

УДК 624.016

ШЛЯХИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СПІНЕННОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛУ В ЯКОСТІ ЗАПОВНЮВАЧА ЛЕГКОГО БЕТОНУ

Скрипник Т.В., к.т.н, Мельникова О.П., д.т.н.,

Скрипник В.Ю. студент

Автомобільно-дорожній інститут Державного Вищого Навчального Закладу

«Донецький національний технічний університет»

Розглянуті питання доцільності використання вторинного спіненого пінополістиролу в якості сировини для виготовлення легкого бетону одночасно зі проблемою утилізації зростаючих побутових відходів населення.

Актуальність теми.

Щорічно в Україні утворюється близько 10 млн. тонн відходів, їхній склад (особливо у великих містах) наближається по складу ТПВ в західних країнах з відносно зростаючою часткою паперових відходів і пластику. Це пов'язане із прогресуючим розвитком виробництва нових видів товарів, надходженням на вітчизняний ринок значної кількості різноманітних товарів імпортного виробництва, застосуванням у торгівельних операціях сервісного прийому пакування продукції в зручну тару. При цьому слід враховувати обмежений строк експлуатації упаковки та надходження в об'єкти навколишнього середовища в якості відходів.

Мета статті та постановка задачі дослідження.

Для знешкодження ТПВ в Україні застосовується практично єдиний спосіб, що є пасивним: видалення відходів на полігони й санкціоновані смітники. Кількість зареєстрованих полігонів і смітників досягає 2,5 тис.т Існує маса незареєстрованих сміттевих звалок. Їхню кількість важко врахувати. Але можна вказати, що в 2002р. рішенням органів Мінекоресурсів закрито близько 13 тис. таких смітників. ТПВ, які вивозяться на полігони, будуть складуватися, як правило, без попереднього сортування. Більшість полігонів працює в режимі перевантаження, а 80 % з них не відповідають вимогам екологічної безпеки. Більше половини місць поховання промислових і побутових відходів є потенційно небезпечними з погляду можливості забруднення атмосферного повітря, ґрунту, ґрунтових і підземних вод. Процес спалювання полімерних відходів, особливо

полівінілхлоридних матеріалів, може супроводжуватися виділенням у повітря таких надзвичайно небезпечних речовин, як диоксини.

Серед полімерних матеріалів мігруючими компонентами в результаті деструкції або неправильного обігу з ними (спалювання) можуть бути наступні хімічні забруднювачі: формальдегід, фенол, стирол, бензол, етилбензол, метанол, ацетон, диметіламін, толуол, бутів-фтолат, диоктилфталат, капролактан, гексаметіленамін, катіони металів – Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cd .

У морфологічному складі побутових відходів нагромадження ресурсно-коштовних компонентів ТПВ збільшується, особливо полімерних плівкових відходів, ПЕТ-пляшок, і випереджає можливості їхньої переробки, тому що методи повторного використання їх у вигляді гранулята вторинної сировини ще не знайшли широкого застосування в Україні.

У зв'язку із цим можна прогнозувати виникнення екологічно небезпечної ситуації в Україні, тому що їхнє звичайне поховання не супроводжується біологічним розпадом, і вони можуть тільки піддаватися деструкції з виділенням небезпечних хімічних речовин.

Сміттевоперероблювальні заводи (СПЗ) у країні відсутні, а сміттєвоспалювальні заводи (ССЗ) - одиничні.

В адміністративному плані в Донецькій області найбільш високі обсяги утворення твердих побутових відходів спостерігаються в таких містах: Донецьк, Маріуполь, Горлівка, Краматорськ (мал.1).

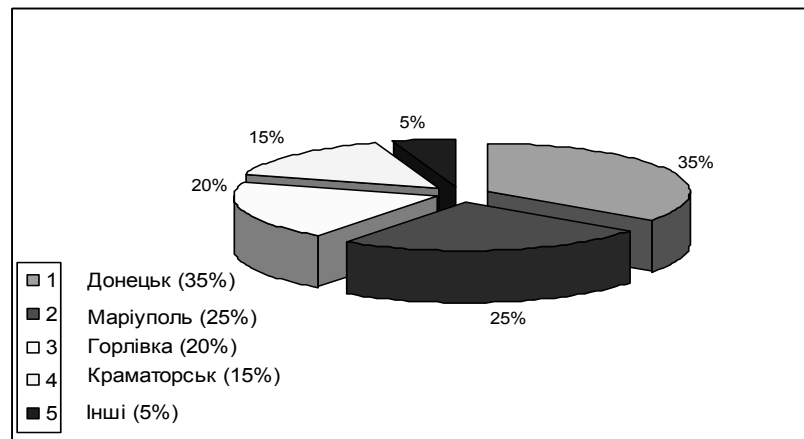


Рис.1. Обсяг побутового сміття в містах Донецької області

На сьогодні у світовій практиці відомо більше 20 методів регулювання ТПВ, а практичне поширення одержали п'ять нижче перерахованих методів.

- 1) Скорочення кількості відходів.
- 2) Метод складування на полігонах.

- 3) Метод спалювання з одержанням енергії.
- 4) Аеробне біотермічне компостування.
- 5) Метод вторинної переробки (диференційована утилізація відходів).

Використана тара й упакування на сьогодні стає найціннішою вторинною сировиною, що найчастіше й використовується для виробництва того ж упакування й тари, хоча діапазон застосування вторинної полімерної сировини досить широкий.

Одним з напрямків використання зазначеної сировини є виробництво легких бетонів.

З іншої сторони, вимоги по теплоізоляції будинків стають значно більш вибагливими, внаслідок цього став необхідним функціональний поділ будівельних матеріалів на теплоізоляційні та ті, що несуть навантаження, і ці матеріали повинні відповідним чином сполучатися в елементах будинків. З огляду на ці обставини слід розробити склад легкого бетону (визначити оптимальний вміст заповнювача в суміші) одночасно с дотриманням достатньої міцності на стиск та підвищеними теплоізоляційними властивостями .

Питання щодо зменшення собівартості легкого бетону зі вказаними властивостями може бути вирішене за рахунок використання вторинної сировини, а саме заповнювачів. Спінений полістирол вторинного використання слід вважати альтернативним матеріалом відносно природних заповнювачів легких бетонів.

Головна частина.

Дрібнозернистий подрібнений матеріал, що виготовляється з відходів виробництва пінополістирольного упакування, придатний для використання при виробництві будівельних матеріалів: у якості пороутворюючої речовини при виробництві блоків, панелей, і як легкий заповнювач для виробництва легкого бетону.

Знаючи потреби міських управлінь житлово-комунального господарства в лавах для відпочинку, люках для міських комунікацій, сміткарках, які виготовляються з легкого бетону, то можна говорити про обсяги необхідного заповнювача (спіненого вторинного полістиролу).

Але існує кілька видів легкого бетону - це пінобетон і газобетон, які відрізняються видом заповнювача, умовами й режимом твердіння. Для газобетону в якості газоутворювача використовується тонкоподрібнений алюмінієвий порошок (пудра) у суміші з вапном-пушонкою. Водень, який виділяється в процесі хімічної реакції, спучує тісто, яке потім починає твердіти, зберігаючи пористу структуру. При виробництві пінобетону завдяки наявності піни утворюються замкнуті повітряні осередки з тонкими стінками. Твердіння пінобетону й газобетону відбувається завдяки автоклавній обробці, що є неекономічним з погляду

зниження собівартості продукції, а легкий бетон на вторинному пінополістиролі має подібну до вищевказаних видів структуру, але виготовляється на звичайному портландцементі й не вимагає автоклавної обробки, що позначається зниженням його собівартості.

Якщо порівнювати пінополістиролбетон із пінобетоном і газосилікатом, то в нього кілька переваг.

По-перше, при рівних марках він на 20% більш міцніший цих матеріалів (на відміну від полімерних матеріалів, які значно швидше старіють і руйнуються).

По-друге, на відміну від них, він добре працює на розтягання й вигин.

По-третє, в умовах експлуатації вміст вологи в пінополістиролбетоні в 5 разів нижче (що дозволяє матеріалу зберігати низькі значення теплопровідності в умовах підвищеної вологості). Тому усередині конструкцій із цього матеріалу відсутні мікроорганізми (цвіль).

По-четверте, його теплопровідність удвічі нижче, ніж у газосилікату й пінобетону, по цьому показнику він перевершує навіть дерево: пінополістиролбетоні конструкції на 0,015 Вт/мк тепліше дерев'яних.

В-п'ятих, морозостійкість пінополістиролбетону марки D500 на 50% вище, ніж у пінобетону й газосилікату тої ж марки.

В-шостих, цьому матеріалу, на відміну від «конкурентів», не страшний вплив розчинників, бензину, масел, слабких розчинів кислот і лугів.

В-сьомих, екологічно безпечний (зі спіненого полістиролу сьогодні роблять продуктові лотки).

Експериментальний склад пінополістиролбетону забезпечив:

- достатню механічну міцність (на стиск, розтягання й вигін);
- малу щільність й низьку теплопровідність;
- достатню довговічність (стійкість до кліматичних впливів та впливу до хімічно агресивних середовищ, вогнестійкість).

Отриманий бетон мав при випробуваннях на осьовий стиск проектну марку В 1,0 із щільністю D400, і призміну міцність, яка знаходиться в діапазоні від 1,72 до 1,90, що є достатнім для досягнення визначеної мети досліджень.

При проведенні дослідження зразків з пінополістиролбетону експериментального складу на розтягання отримані наступні показники: від 0,73 до 0,45 МПа, що є достатнім для легкого бетону на спіненому заповнювачі вторинного використання та для досягнення поставленої мети.

Морозостійкість, яку визначали першим методом за ДСТУ Б В.2.7 – 47 – 96 при випробуваннях бетону (з $m_v > 1500 \text{ кг/м}^3$) на пористих

заповнювачах дорівнює F 75. Зразки витримали 50 циклів поперемінного заморожування та відтавання без видимих руйнувань.

Слід зазначити, що у промисловості будівельних матеріалів спостерігається зріст інтересу до полістиролбетону, що вказує на деякі зміни щодо цього, викликані головним чином наступними причинами:

- полістиролбетон став серйозною альтернативою пінобетону й газобетону, через більш широку область застосування, простоту виготовлення й значно кращі характеристики міцності матеріалу;

- вимоги по теплоізоляції будинків стають значно більш вибагливими, внаслідок цього став необхідним функціональний поділ будівельних матеріалів на теплоізоляційні та ті, що несуть навантаження, і ці матеріали повинні відповідним чином сполучатися в елементах будинків. Щодо цього цікаві рішення пропонує використання легкого бетону із заповнювачем з пінополістиролу (полістиролбетону).

Донедавна широке застосування пінополістиролбетону обмежувалося віднесенням його до групи горючості Г1 (слабогорючий матеріал). Однак поява негорючих (НГ) різновидів пінополістиролбетону (наприклад, сипроліт-пінополістиролбетону) зняло багато обмежень, тому що під дією вогню руйнується весь пінопласт, але залишається матриця, що зберігає практично всі властивості матеріалу.

Вироби з пінополістиролбетону використовують також для зведення самонесучих стін і перегородок, заповнення каркасів при каркасно-монолітному домобудівництві (рис. 2). Цей матеріал є ідеальним для надбудови будинків, коли вага конструкції відіграє визначальну роль. Легкий бетон з пінополістирольним заповнювачем використовується як бетон для заповнення й вирівнювання в системах для будівництва тротуарів, а також у якості теплоізоляційного шару підлоги при настиланні підлоги для залу, підданого великому навантаженню, як бетон для заповнення бічних пазух у прорізах для трубопроводів.

Блоки з пінополістиролбетону призначені для зведення зовнішніх і перегородкових стін. Зовнішні стіни можуть застосовуватися в будинках різного призначення будь-якої конструктивної системи. Залежно від сприйманих ними вертикальних навантажень такі стіни можуть бути:

- Несучими. Рекомендується застосовувати в суспільних і виробничих приміщеннях висотою в 1-2 поверхи, у житлових будинках - до 3 поверхів включно. Такі стіни варто виконувати із блоків по щільності не нижче D400, з міцністю на стиск не нижче B1;

- Самонесучими. Можуть застосовуватися в будинках будь-якої поверховості, виконаних з обпиранням на кожному поверсі на перекриття. Виконуються вони із блоків марки по щільності не нижче D300, з міцністю на стиск не нижче B0,5;



Рис. 2. Бетоні блоки з пінополістиролбетону

- Навісними. Застосовуються в будинках будь-якої поверховості. Цей тип стін виконується із плит марки, по щільності не нижче D200.

Технологічна послідовність подачі складових пінополістиролбетону у форми для виготовлення блоків:

1. Подача у роторно-відцентрову дробарку пінополістирол.
2. Пінополістирол подається у накопичувач через трубопровід.
3. Подача пінополістиролу через гвинтові конвеєра у змішувач, які в нього пропорційно подають пінополістирол.
4. Первісна подача в змішувач води. (Близько 25% необхідного обсягу води).
5. Перемішування, для замочування поверхні пінополістиролу.
6. Подача в змішувач необхідної кількості цементу.
7. Перемішування пінополістиролу обробленого водою із цементом.
8. Подача у змішувач осново обсягу води, для повного насичення розчину (твердої суміші) водою.
9. Остаточне перемішування.
10. Розвантаження змішувача у форми для блоків із пінополістиролбетону.

Комплект устаткування для виготовлення пінополістиролбетонних стінових блоків складається із роторно-відцентрової дробарки, накопичувальних бункерів для дрібної та великої фракцій, гвинтового конвеєру для пропорційної подачі пінополістиролу, бетонозмішувача та форм для виготовлення блоків із пінополістиролбетону. (рис. 3.2).

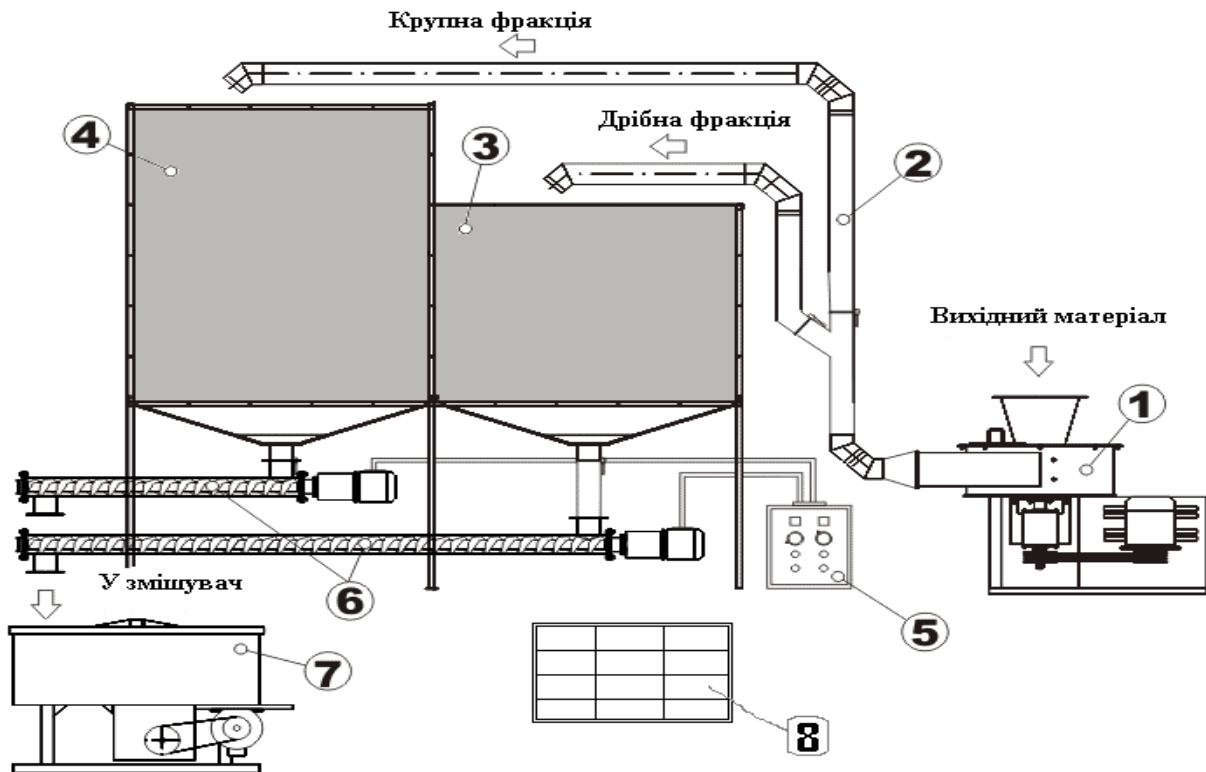


Рис. 3.2 Схема для виробництва блоків із пінополістиролбетону
 1- роторно-відцентрова дробарка, 2 - трубопровід, 3- накопичувальний бункер дрібної фракції, 4 - накопичувальний бункер великої фракції, 5 - пульт керування (частотні перетворювачі для зміни продуктивності гвинтових конвеєрів), 6 - гвинтові конвеєра для пропорційної подачі пінополістиролу, 7 – бетонозмішувач, 8 – форми для виготовлення блоків із пінополістиролбетону

Висновки.

В даний момент в Україні все гостріше стає питання переробки та утилізації ТПВ, а саме пінополістиролу. В даній статті був визначений спосіб утилізації пінополістиролу вторинного використання.

Цілком придатним матеріалом для виготовлення будівельних виробів можна вважати легкий бетон на основі заповнювача із вторинного пінополістиролу, тому що більшість виробів не несуть статичних та динамічних навантажень.

В статті визначено, що експериментальний склад пінополістиролбетону задовольняє вимогам міцності на стиск та морозостійкості для легкого бетону, одночасно збільшені міцнісні характеристики пінополістиролбетону за рахунок введення в склад суміші

структуруючої домішки (0,5% поліетиленових волокон від загального об'єму). Процес подрібнення вторинного пінополістиролу в лабораторних умовах викликав певні труднощі, пов'язані з електризацією подрібнених часток пінополістиролу. При розробці технологічної лінії промислового виробництва пінополістиролбетону підібрано роторно-ножову дробарку для утилізації виробів із пінополістиролу, яка зменшує електризацію подрібнених часток пінополістиролу та підібрано необхідне устаткування для технологічної лінії виготовлення блоків із пінополістиролбетону.

Виконано порівняння технологій виготовлення легких бетонів на природних заповнювачах та на спіненому вторинному пінополістиролі. Перевагу було віддано технології виготовлення пінополістиролбетону, тому що запропонована технологія виготовлення легкого бетону на спіненому заповнювачі у 2,42 рази дешевше існуючої технології.

Список літератури

1. ГОСТ 27006 – 86 Бетоны. Правила подбора состава.
2. ГОСТ 10180 – 90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
3. ГОСТ 10180 – 78 Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение.
4. Захаров П.Н. Пенополистиролбетон: революция на рынке стройматериалов // Современные строительные материалы. Технология работ. – М.: Стройинформ, 2007. – 720с.
5. ДСТУ Б В.2.7 – 47 – 96 (ГОСТ 10060.0 – 95) – Бетони. Методи визначення морозостійкості
6. ДСТУ Б В.2.7 – 48 – 96 (ГОСТ 10060.1 – 95) Бетони. Базовий (перший) метод визначення морозостійкості
7. ДСТУ Б В.2.7 – 18 – 95 Будівельні матеріали. Бетони легкі. Загальні технічні умови.
8. ГОСТ Р 51263 – 99 Полистиролбетон. Технические условия.
9. Бойко А.Г. Российский рынок упаковки будет развиваться // Тара и упаковка - 2006. – № 6. – С. 5-9.
10. Иванов Т.В. Американский опыт управления отходами // Тара и упаковка - 2005. - № 5. – С. 78-81.
11. Экология и технологически процессы современных методов переработки твердых бытовых отходов // SkiTecLibrary.com, 2001.
12. Хромых В.В. Проблемы и эколого-экономическая эффективность вторичной переработки полимерных отходов / Сборник ХНАДУ. – 2005. - № 9 – С. 15-17.