

4. Шафран, Л.М. Токсикология горения. Основные задачи и перспективы развития / Л.М. Шафран //Актуальные проблемы транспортной медицины. –№4.–2006. –С.25–28.
5. Ненахов, С.А. Физико-химия вспенивающихся огнезащитных покрытий на основе полифосфата аммония /С.А. Ненахов, В.П. Пименова// Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т.19, №8. – С.11 – 58
6. Wu, W. Comparison of different reactive organophosphorus flame retardant agents for. Part II: fabric flame resistant performance and physical properties /W. Wu, Q. Charles, C. Yang // Polymer Degradation and Stability .–2007.– 92(3).–P.363–369.
7. [Kandare, E.](#) Study of the thermal decomposition of flame-retarded unsaturated polyester resins by thermogravimetric analysis and Py-GC/MS/ [E. Kandare](#), [Baljinder K. Kandola](#), [Dennis Price](#), [Shonali Nazaré](#), [Richard A. Horrocks](#)//[Polymer Degradation and Stability](#). 2008.-V 93,№ 11.– P. 1996–2006.
8. Fundamental flame spread and toxicity evaluation of fire retarded polymers/ M. Suzanne, S. Ukleja, M. Delichatsios, J.Zhang, B. Karlsson//Fire Safety Science-Proceedings of the eleventh international symposium. – 2014. –P. 846–859.
9. Fire Retardancy of Polymers. New Applications of Mineral Filler /Edit. by Michel Le Bras, Charles A. Wilkie, Serge Bourbigot, Sophie Duquesne, Charafeddine Jama. – Cambridge: The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, 2005. – 664p.
10. Morgan A.B. Flame retardant polymer nanocomposites/ A.B. Morgan, C.A. Wilkie // Wiley. – 2007. – 429 p.

УДК 622. 337

МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА КОНСТРУКЦІЇ З ГОРІЛИХ ПОРІД ШАХТНИХ ТЕРИКОНІВ

Проскурова В.С. (Індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ),
науковий керівник – Повзун О.І.

Проведено аналіз даних про можливості використання горілих порід шахтних териконів як техногенну сировину при виробництві будівельних матеріалів. Показано можливість застосування горілих порід як заповнювача бетонів, сировини для керамічних виробів, добавок до в'язучих. Великотонажне використання горілих порід можливо в дорожньому будівництві.

Ключові слова: шахтний відвал, горіла порода, заповнювач бетону, будівельні матеріали.

Терикон – відвал, штучний насип з породних вилучень при підземній розробці родовищ вугілля та інших корисних копалин. За 200 років розробки вугільних родовищ тільки на площі в 5527 гектарів (у Донецькій і Луганській областях) насипано 1257 породних гір.

З надр України щорічно добувається понад 1,5 млрд. т гірничої маси, з якої після вилучення корисних компонентів 60 - 70% загальної маси сировини перекладається у відвали. Для розміщення відвалів відводиться щороку до 1,5 - 2,0 тис. га сільськогосподарських земель. В Україні у відвалах знаходиться понад 20 млрд. т гірничопромислових та інших відходів, які займають понад 500 тис. га землі. Особливо гостро стоїть проблема утилізації техногенної сировини в індустріально розвиненому Донбасі, у структурі господарського комплексу якого вугільна промисловість є однією з провідних галузей.

Виникла гостра потреба у підвищенні рівня утилізації горілих шахтних порід (ГШП) і ліквідації териконів.

На основі використання шахтних горілих порід для будівельної галузі можна одержати:

- альтернативні матеріали для заміни ґрунтових природних матеріалів при будівництві раціональним і великомасштабним напрямком;
- важкі і легкі бетони (вироби для промислового, цивільного і соціального будівництва);
- комірчасті бетони (теплоізоляційні блоки, перегородки, панелі, литий бетон для пристрою теплоізоляції підлог, горищних перекриттів, дахів);
- дрібнозерністі бетони (дрібноштучні стінові вироби, тротуарні плити, бортові камені, елементи мощення та ін);

➤ будівельні і тампонажні розчини, що мають корозійну стійкість і гідроізоляційну здатність;

➤ активовані малоклінкерні, тонкомелені в'язучі з підвищеною корозійною стійкістю;

➤ сипучі теплоізоляційні матеріали (замінники керамзиту);

➤ керамічні матеріали (вироби художньої кераміки, вогнетриви);

➤ закладні матеріали, сипучі і тверднучі (для виконання закладних робіт у виробленому просторі).

Розробка заходів щодо комплексної переробки горілих порід шахтних териконів дозволить вирішити ряд актуальних завдань:

- ❖ нормалізувати екологічну обстановку усуненням джерела забруднення навколишнього середовища зі збереженням сільськогосподарських угідь;
- ❖ замінити (заощадити) коштовну природну сировину;
- ❖ використовувати трудові ресурси, будівлі і споруди, обладнання та техніку, які вивільнятимуться у зв'язку із закриттям нерентабельних шахт;
- ❖ знизити соціально-економічну напруженість створенням робочих місць на підприємствах з комплексної переробки техногенної сировини.

Тверді відходи, що утворюються під час видобутку і збагачення вугілля, є різноманітними за властивостями, що обумовлено мінералогічним складом вугілля і видом його переробки [1]. Неоднорідність властивостей шахтних порід обумовлена також різним ступенем їх випалювання в териконах [2] і гранулометричним складом, який більш стабільний біля відходів вуглезбагачення, ніж шахтних відвальних порід [3], в той час як мінеральна частина практично ідентична і представлена переважно породами осадового походження.

За вмістом органічних речовин, % (в основному вільний вуглець), «порожні» шахтні породи поділяються на такі групи: Г1 – до 2; Г1а – 2 - 4; Г2 – 4 - 8; Г3 – 8 - 12; Г4 – 12 - 20; Г5 – понад 20. Під дією кисню повітря органічна складова порід окислюється і самозаймається: порода піддається природному випалу, а органічні домішки частково вигорають. Горілими породами вважають "порожні" шахтні породи зі вмістом до 5% залишкових вуглистих домішок [4]. Під час підвищення температури мінеральна складова змінює свою структуру і склад. При горінні порід в аерованих умовах утворюються кисневмісні речовини: гематит, ангідрит, вапно, переклаз тощо. Переважаючими речовинами горілих порід є аргіліти, пісковики та алевроліти [5].

Аргіліт – продукт дегідратації глинистих порід, не нерозчинний у воді. Він утворюється внаслідок ущільнення та цементації глинистих порід. Основну масу складають аргіліти гідрослюди, каолініт і монтмориллоніт. Як домішки зустрічаються кварц, польові шпати, слюди і хлориди. Порооди, у яких вміст частинок розміром понад 0,01 мм становить понад 50%, називають алевролітами. В алевролітах часто спостерігаються прошарки, що відображають сланцеву шарувату текстуру та її лещадність. Прийнято вважати, що речовинний склад горілих порід має аргілітово - алевролітове походження.

В залежності від структури горілі породи поділяють на чотири групи [6]: *найслабкіші* – відходи шахт, що розробляють худі вугілля; колір цих порід темно-сірий; вони слабо обпалені і мають аморфну структуру; *пухкі* – породи шахт, що відпрацьовують газове вугілля; слабо обпалені; мають світло-рожевий колір; *тверді породи шахт*, які виробляють коксівне вугілля; мають щільну структуру; добре випалені; колір їх змінюється від темно-коричневого до коричневого; *дуже тверді породи шахт*, що розробляють антрацитові вугілля; випал їх доведений до оплавлення.

Хімічний склад усереднених проб горілих порід різних шахт Донбасу коливається в широких межах: SiO_2 (48,3 - 57,9%); Al_2O_3 (30,7 - 46,6%); CaO (1,4 - 4,7%); MgO (0,8 - 2,5%); SO_3 (1,1 - 2,4%) [7].

Серед перспективних напрямків переробки горілих порід можна виділити виробництво керамічних стінових матеріалів на їх основі. Маючи високу теплотворну здатність (2500 - 9200 кДж/кг), вони використовуються також, як вихідна сировина або вигоряюча добавка при виробництві штучних пористих заповнювачів бетону, наприклад, аглопориту.

Розподіл природних радіонуклідів для фракцій горілої шахтної породи становить від 1,25 мм до 20 мм від 980 до 1050 Бк/кг. Гідравлічна активність горілої шахтної породи характеризується модулем активності, силікатним і глинисто-залізистим модулями.

Перегоріла шахтна порода, в більшості випадків, містить невеликий відсоток вугілля (0,9 - 2,6%), сірки та інших органічних домішок. Ці домішки знаходяться в основному в дрібнику, який може відсіюватися через сито з отворами 5 мм. Таким чином, добре перегорілу породу після

подрібнення і класифікації можна використовувати крупний заповнювач бетонів. При цьому як щебінь слід застосовувати горілі породи, що мають в основі алевроліти, дрібнозернисті пісковики та тверді сланці. Встановлено також, що чим вище вміст кремнезему в щебені, тим вище його марка за міцністю, стираністю і морозостійкістю.

Фракції горілої породи з розміром 0,16 - 5 мм можна використовувати як дрібний заповнювач бетонів. Встановлено підвищену активність вапняково-горілопородних в'язучих в розчинах з горілопородним піском порівняно зі стандартним вольським піском. Це пояснюється більш розвиненою поверхнею і активністю горілопородного заповнювача. Внаслідок чого підвищується адгезія, а також відбувається вакуумне всмоктування тіста в'язучого в капіляри зерен горілої породи, що утворюються в результаті вигорання вуглистих домішок. Мелену горілу породу можна використовувати замість частини портландцементу, при виробництві пуцоланового цементу або як пуцоланову добавку до бетонних сумішей.

Налагоджуємо дослідне виробництво бетонів на основі горілої породи, такі бетони використовували для кріплення підземних виробок. Обстеження бетонного кріплення через 10-15 років показало, що вироби перебувають у задовільному стані [8].

У той же час збільшення обсягів виробництва бетонів, а також розширення номенклатури виробів на їх основі перешкоджає низка факторів, серед яких першорядне значення вкрай неоднорідність складу і властивостей порід шахтних відвалів.

Виходячи із зазначених характеристик горілу шахтну породу можливо її використовувати у земляному насипу автомобільної дороги, як матеріал для влаштування ізоляційно - дренажного шару.

Ізоляційно - дренажний шар для регулювання водно - теплового режиму дорожньої конструкції автомобільної дороги виконано у вигляді тришарового конструктиву. Він може бути виготовлений на місці проведення робіт із застосуванням горілої шахтної породи для забезпечення проектного поперечного ухилу.

Ізоляційно - дренажний шар для регулювання водно-теплового режиму дорожньої конструкції автомобільної дороги функціонує таким чином: при впливі вертикальних навантажень шари геокомпозиту не змінюють свого положення за рахунок жорсткості шару з горілої шахтної породи. Це не дозволяє вище і нижче розташованим шарам геокомпозиту змикатися і порушувати проектний ухил.

На укоси бічних каналів виводиться не весь ізоляційно-дренажний шар, а лише прошарка геокомпозиту, що підвищує легкість їх укладення і зменшує витрати на влаштування шару в бічних канавах, тим самим це не перешкоджає виконання однієї з основних функцій – відведення води з шарів земляного полотна в бічні канали.

Незважаючи на труднощі і ризики, перспективність використання як сировини гірничих відвалів очевидна, оскільки їх утилізація дозволяє вирішувати одночасно цілий ряд економічних, соціальних та екологічних проблем [9].

Економічні проблеми:

- ✓ постійне подорожчання сировини, що витягається з надр, у зв'язку з розробкою родовищ на все більш значних глибинах;
- ✓ виснаження запасів корисних копалин у надрах;
- ✓ зниження продуктивності праці та зменшення темпів видобутку корисних копалин у зв'язку з постійним ускладненням гірничо-геологічних умов.

Соціальні проблеми:

- ✓ ускладнення ситуації з використанням робочої сили внаслідок зменшення обсягу робіт, викликаного виснаженням запасів корисних копалин;
- ✓ погіршення умов праці при експлуатації глибокозалягаючих родовищ;
- ✓ вивільнення робочої сили шахт, що закриваються.

Екологічні проблеми:

- ✓ виключення з господарського обігу великих площ земель, зайнятих териконами;
- ✓ знищення або зниження якості земель через пилові замети з відвалів;
- ✓ забруднення навколишнього середовища (грунтів, поверхневих і підземних вод, повітря) важкими металами і солями.

Залучення у переробки сировини відвалів забезпечує:

- ✓ скорочення витрат на пошуки і розвідку нових експлуатованих родовищ;
- ✓ збереження ресурсів в надрах, оскільки запаси корисних копалин, що накопичилися в териконах, достатньо, щоб задовольнити потреби на багато десятиліть вперед;

- ✓ підвищення продуктивності праці за рахунок рентабельної переробки вже видобутої сировини, що є готовим напівпродуктом і знаходиться поблизу діючих підприємств;
- ✓ поліпшення умов праці; техногенні родовища розташовані на поверхні (на відміну від все більш глибокозалягаючих звичайних родовищ корисних копалин);
- ✓ виробництво дешевих будівельних матеріалів;
- ✓ звільнення займаних відвалами земель, ліквідація джерел забруднення навколишнього середовища.

В роботі розглянуто можливі способи утилізації горілих порід. Наймасштабнішою галуззю напрямком є дорожнє будівництво. Аналіз численних літературних джерел з проблеми утилізації породних відвалів вугледобувних підприємств доводить, що досягнуті позитивні результати з використання - горілих порід у виробництві керамічних стінових матеріалів, штучних пористих заповнювачів бетону, місцевих в'язучих, піску і щебеню.

Таким чином, розглянута у роботі проблема утилізації горілих порід наразі є актуальною. Однак, як показав досвід, без підтримки держави розв'язати зазначену проблему, досить складно.

Література:

1. Певзнер М.Е. Экология горного производства / М.Е. Певзнер, В.П. Костовецкий. – М.: Недра, 1990. – 376 с.
2. Подвишенский С.В. Рациональное использование природных ресурсов в горнопромышленном комплексе / С.В. Подвишенский, В.И. Чалов, О.П. Кравчина. – М.: Недра, 1990. – 237 с.
3. Дворкин Л.И. Строительные материалы из промышленных отходов / Л.И. Дворкин, И.А. Пашков. – Киев: Вища шк., 1980. – 143 с.
4. Чистяков Б.З. Использование отходов промышленности в строительстве / Б.З. Чистяков. – Л.: Лениздат, 1989. – 116 с.
5. Элинзон М.П. Производство искусственных пористых заполнителей / М.П. Элинзон. – М.: Стройиздат, 1988. – 217 с.
6. Уткин Ю.В. Перспективы использования отходов добычи и обогащения углей для производства пористых заполнителей / Ю.В. Уткин, М.Я. Спирт, М.П. Элинзон. – М.: ЦНИЭИУголь, 1987. – 185 с.
7. Эффективность использования промышленных отходов в строительстве / под ред. Я.А. Рекитара. – М.: Стройиздат, 1978. – 172 с.
8. Савенко В. Я. Синтетичні матеріали – перспектива використання в дорожніх конструкціях / В. Я. Савенко, В. В. Петрович, В. І. Касків, О. Ю. Усиченко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 1999. – Вип. 57. – С.143-153.
9. Рувинский В. И. и др. Гидроизолирующие прослойки для улучшения водно – теплового режима земляного полотна.// Автомобильные дороги: 1985. - №12 - С. 23–24.

УДК 667.637.4

МЕТОДИ МОДИФІКАЦІЇ НАНОГЛИН ПРИ ОТРИМАННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Саламатіна Ю.Є. (Індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ)
науковий керівник – Придятько С.П.

Вивчено та проаналізовано літературні дані, пов'язані зі способами модифікації природних наноглин. Визначено, що вельми перспективною природною наносполюкою при використанні в практиці вогнезахисту є монтморилоніт (ММТ). Показано, що найбільш перспективним і поширеним в технології модифікації ММТ є метод заміни неорганічних катіонів ММТ на катіони четвертинного амонію.

Ключові слова: наноглина, монтморилоніт, четвертинна амонієва сіль

Розробка ефективних екологічних вогнезахисних покриттів та дослідження у цьому напрямку продиктовані цілою низкою проблем у галузі пожежної безпеки. Пожежі щорічно