;

кандидат технічних наук
Панченко Володимир Валентинович,
головний технолог відділу з операційних покращень Виробничого структурного підрозділу «Шахтоуправління Тернівське» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» (м. Павлоград).

Захист відбудеться «03» березня 2017 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.04 при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

Автореферат розісланий «03» лютого 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



О.В. Солодянкін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Кам'яне вугілля є основним енергетичним ресурсом України. Запасів вугілля достатньо для забезпечення безперебійної роботи промислових об'єктів на сотні років. У складній економічній ситуації актуальними є заходи, які здатні знизити собівартість вугілля за рахунок зменшення витрат на кріпильні та будівельні матеріали.

З іншої сторони, при видобутку корисних копалин підземним способом актуальною проблемою є утилізація пустих порід. Частково порода використовується для відсипки дамб і рекультивації підроблених площ. У цілому рівень утилізації відходів гірничодобувної галузі промисловості в Україні складає 12%, тоді як для більшості гірничодобувних країн світу цей показник складає не менше 65%.

У той же час гірничодобувні підприємства при кріпленні гірничих виробок використовують різноманітні твердіючі суміші – тампонажні, торкрет-бетонні, набризкбетонні, для приготування яких використовують – цемент як в'язучу речовину, пісок та гранітний щебінь як заповнювач.

Ці матеріали необхідно доставляти на великі глибини вугільних шахт, що призводить до підвищення навантаження на транспортну систему шахти – підйом ствола та транспортну мережу горизонтальних та похилих гірничих виробок. У зв'язку з цим відходи видобутку кам'яного вугілля можуть використовуватися як альтернативна сировина при приготуванні тампонажних, торкрет-бетонних та набризкбетонних сумішей.

Однак для ефективного їх використання необхідно знати реологічні та фізико-механічні властивості. Таким чином, підбір раціональних рецептур та встановлення властивостей і закономірностей утворення структури твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу, що використовуються при кріпленні капітальних виробок, є актуальним науково-технічним завданням, яке має велике значення для гірничодобувної галузі промисловості.

Зв'язок роботи з науковими проблемами, планами і темами. Дисертація відповідає Закону України від 11.07.2001 р. № 2623-III «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» і змінам до цього закону від 09.09.2010, № 2519-IV «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2020 р.», а також тематиці науково-дослідних робіт кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» ГП-476 «Стійкість наноструктур вугілля і геомеханічне обґрунтування геолокаційного прогнозу силових та структурних неоднорідностей складноструктурного вуглепородного середовища» (№ держреєстрації 0115U001824) та господарчо-договірними темами 050389 «Розробка технології зведення кріплення із заповненням закріпного простору твердіючими складами та їх рецептур для умов шахт Західного Донбасу» та 050393 «Розробка складів набризкбетонів і тампонажних розчинів на основі вуглевміщуючих порід, що залишаються у шахті, і технології їх використання для підвищення стійкості капітальних виробок шахти ім. Героїв Космосу ПСП «ШУ ім. Героїв Космосу» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

Мета роботи полягає в обґрунтуванні параметрів раціональних рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід при кріпленні капітальних виробок шахт Західного Донбасу.

У дисертаційній роботі поставлені та вирішені наступні **задачі**:

- виконати оцінку об'ємів та придатності вуглевміщуючих порід шахт Західного Донбасу для приготування твердіючих сумішей, які використовують у технології кріплення капітальних виробок у складних гірничо-геологічних умовах;
- обґрунтувати параметри твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід шахт Західного Донбасу та встановити закономірності їх структуроутворення;
- оптимізувати отримані рецептури твердіючих сумішей шляхом введення добавок для досягнення необхідних властивостей при тампонажі та торкретуванні капітальних виробок;
- виконати оцінку стійкості готового матеріалу в конструкції комбінованого кріплення до дії мінералізованої води;
- виконати впровадження в шахтних умовах запропонованих рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід та оцінку ефективності при кріпленні капітальних виробок в умовах Західного Донбасу.

Ідея роботи полягає в урахуванні реологічних та фізико-механічних закономірностей поведінки твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід як матеріалу, який використовують при кріпленні капітальних виробок.

Об'єкт дослідження – реологічні і структурно-механічні процеси, що протікають у багатокомпонентних твердіючих сумішах на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу як кріпильного матеріалу для гірничих виробок.

Предмет дослідження – властивості і кінетика набору міцності твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених задач використаний комплексний підхід із залученням методів: аналізу і узагальнення літературних джерел за темою дисертації; шахтних досліджень, які включають візуальне обстеження протяжних виробок, аналіз причин деформацій і руйнувань кріплення та способів їх зниження; досліджень пов'язаних із розробкою нових рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід у лабораторних умовах із використанням методу планування повного факторного експерименту; досліджень комплексу властивостей отриманих сумішей згідно зі стандартними методами визначення реологічних властивостей розчинів; методами визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності бетонів; методами визначення міцності бетонів за контрольними зразками; методами визначення міцності бетонів механічними методами неруйнівного контролю, а також оцінку їх стійкості до дії мінералізованої води у конструкції комбінованого кріплення із залученням методів визначення корозійної стійкості бетонів та електронної мікроскопії цементного каменю; статистичної обробки результатів досліджень і техніко-економічну оцінку їх ефективності.

Наукові положення, що виносяться на захист.

1. Міцність на стиск твердіючих сумішей на основі слабометаморфізова-

них порід змінюється від часу твердіння за експоненціальною (логістичною) залежністю, період інтенсивного зростання міцності складає 8 діб, а максимальну міцність мають рецептури зі співвідношенням компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2 за масою з водоцементним співвідношенням В/Ц = 0,4...0,55, що дозволяє використовувати їх замість цементно-піщаних розчинів при проведенні тампонажних і торкрет-бетонних робіт при кріпленні гірничих виробок.

2. Міцність торкрет-бетону на вигин зі збільшенням вмісту ПВА-емульсії до 10 % від маси цементу збільшується у 1,5 рази, що забезпечує сумісну роботу ізолюючого шару з поверхнею кріплення та дозволяє якісно виконати тампонажні роботи з метою підвищення стійкості гірничих виробок.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше встановлені закономірності структуроутворення твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу, що використовуються при кріпленні капітальних виробок.

2. Вперше доведено, що введення ПВА-емульсії у кількості 10 % від маси цементу підвищує пластичність твердіючої суміші та збільшує міцність готового каменю на вигин у 1,5 рази у порівнянні із міцністю зразків, зачинених без добавок.

3. Вперше встановлена кореляційна залежність між результатами випробувань на міцність зразків твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід шахт Західного Донбасу руйнівним та неруйнівним методами контролю.

4. Встановлено, що твердіючі суміші на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу є якісною протифільтраційною завісою, оскільки використані породи мають високу адсорбційну здатність.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей структуроутворення твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу, що використовуються при кріпленні капітальних виробок.

Практичне значення роботи полягає у розробці:

- раціональних рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу, які використовуються при зведенні комбінованих кріплень капітальних виробок;

- рекомендацій щодо використання твердіючих сумішей та технологічних параметрів зведення багат шарових комбінованих кріплень із заповненням закріпного простору твердіючими сумішами.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується використанням сертифікованих високоточних лабораторних приладів, застосуванням перевірених стандартних методик досліджень, значним об'ємом отриманих даних про властивості твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу, задовільною похибкою результатів досліджень (менше 15%) та позитивним досвідом промислового впровадження твердіючих сумішей при кріпленні виробок.

Реалізація результатів досліджень. Результати досліджень були впроваджені в умовах шахти ім. Героїв Космосу ПАТ «ДТЕК «Павлоградвугілля» при зведенні 2 західного магістрального відкаточного штреку гор. 350 м, північного відкаточного квершлягу гор. 470 м.

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні наукової мети та задач досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій, у розробці програми лабораторних досліджень, у виконанні лабораторних досліджень, аналізі експериментальних даних та встановленні основних закономірностей формування структури цементного каменю, визначення ефективних рецептур твердіючих сумішей та участі у дослідно-промислових роботах.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були докладені, обговорені і схвалені на засіданнях науково-технічних рад ПАТ «ДТЕК «Павлоградвугілля», а також у рамках: міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і магістрантів «Перспективи розвитку гірничої справи та підземного будівництва» (Київ, НТУ України «КПІ», 2014), міжнародних науково-технічних конференцій: «Форум гірників» (Дніпропетровськ, Державний ВНЗ «НГУ», 2014, 2015); «Розробка, використання та екологічна безпека сучасних гранульованих та емульсійних вибухових речовин» (Кременчук, Державний ВНЗ «КрНУ», 2014); «Сталий розвиток промисловості та суспільства» (Кривий Ріг, Державний ВНЗ «КНУ», 2015); «Строительство и архитектура» (Ростов-на-Дону, РГСУ, 2015).

Публікації. Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи опубліковані у 16 наукових працях (6 – без співавторів), в їх числі 1 монографія, 7 робіт опубліковано у спеціалізованих фахових виданнях (з них 3 – у журналах, що входять до міжнародних наукометричних баз) та 8 – у збірниках матеріалів конференцій.

Структура й об'єм дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 160 найменувань на 17 сторінках та 4 додатків на 5 сторінках. Викладена на 147 сторінках машинописного тексту, містить 48 малюнків, 51 таблицю. Загальний обсяг дисертації 169 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, визначені об'єкт та предмет досліджень, сформульовані мета і задачі досліджень, наукові положення та новизна, встановлено наукове і практичне значення результатів досліджень, а також наведена інформація стосовно апробації та публікації наукових результатів досліджень.

У першому розділі наведений аналіз проблеми накопичення відходів гірничодобувної галузі промисловості та рецептур твердіючих сумішей, які використовують під час зведення комбінованих кріплень капітальних виробок вугільних шахт. Показано, що пусті породи, які накопичені у відвалах, становлять серйозну екологічну загрозу і потребують переробки і утилізації.

Більше того, у даний час на гірничодобувних підприємствах Західного Донбасу існує суттєва проблема із доставкою необхідних сировинних матеріалів (цементу, піску, щебеню, бентонітової глини та ін.) до місця проведення робіт при зведенні комбінованого кріплення. Пропускна здатність підйому ствола та транспорт-

ної мережі похилих і горизонтальних виробок шахти не дозволяє своєчасно доставити ці матеріали до прохідницьких ділянок виробок.

Внаслідок цього, роботи зі зведення комбінованого кріплення виконуються із великою затримкою, що призводить до значного погіршення стану капітальних виробок. Ця проблема може бути вирішена за рахунок використання вуглевміщуючих порід у якості заповнювача для твердіючих сумішей після їх подрібнення під землею без видачі на поверхню. Отже, актуальність роботи полягає у розробці твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу.

Аналіз результатів виконаних раніше досліджень показав, що питанням розвитку теорії та практики тампонажу гірських порід і зведення набризкбетонного кріплення присвячені праці О.П. Максимова, Е.Я. Кіпко, П.М. Должикова, О.Е. Кіпко, О.Ю. Лушнікової, В.Д. Рябічева, Е.Г. Цапліна, М.А. Дудлі, П.Г. Фурдея, Е.В. Стрельцова, І.Ю. Заславського, Е.В. Казакевича, В.В. Евтушенко, М.О. Вигодіна, В.В. Панченко, Ю.М. Халимендика і багатьох інших. Незважаючи на значні результати, досягнуті у цьому напрямку, питання використання слабометаморфізованих порід Західного Донбасу, як заповнювача для твердіючих сумішей, потребують додаткових досліджень.

У другому розділі викладені результати шахтних досліджень, які включають візуальне обстеження виробок шахти ім. Героїв Космосу, аналіз причин деформацій кріплення та способів їх зниження, а також результати лабораторних досліджень властивостей твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу та обґрунтування їх раціональних рецептур.

В ході виконання шахтних досліджень було встановлено, що в основному виробки знаходяться у задовільному стані. Однак, у даний час роботи з тампонажу закріпного простору виконуються зі значним відставанням від забою виробок. Це призводить до того, що кріплення працює на межі своєї несучої здатності і при порушенні технологічного регламенту та в складних гірничо-геологічних умовах стан виробки різко погіршується. Ремонтні роботи пов'язані із рихтуванням рейкових колій, підбивкою підосви виробки та перекріпленням мають велику вартість та трудомісткість.

Основними споживачами твердіючих сумішей на основі шахтної породи є прохідницькі вибої, де існує необхідність використання торкрет-бетонної суміші і тампонажного розчину, а в найближчій перспективі – набризкбетонного кріплення замість залізобетонної затяжки, а також – ділянки ремонту виробок, де також передбачається тампонаж закріпного простору.

В рамках дисертаційної роботи був проведений комплекс лабораторних досліджень з метою визначення властивостей твердіючих сумішей на основі шахтних порід Західного Донбасу. При цьому твердіючі суміші були розділені на тампонажні, торкрет-бетонні і набризкбетонні в залежності від їх призначення.

На першому етапі експериментальних досліджень вуглевміщуючі породи (аргіліти та алевроліти) подрібнювали у щоківній дробарці та розсіювали на фракції: менше, ніж 1,6 мм; 1,6 – 5 мм; 5 – 10 мм; 10 – 20 мм. Вихід продуктів подрібнення вуглевміщуючих порід Західного Донбасу, який було отримано експериментально, наведений у табл. 1.

Вихід продуктів подрібнення вуглевміщуючих порід Західного Донбасу

| Тип порід | Фракція породи | | |
|---|----------------|-----------|-----------|
| | 1,6 – 5 мм | 5 – 10 мм | 10- 20 мм |
| Алевроліт | 22,75 % | 34,29 % | 42,96 % |
| Аргіліт | 29,97 % | 32,81 % | 37,22 % |
| Ординарна суміш гірських порід аргілітів та алевролітів | 38,42 % | 28,33 % | 33,25 % |

Рекомендований гранулометричний склад вуглевміщуючих порід для торкрет-бетонних сумішей складає: 30...43 % фракції менше, ніж 1,6 мм; 32...46 % фракції 1,6 - 5 мм; 25...34 % фракції 5 – 10 мм. Для набризкбетонних сумішей: 19...32 % фракції менше, ніж 1,6 мм; 23...24 % фракції 1,6 - 5 мм; 20...23 % фракції 5 – 10 мм; 25...34 % фракції 25...34 %. Для тампонажних розчинів була використана фракція породи менше, ніж 1,6 мм.

При підборі рецептури тампонажних розчинів з необхідними технологічними та фізико-механічними властивостями на стадії планування експерименту були складені пропорції компонентів розчину. Основним критерієм при підборі оптимальної рецептури був максимальний вміст подрібненої шахтної породи при мінімальному вмісті інших можливих заповнювачів (у даному випадку піску) із забезпеченням необхідної міцності штучного матеріалу. Властивості твердіючих сумішей цілком і повністю залежать від властивостей компонентів, що входять до їх складу та їх кількісного співвідношення, тобто цементу, породи і піску.

Була визначена залежність міцності тампонажних розчинів на стиск від кількості в їх складі подрібненої шахтної породи і природного піску. У зв'язку з цим розробка рецептури була проведена за методикою планування повного факторного експерименту на двох рівнях. Всього було випробувано 216 стандартних зразків.

З отриманих результатів слідує, що найвищі показники механічної міцності і густини забезпечує співвідношення компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2, міцність на стиск у віці 28 діб становить 17,7 МПа, густина готового матеріалу – 1910 кг/м³, тоді як контрольний склад Цемент : Пісок : Порода = 1 : 3 : 0 має приблизно такі ж характеристики: міцність на стиск у віці 28 діб становить 16,7 МПа, густина готового матеріалу – 2030 кг/м³. Співвідношення компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2 є найбільш раціональним тому, що має максимальні показники міцності і значно більшу витрату подрібненої шахтної породи.

Графіки набору міцності тампонажних матеріалів на основі шахтних порід наведені на рис. 1. Як видно з рис. 1 залежність міцності на стиск ($R_{сж}$) тампонажного каменю на основі шахтних порід Західного Донбасу від часу твердіння (t) є монотонно зростаючою з ділянкою інтенсивного зростання на протязі перших 8 діб. Ця залежність задовільно описується логістичною функцією (експоненціальною сигмоїдою) та описується рівнянням:

$$R_{сж} = \frac{a}{1+be^{-ct}} \quad (1)$$

де a, b, c – коефіцієнти апроксимації. Для найбільш раціонального співвідношення компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2 коефіцієнти апроксимації набувають значень $a = 1,9, b = 6,1, c = 5,6$ ($R^2 = 0,89$).

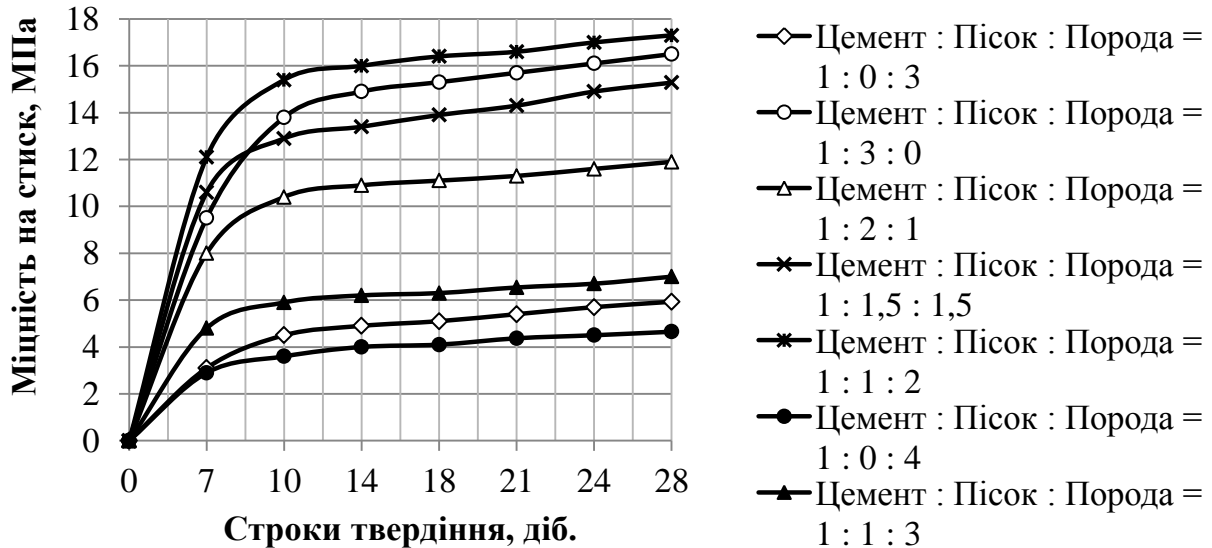


Рис. 1. Графіки набору міцності тампонажних матеріалів на основі шахтних порід

При проведенні досліджень стало очевидно, що повна відмова від використання піску не доцільна, оскільки порода, особливо фракція менше ніж 1,6 мм, має високу адсорбційну здатність – вона добре поглинає і утримує воду. Тампонажні розчини на основі фракції породи менше 1,6 мм вимагають більшої кількості води, ніж тампонажні розчини, які містять і породу, і пісок.

Для тампонажних розчинів на основі шахтних порід були визначені такі параметри як розплив, густина розчину, статичне напруження зсуву, динамічна в'язкість, пластична міцність і міцність на стиск тампонажного каменю.

Реологічні властивості тампонажних розчинів на основі шахтних порід наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Реологічні властивості тампонажних розчинів на основі шахтних порід

| Співвідношення компонентів | В/Т | Розплив, см | Густина розчину, кг/м ³ | Статичне напруження зсуву, Па |
|--|------|-------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0 : 3 | 0,45 | 19 | 1730 | 45 |
| 2. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 2 : 1 | 0,4 | 22 | 1850 | 40 |
| 3. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1,5 : 1,5 | 0,35 | 18 | 1780 | 53 |
| 4. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2 | 0,35 | 18 | 1800 | 33 |
| 5. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0 : 4 | 0,55 | 18,5 | 1710 | 37 |
| 6. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 3 | 0,55 | 22 | 1750 | 30 |

З отриманих даних випливає, що розчини, які містять велику кількість подрібнених шахтних порід, мають меншу густину, в порівнянні із рецептурами, що містять велику кількість природного піску. Розчини на основі шахтних порід (суміші аргілітів і алевролітів) мають переваги перед традиційними цементно-піщаними розчинами, зокрема, завдяки глинистій природі заповнювача вони є більш однорідними і стійкими до процесу седиментації, мають меншу структурну в'язкість і, відповідно, кращу проникаючу здатність.

При проведенні тампонажних робіт дуже важливо знати як швидко наростає міцність структури тампонажного каменю. Дослідження показали, що найбільший приріст пластичної міцності спостерігається через 8 годин після замішування, що не обмежує проведення тампонажних робіт у часі, однак є не завжди прийнятним, тому що існує необхідність у більш швидкому прирості пластичної міцності при проведенні робіт. У зв'язку з цим, до складу визначеного як найбільш раціональний, разом з водою замішування вводилася добавка рідкого скла в кількості 2, 3, 4, 5, 6%.

Добавка рідкого скла є ефективним прискорювачем тужавлення для цементної в'язучої речовини і ефективно підвищує стабільність розчинів. При введенні рідкого скла до складу суміші відзначається підвищення швидкості гідратації в 1,5...2 рази. Результати свідчать, що раціональною є добавка рідкого скла 4% від маси в'язучої речовини (цементу). Введення рідкого скла в більшій чи меншій кількості є недоцільним.

Для виготовлення торкрет-бетонних матеріалів були використані фракції породи 1,6...5 мм; 5...10 мм. Фракцію породи 10...20 мм не використовували взагалі, а фракція менше, ніж 1,6 мм була заміщена на природний пісок. Було підібрано найбільш оптимальне співвідношення компонентів при максимальній кількості породи і мінімальному вмістові піску для торкрет-бетону.

На рис. 3 наведені графіки набору міцності досліджених рецептур торкрет-бетонних сумішей. Як видно з рис. 3 найбільш раціональним є склад Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2. При цьому забезпечуються необхідні технологічні характеристики торкрет-бетонної суміші і таке співвідношення компонентів має найбільш високі показники міцності у віці 28 діб на стиск (19,9 МПа) і вигин (5,4 МПа).

Як видно із рис. 3 залежність міцності на стиск ($R_{сж}$) торкрет-бетону на основі шахтних порід Західного Донбасу від часу твердіння (t), як і для тампонажного каменю, є експоненціальною (логістичною). Для найбільш раціонального співвідношення компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2 залежність міцності на стиск ($R_{сж}$) торкрет-бетону на основі шахтних порід від часу твердіння (t) описується рівнянням (1). Характеристики міцності досліджених набризкбетонних матеріалів наведені у табл. 3.

Наявність у набризкбетонній суміші фракції 10...20 мм має негативний вплив на технологічні властивості і призводить до зниження показників міцності набризкбетону. Міцність контрольних зразків набризкбетону, що виготовлені на основі гранітного щебеню і піску у віці 28 діб становить 45,2 МПа, тоді як міцність набризкбетону зі співвідношенням компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0 : 3 складає 9,7 МПа, що в 4,5 рази менше міцності контрольного зразка.

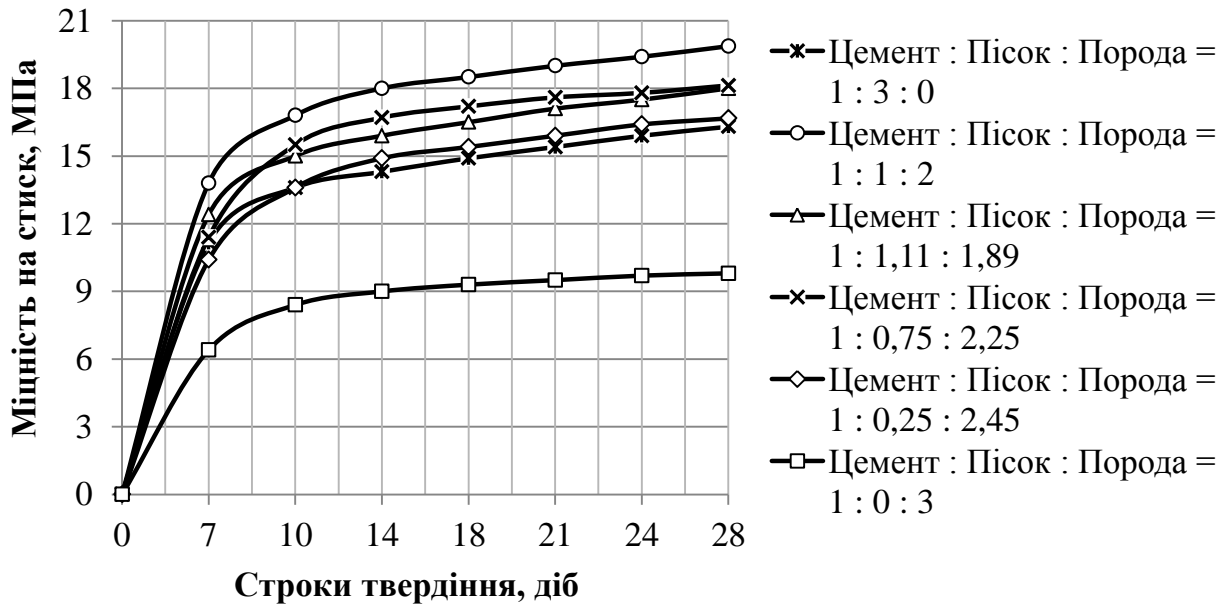


Рис. 3. Графіки набору міцності торкрет-бетону на основі шахтних порід

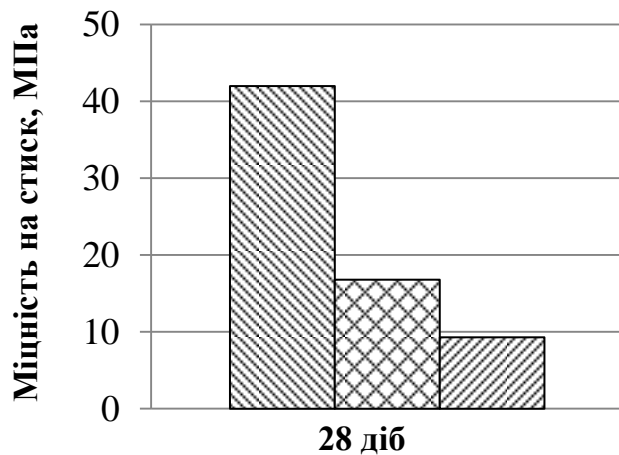
Таблиця 3

Показники міцності набризкбетонних матеріалів

| Співвідношення компонентів | В/Ц | Міцність на стиск, МПа | | | |
|--|------|------------------------|---------|---------|---------|
| | | 7 сут. | 14 сут. | 21 сут. | 28 сут. |
| 1. Цемент : Пісок : Щебінь = 1 : 1 : 2 | 0,4 | 33,7 | 41,1 | 44,1 | 45,2 |
| 2. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0,75 : 2,25 | 0,5 | 11,9 | 13,9 | 17,6 | 18,1 |
| 3. Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0 : 3 | 0,55 | 6,5 | 8,1 | 9,9 | 9,7 |

Однак підвищення міцності набризкбетону на стиск можна досягти шляхом введення до сировинної суміші 20...25 % піску за масою. У такому випадку міцність набризкбетону на стиск у віці 28 діб має скласти 18,1 МПа. Діаграма міцності набризкбетону на стиск у віці 28 діб наведена на рис. 4.

Результати досліджень свідчать про те, що на основі вуглевміщуючих порід можна отримати якісні набризкбетонні матеріали. Використання набризкбетонних сумішей забезпечує щільний контакт між конструкцією кріплення і породним масивом, що підвищує несучу здатність кріплення. Однак їх використання є ефективним у якос-



- Цемент : Пісок : Щебінь = 1 : 1 : 2
- Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0,75 : 2,25
- Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0 : 3

Рис. 4. Діаграма міцності набризкбетону на стиск у віці 28 діб

ті одного із елементів комбінованого гірничого кріплення.

У третьому розділі викладені результати дослідження впливу коригуючих добавок на властивості розроблених рецептур твердіючих сумішей із найбільш раціональними співвідношеннями компонентів, а також результати досліджень із визначення стійкості готового матеріалу до дії мінералізованої шахтної води у конструкції комбінованого кріплення.

До найбільш раціонального співвідношення компонентів для торкрет-бетонних сумішей були введені зола-виносу, полівінілацетатна емульсія, мікрокремнезем, бентонітова глина. Серед них найбільш ефективною добавкою виявилася полівінілацетатна емульсія. До складу торкрет-бетону на основі шахтних порід, обраному в якості раціонального була введена добавка ПВА-емульсії у кількості 0, 5, 10, 15, 20, 30 %.

Графік залежності міцності торкрет-бетону на стиск і вигин у сухому і водонасиченому стані від вмісту добавки полівінілацетатної емульсії наведено на рис. 5.

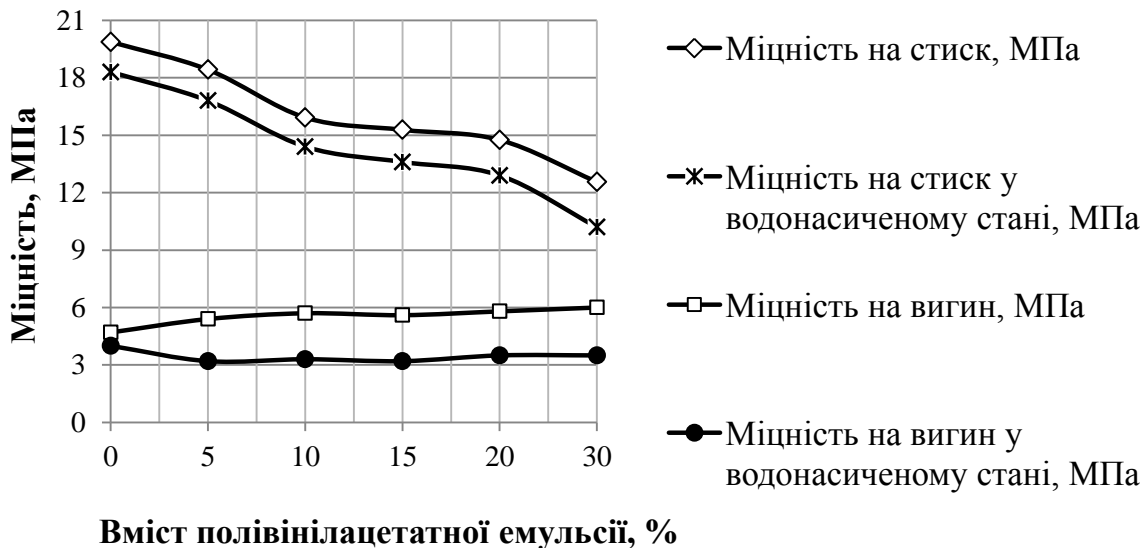


Рис. 5. Графік залежності міцності торкрет-бетону на стиск і вигин у сухому і водонасиченому стані від вмісту добавки полівінілацетатної емульсії

Дослідження показали, що оптимальною є добавка ПВА-емульсії у кількості 10 % від маси цементу. ПВА-емульсія має пластифікуючий вплив на бетонну суміш, покращує адгезію торкрет-бетонної суміші до породного масиву. Однак введення ПВА-емульсії у кількості більшій, ніж 20 % підвищує водопотребу бетонної суміші при тому ж водоцементному співвідношенні. При недостатній кількості води суміш має погані технологічні властивості і низькі фізико-механічні показники.

Мінералізовані шахтні води можуть негативно вплинути на міцність і довговічність цементного каменю. У рамках даної роботи були проведені експериментальні дослідження з метою оцінки ступеня впливу підземних вод на якість покриттів з отриманих твердіючих сумішей. Проведений порівняльний аналіз міцності на стиск зразків, які набирали міцність у нормальних умовах, і зразків, що знаходилися у контакті із мінералізованою шахтною водою протягом 1 року, на предмет зниження або збільшення міцності на стиск.

Встановлено, що протягом 1 року мінералізована шахтна вода не чинить негативного впливу на отримані зразки твердіючих сумішей – процес набору міцності продовжується. У даному випадку мінералізована вода не є агресивним середовищем для випробуваних зразків, оскільки зразки продовжують набирати міцність.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що при твердінні зразків бетону у мінералізованій воді їх міцність підвищилась на 10...30 % у порівнянні із зразками, що тверділи у нормальних умовах. Агресивний вплив може спостерігатися у більш пізні терміни перебування бетонних зразків в контакт з мінералізованою водою. Процеси корозії бетонних покриттів в умовах шахт Західного Донбасу протікають інтенсивно, але отримане бетонне покриття є достатньо стійким до дії агресивних середовищ. Більше того, отримані рецептури твердіючих сумішей є ефективним захисним покриттям для металевих елементів гірничих кріплень, а також можуть виконувати функції протифільтраційної завіси проти води і газу, які можуть надходити у виробки із гірського масиву порід.

У четвертому розділі, виходячи із принципів положень структурування багатокомпонентних твердіючих сумішей, обґрунтована методика проектування параметрів рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід. Враховуючи результати досліджень, отримані у попередніх розділах даної роботи можливо розрахувати міцність готового бетонного покриття у конструкції. При цьому встановлені граничні показники міцності на стиск для кожного із видів твердіючих сумішей.

Оскільки використані породи глинисті, то виключається головний недолік традиційних цементно-піщаних розчинів – відсутність стійкості до процесу седиментації. Методика проектування дозволяє обґрунтовано вибрати необхідні параметри суміші для розрахунку технологічних характеристик зведення комбінованого кріплення із використанням розроблених рецептур твердіючих сумішей. Блок-схему методики проектування рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу наведено на рис. 6.

Для контролю якості готового матеріалу в шахтних умовах доцільним є застосування неруйнівного методу контролю з використанням молотка Шмідта. Однак практика випробувань бетону в конструкціях неруйнівним методом показує розбіжність цих результатів з даними випробувань зразків на пресі. За результатами випробувань неруйнівним методом контролю і випробувань зразків на пресі побудовані графіки, наведені на рис. 7 і 8.

Відповідність результатів за даним способом є тим вищою, чим менше вимірюваний параметр R_2 міцності зразка бетону. Для отримання можливості використання неруйнівного методу контролю і визначення відповідності отриманих параметрів істинним значенням міцності, була побудована залежність параметру R_2 від R_1 , яка наведена на рис. 8.

Використання порід, що залишаються у шахті, потребує впровадження технології їх подрібнення. Особливостями циклу подрібнення є можливість подрібнення порід, що надходять із прохідницьких вибоїв з розміром куска до 300 мм та необхідність отримання двох фракцій порід: розміром 0÷5 мм – для приготування

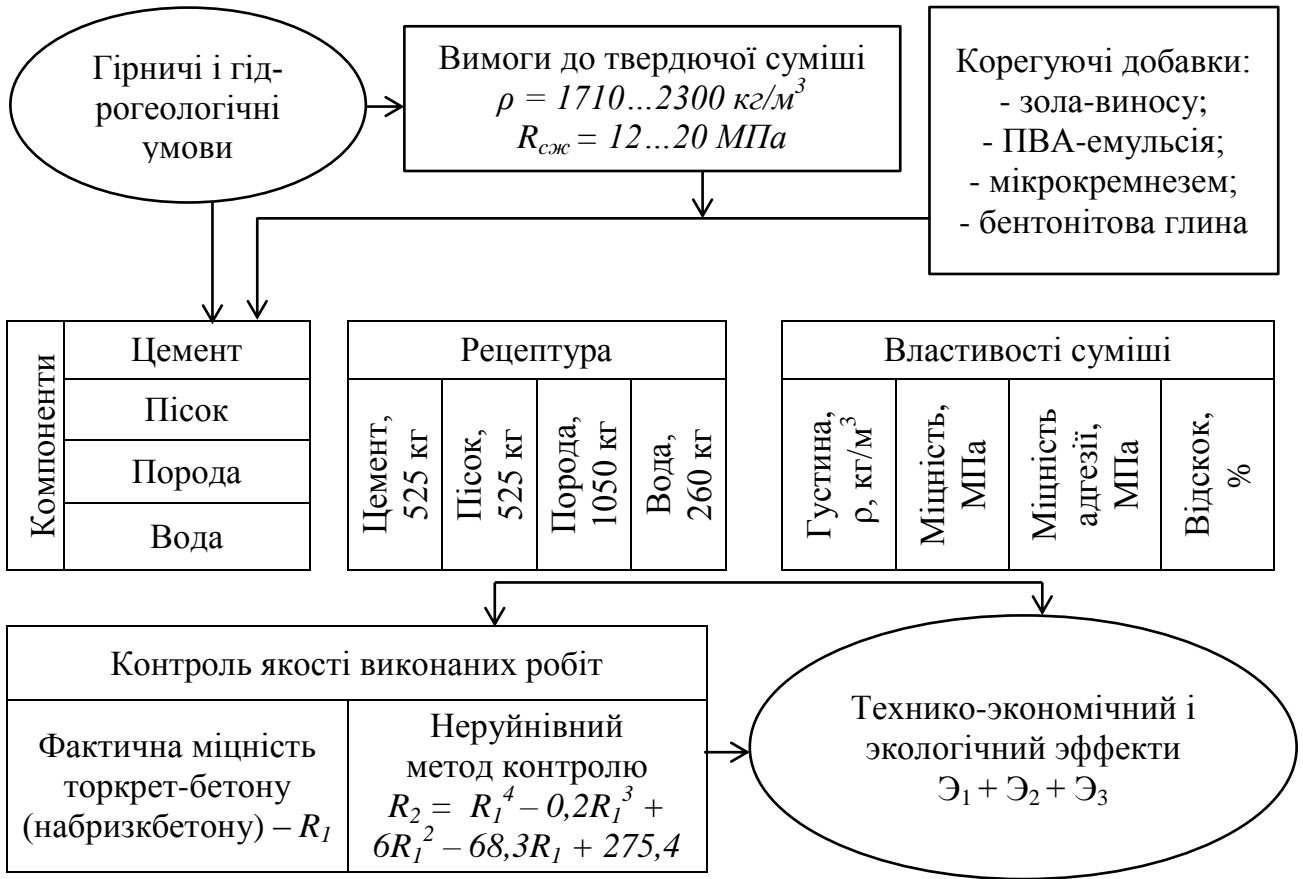


Рис. 6. Блок-схема методики проектування рецептури твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу

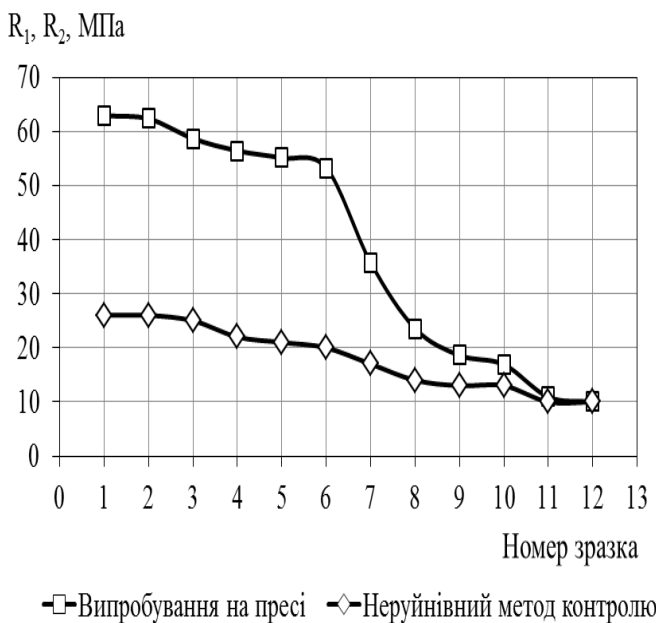


Рис. 7. Показники міцності зразків бетону, отримані за допомогою молотка Шмідта (R_1) і в результаті випробування на пресі (R_2)

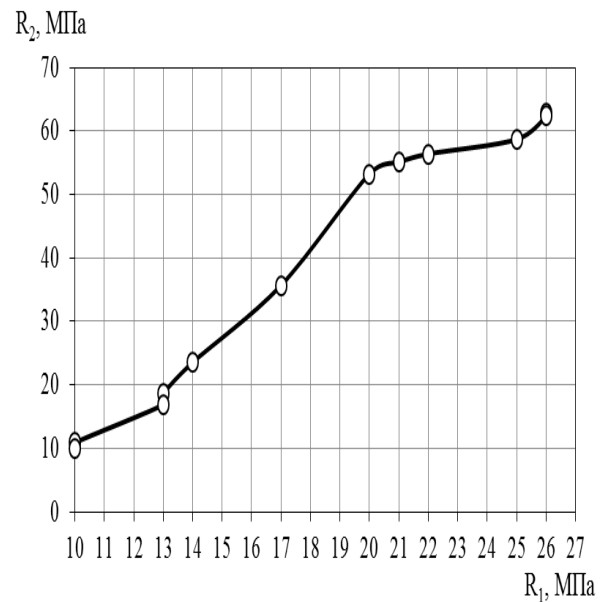


Рис. 8. Порівняння параметрів міцності, визначених за допомогою молотка Шмідта (R_1) з параметрами міцності, отриманими на лабораторному пресі (R_2)

тампонажних розчинів; і розміром 5÷10 мм – для торкрет-бетонних сумішей. У дисертаційній роботі наведені можливі варіанти технологічних схем подрібнення порід із використанням двох дробарок – попереднього та дрібного подрібнення, а також обладнання для прийому і доставки породного матеріалу до прохідницьких вибоїв або до місць ремонту та перекріплення.

Результати досліджень були впроваджені в умовах шахти ім. Героїв Космосу ПАТ «ДТЕК «Павлоградвугілля» при проведенні 2 західного магістрального відкаточного штреку гор. 350 м, північного відкаточного квершлягу гор. 470 м. Етапи виконання робіт зі зведення комбінованого кріплення з використанням розроблених рецептур твердіючих сумішей наведено на рис 9.



Рис. 9. Елементи виконання робіт зі зведення арочного кріплення з використанням розроблених рецептур твердіючих сумішей для тампонажу закріпного простору: *а* – вагонетка із подрібненою породою; *б* – торкрет-бетонне покриття із твердіючою сумішшю на основі вуглевміщуючих порід, нанесене на поверхню металевого рамного кріплення з залізобетонною затяжкою

Візуальне обстеження двох ділянок виробки було виконане з метою визначення їх загального стану, наявності та ступеню деформування елементів кріплення, характерних типів деформацій, наявності здимання порід підосви виробки. Загальний стан виробок оцінювався відносним показником стійкості, який визначається як відношення кількості рам кріплення, які перебувають у незадовільному стані, до загальної кількості рам на ділянці:

$$\omega_k = \frac{N_0 - N}{N_0}, \quad (4)$$

де N_0 – загальна кількість рам кріплення на ділянці, шт.; N – кількість рам кріплення, що перебувають у незадовільному стані, шт.

Для ділянки 1, де тампонажні роботи були виконані з використанням цементно-піщаного розчину з ручною чеканкою швів і відставанням від забою, показник відносної стійкості виробки склав $\omega_k = 0,38$, тоді як для ділянки 2, де було виконано механізоване торкретування і тампонаж сумішами на основі шахтних порід, показник відносної стійкості виробки склав $\omega_k = 0,82$. Таким чи-

ном, натурні дослідження показали, що стійкість експериментальної ділянки підвищилась майже вдвічі після своєчасного проведення тампонажних робіт.

Іншим напрямком підвищення стійкості капітальних виробок є застосування набризкбетону товщиною до 15 см, що є одним із елементів кріплення типу АСН-А, який наноситься на металеву просторову затяжку. Конструкція цього кріплення і технологія зведення були розроблені А.В. Смирновим з урахуванням складних геомеханічних умов Західного Донбасу. Відмінною рисою цього кріплення є відсутність таких операцій як установка залізобетонної затяжки і забутовка закріпного простору.

Ефективність результатів досліджень складається із техніко-економічної, екологічної та соціальної складових. Розрахунками підтверджено високу техніко-економічну ефективність результатів досліджень, показано, що тільки за рахунок зменшення витрат на закупівлю природного піску та зменшення логістичних витрат очікувана питома ефективність використання твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід має скласти 207 грн/м.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на підставі вперше встановлених закономірностей реологічних та структурно-механічних процесів у твердіючих сумішах вирішене актуальне науково-технічне завдання з обґрунтування раціональних рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід для зведення комбінованих гірничих кріплень та забезпечення тривалої стійкості капітальних виробок, що має велике значення для гірничодобувної галузі промисловості та вирішення питання утилізації відходів.

Основні наукові і практичні результати дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Встановлено, що вуглевміщуючі породи Західного Донбасу (аргіліти та алевроліти) придатні для приготування на їх основі твердіючих сумішей, що застосовуються при зведенні комбінованих кріплень капітальних виробок.

2. При проведенні тампонажних робіт з метою заповнення закріпного простору і тріщин приконтурного масиву порід у виробках, закріплених комбінованим кріпленням з тампонажем закріпного простору, доцільно застосовувати твердіючі суміші зі співвідношенням компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 0 : 3 з міцністю на стиск 5,9 МПа. Для досягнення більш високої міцності тампонажного розчину (до 18 МПа) доцільним є використання розчину на основі фракції породи менше 1,6 мм із заміною 25% породи на природний пісок (Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2).

3. Встановлено, що з метою ізоляції стін виробок при виконанні тампонажних робіт доцільно використовувати торкрет-бетонну суміш зі співвідношенням компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 1 : 2 з максимально можливою міцністю торкрет-бетону на стиск – 16...20 МПа.

4. Доведено, що введення ПВА-емульсії у кількості 10 % від маси цементу має пластифікуючий вплив на торкрет-бетонну суміш, підвищує міцність її зче-

плення з поверхнею кріплення, а також сприяє підвищенню міцності на стиск готового покриття у більш пізні терміни твердіння (до 2 років).

5. Набризкбетон на основі шахтної породи може бути використаний як елемент комбінованого кріплення типу АСН-А («арка – сітка – набризк – анкер») у комбінації із просторовою металевою сітчастою затяжкою замість залізобетонної, що забезпечить достатню несучу здатність кріплення при високих навантаженнях. При впровадженні технології кріплення виробок із використанням набризкбетонної оболонки і просторової металевої затяжки доцільно використовувати твердіючу суміш зі співвідношенням компонентів Цемент : Пісок : Порода = 1 : 2,25 : 0,75 при водо-цементному співвідношенні В/Ц = 0,5 (міцність на стиск складає до 17,5 МПа).

6. Отримана залежність відповідності результатів випробувань стандартних зразків готового матеріалу за допомогою неруйнівного методу контролю результатам випробувань руйнівним методом контролю міцності бетону.

7. Показано, що розроблені рецептури твердіючих сумішей є стійкими до контакту із мінералізованою шахтною водою. Вони є якісним антикорозійним покриттям для металевих елементів кріплення і можуть служити протифільтраційною завісою від води і газу, що можуть надходити із оточуючого породного масиву.

8. Очікуваний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на доставку та закупівлю заповнювачів для твердіючих сумішей склав 207 грн/м виробки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Гаркуша В.С. Управление устойчивостью капитальных выработок с пучащей почвой / В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша // Пучение пород почвы в выработках угольных шахт: Монография / А.Н. Шашенко, А.В. Солодянкин, А.В. Смирнов. – Днепропетровск: ООО «ЛизуновПресс», 2015. – С. 201 – 217.

2. Гаркуша В.С. Особенности использования шахтной породы в качестве замены части заполнителя при приготовлении торкретбетона / В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша // Уголь Украины. – 2014. – № 12. – С. 38 – 42.

3. Гаркуша В.С. Исследование влияния золы-уноса на прочностные показатели породобетона / В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша, П.А. Бакум // Сучасні ресурсоенерго-зберігаючі технології гірничого виробництва.– Кременчуг: КрНУ, 2014. – Вип. 2. – С. 141 – 149. (наукометрична база Index Copernicus)

4. Гаркуша В.С. Торкрет-бетонні суміші на основі відходів добування кам'яного вугілля для кріплення гірничих виробок / В.С. Гаркуша // Науковий вісник НГУ. – 2015. – №3. – С. 17 – 23. (наукометрична база SCOPUS)

5. Гаркуша В.С. Тампонажные и торкрет-бетонные смеси для крепления капитальных выработок угольных шахт / А.В. Солодянкин, М.А. Выгодин, В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша, А.З. Прокудин // Вісник Криворізького національного університету. – 2015. – Вип. 39. – С. 111 – 116. (наукометрична база РІНЦ)

6. Гаркуша В.С. Сравнительный анализ использования неразрушающего и разрушающего методов контроля бетонных образцов / В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша // Уголь Украины. – 2015. – № 6. – С. 44 – 47.
7. Гаркуша В.С. Исследование реологических свойств тампонажных растворов на основе шахтных пород / В.С. Гаркуша // Розробка родовищ. – Днепропетровск: Літограф. – 2015. – С. 389 – 394.
8. Гаркуша В.С. Перспективы использования шахтной породы в твердеющих смесях для обеспечения устойчивости капитальных выработок / С.В. Мкртчян, В.В. Коваленко, М.А. Выгодин, В.С. Гаркуша // Уголь Украины. – 2016. – № 1. – С. 28 – 32.
9. Garkusha V. The Possibilities for Mining Waste Processing / V. Garkusha // Widening our horizons: Materials of the 9th International Forum for Students and Young Researches 03 – 04 April 2014, Dnipropetrovsk. – D.: NMU, 2014. – V.2. – pp. 27 – 28.
10. Гаркуша В.С. Использование пустой породы угольных шахт в качестве наполнителя для тампонажных растворов / С.Н. Гапеев, В.С. Гаркуша // Перспективы развития горного дела и подземного строительства: Материалы VI международной научно-технической конференции «Энергетика. Экология. Человек» 22 – 24 мая 2014 г., Киев. – К.: НТУУ «КПИ», 2014. – С. 91 – 94.
11. Гаркуша В.С. Исследование физико-механических характеристик торкрет-бетонных составов на основе пустой породы / В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша // Форум гірників: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції 01 – 04 жовтня 2014 г., Днепропетровск. – Д.: ТОВ «ЛізуновПресс», 2014. – Том 2. – С. 138 – 138.
12. Гаркуша В.С. Торкрет-бетонные смеси на основе пустых пород угольных шахт / В.С. Гаркуша // Разработка, использование и экологическая безопасность современных гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ: Материалы XI международной научно-технической конференции 01 – 07 февраля 2015 г., Кременчуг. – К.: КрНУ, 2015. – С. 43 – 46.
13. Harkusha V. The Study of Properties of Grouting Mixtures Based on Mining Waste / V. Harkusha // Widening our horizons: Materials of the 10th International Forum for Students and Young Researches 23 – 24 April 2015, Dnipropetrovsk. – D.: NMU, 2015. – V.2. – pp. 72 – 73.
14. Гаркуша В.С. Исследование свойств тампонажных растворов на основе шахтных пород / В.С. Гаркуша // Сталий розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції 20 – 22 травня 2015 р., Кривий Ріг – К.: КНУ, 2015. – С. 21.
15. Гаркуша В.С. Исследование влияния ПВА-эмульсии на реологические свойства тампонажных растворов на основе пустых пород / В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша // Форум гірників: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції 30 вересня – 03 жовтня 2015 р., Дніпропетровськ. – Д.: НГУ, 2015. – Т.2. – С. 110 – 115.
16. Гаркуша В.С. Использование пустых пород угольных шахт для приготовления твердеющих смесей / А.В. Солодянкин., В.В. Коваленко, В.С. Гаркуша, А.З. Прокудин // Строительство и архитектура: Материалы международной

научно-практической конференции 26 – 27 ноября 2015 г., Ростов-на-Дону. – Р.: РГСУ, 2015. – С. 397 – 400.

Особистий внесок здобувача у роботи, опубліковані у співавторстві: [1, 2, 5, 10, 11, 16] – виконання комплексу лабораторних досліджень з метою визначення гранулометричного складу заповнювача, реологічних властивостей твердіючих сумішей і фізико-механічних характеристик готового каменю; [8] – оцінка якості твердіючих сумішей у шахтних умовах; [3,15] – визначення впливу коригуючих добавок на технологічні властивості твердіючих сумішей та фізико-механічні показники готового каменю; [6] – проведення випробувань зразків твердіючих сумішей руйнівним та неруйнівним методами контролю та встановлення закономірностей відповідності отриманих параметрів істинним значенням міцності.

АНОТАЦІЯ

Гаркуша В.С. Обґрунтування рецептур твердіючих сумішей на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу для комбінованих кріплень капітальних виробок. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.04 – «Шахтне та підземне будівництво». – Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет». Дніпро, 2017.

У дисертації на основі вперше встановлених закономірностей реологічних і структурно-механічних процесів у твердіючих сумішах на основі вуглевміщуючих порід Західного Донбасу вирішена актуальна науково-технічна задача з обґрунтування раціональних рецептур твердіючих сумішей як елемента комбінованого гірничого кріплення.

На основі експериментальних досліджень доведено, що механічна міцність готового цементного каменю на основі вуглевміщуючих порід є достатньою для забезпечення технологічних та експлуатаційних потреб комбінованого кріплення, яке використовують для підтримання стійкості капітальних виробок шахт Західного Донбасу.

Розроблено методику проектування параметрів твердіючих сумішей для комбінованих кріплень з тампонажем закріпного простору та кріплення типу АСН-А («арка – сітка – набризк – анкер»). Проведені дослідно-промислові роботи зі зведення комбінованого кріплення із використанням розроблених твердіючих сумішей, доведена економічна ефективність їх використання.

Ключові слова: вуглевміщуючі породи, комбіноване кріплення, твердіючі суміші, тампонаж, торкрет-бетон, набризкбетон, реологічні властивості.

АННОТАЦИЯ

Гаркуша В.С. Обоснование рецептур твердеющих смесей на основе углевмещающих пород Западного Донбасса для комбинированных крепей капитальных выработок. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.04 – «Шахтное и подземное строительство». – Государ-

ственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет». Днепро, 2017.

В диссертации на основе впервые установленных закономерностей реологических и структурно-механических процессов в твердеющих смесях на основе углевмещающих пород Западного Донбасса решена актуальная научно-техническая задача по обоснованию рациональных рецептур твердеющих смесей как элемента комбинированной горной крепи. Определены возможные направления использования твердеющих смесей на основе углевмещающих пород в технологическом цикле горнодобывающих предприятий.

Впервые разработаны твердеющие смеси на основе углевмещающих пород Западного Донбасса. Установлены экспоненциальные закономерности кинетики структурообразования для разработанных рецептур твердеющих смесей на основе углевмещающих пород.

На основе экспериментальных исследований доказано, что полученные твердеющие смеси по реологическим свойствам являются вязкопластичными суспензиями, механическая прочность готового цементного камня на основе углевмещающих пород является достаточной для обеспечения технологических и эксплуатационных потребностей комбинированной крепи, применяемой для поддержания устойчивости выработок шахт Западного Донбасса. Установлено, что полученные рецептуры твердеющих смесей являются однородными, обладают высокой устойчивостью к процессу седиментации и меньшей плотностью по сравнению с цементно-песчаными растворами, которые получили широкое применение в горном деле.

Экспериментально установлена временная зависимость набора пластической прочности твердеющих смесей на основе углевмещающих пород Западного Донбасса, что позволило определить наиболее рациональное количество ускорителя схватывания – 4% жидкого стекла от массы цемента, применение которого является эффективным в том случае, если существует необходимость в быстром приросте прочности тампонажного камня.

Доказано, что наиболее эффективной корректирующей добавкой к разработанным рецептурам торкрет-бетонных смесей является поливинилацетатная эмульсия в количестве 10 % от массы цемента. Установлено, что такое количество ПВА-эмульсии повышает прочность готового камня в возрасте 28 суток при изгибе в 1,5 раза. Величина сцепления цементного камня с поверхностью крепи увеличивается на 10...70 %, что обеспечивает совместную работу крепи и изолирующего покрытия как при выполнении тампонажных работ, так и в течение всего срока эксплуатации выработки.

Установлено, что набрызгбетонное покрытие из твердеющих смесей на основе углевмещающих пород может применяться в качестве элемента комбинированной крепи типа АСН-А («арка – сетка – набрызг – анкер»). Набрызгбетонная смесь на основе углевмещающих пород обладает высокой пластичностью и проникающей способностью, однако максимальная прочность готового камня при сжатии не превышает 18 МПа.

Получены корреляционные зависимости, которые позволяют определить соответствие испытаний образцов полученных твердеющих смесей разрушаю-

щим и неразрушающим методами контроля истинным значениям прочности. Доказано, что полученные составы твердеющих смесей являются качественным антикоррозионным покрытием для металлических элементов крепи и, благодаря высокой адсорбционной способности использованной породы, могут выполнять функции противодиффузионной завесы от поступающей из породного массива воды и газа.

Разработана методика проектирования параметров твердеющих смесей для комбинированных крепей с тампонажем закрепного пространства и крепи типа АСН-А («арка – сетка – набрызг – анкер»). Проведены опытно-промышленные работы по возведению комбинированной крепи с использованием разработанных рецептур твердеющих смесей, доказана экономическая эффективность их использования.

Ключевые слова: углевмещающие породы, комбинированная крепь, твердеющие смеси, тампонаж, торкрет-бетон, набрызгбетон, реологические свойства.

ANNOTATION

Harkusha V.S. Substantiation of curing mixtures recipes based on waste rocks of Western Donbas for the combined supports of capital workings. – Manuscript.

The thesis for a scientific degree of candidate of technical sciences on the specialty 05.15.04 – “Mining and underground construction”. – State Higher Educational Institution “National Mining University”. Dnipro, 2017.

The thesis is based on the first established regularities of rheological, structural and mechanical processes in curing mixtures that based on waste rocks of Western Donbas. It had been solved urgent scientific and technical problem on a substantiation of rational recipes of curing mixtures as an element of the combined support.

On the basis of experimental researches it had been proved that mechanical strength of the ready-made cement stone that based on waste rocks is sufficient to provide technical and operational requirements for combined support that is used to maintain the stability of the workings in Western Donbas. Curing mixtures that based on waste rocks of Western Donbas are first developed.

Methodology of parameter’s design for curing mixtures based on waste rocks for combined support with plugging of the fixing space and for combined support AMSC-A (“arch – mesh – sprayed concrete – anchor”) were developed. An experimental and industrial works to construct the combined support with curing mixtures using were executed. Economic efficiency of curing mixtures using were proven.

Key words: waste rock, combined support, curing mixtures, grouting mortar, sprayed concrete, rheological properties.

ГАРКУША Віталія Сергіївна

**ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУР ТВЕРДІЮЧИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ
ВУГЛЕВМІЩУЮЧИХ ПОРІД ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ ДЛЯ КОМБІНО-
ВАНИХ КРІПЛЕНЬ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК**

(Автореферат)

Здано на складання 30.01.2017. Підписано до друку 30.01.2017. Формат 60×90/16.

Папір офсетний. Друк ризографічний. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 0,9.

Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № 452

Віддруковано на базі поліграфічно-видавничого центру «Адверта»

49000, Дніпро, Короленко 3/308

тел. (066)-55-312-55, (056)-798-22-47

E-mail: 7984722@gmail.com,

www.adverta.com.ua

www.vk.com/izdatelstvo_adverta

www.facebook.com/adverta.Izdatelstvo