

УДК 666.972

**СВІТОВИЙ ДОСВІД ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ  
БЕТОНУ В БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**WORLD EXPERIENCE OF REPRODUCTIVE USE OF  
CONCRETE IN CONSTRUCTION PRODUCTION**

**Смаль М.В., к.т.н., доцент, Дзюбинська О.В., асистент, Шелкович  
О. студент (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Smal M.V., Ph.D., associate Professor, Dzubynska O.V., assistant,  
Shelkovich O. student (Lutsk NTU, Lutsk)**

У статті проаналізовано закордонний досвід та описано особливості вторинного використання бетону в будівельному виробництві.

In the article analyzed the foreign experience and describes the features of secondary use of concrete in the construction industry.

Analysis of the accumulated experience of secondary use of concrete in construction shows that in the near future due to the organization of measures, the application of rational technological schemes for the recycling of concrete and reinforced concrete, the use of more modern equipment and improving the quality of aggregate from crushed concrete can be ensured its competitiveness with natural rubble.

Ключові слова: вторинне використання, бетонний брухт, крупний заповнювач.

Key words: recycling, scrap concrete, coarse aggregate.

Підвищення дефіцитності природних заповнювачів, необхідність охорони навколишнього середовища та збільшення кількості старих, морально і фізично зношених будівель та споруд із залізобетону, що піддаються зносу спонукає до пошуку шляхів впровадження у виробництво технологій, які б ґрунтувалися на повторному використанні відпрацьованих матеріалів.

Збільшення обсягів застосування бетону і залізобетону в будівництві, реконструкція міст викликали появу нових видів відходів та некондиційної продукції.

Щорічно в країні утворюється близько 6 млн. т відходів бетону та залізобетону. У великих містах і промислових районах країни після переходу на будівництво нових серій будинків і будівель з'являються десятки мільйонів кубічних метрів невикористаних некондиційних залізобетонних виробів і конструкцій.

Некондиційна продукція промисловості збірного залізобетону може бути частково використана в менш відповідальних будівлях і спорудах із зниженою поверховістю, при будівництві тимчасових доріг, тротуарних покриттів, індивідуальних забудовах. Однак основний обсяг некондиційної продукції залишається на підприємствах-виготовлювачах, захаращуючи склади готової продукції і території заводів. При вивезенні цих відходів на звалища виникають серйозні труднощі, пов'язані з дефіцитом територій, виділених для звалищ, непродуктивного завантаження автотранспорту і забрудненням навколишнього середовища.

Таким чином, мертвим вантажем у відвалах лежить дефіцитна вторинна сировина, планомірна утилізація якої дозволила б залучити в господарський оборот понад 1,2 млн. т металу і близько 40 млн. т бетонного брухту.

До недавнього часу відходи залізобетону практично не утилізувалися, так як були відсутні економічні способи їх переробки, технологічне обладнання для руйнування великогабаритних виробів і конструкцій.



Рис. 1. Будівельні відходи, отримані в результаті демонтажу будівель і споруд.

Увага до питання повторного використання бетону в будівельному виробництві посилюється в наш час через підвищення дефіцитності природних заповнювачів, необхідності охорони навколишнього середовища та збільшення кількості старих, морально та фізично зношених будівель і споруд із залізобетону, що піддаються зносу.

В даний час в країнах ЄС щорічно піддається руйнуванню близько 50 млн. т бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, у США – 60 млн. т, в Японії – 12 млн. т і т.д.

В окремих країнах (Японії, ФРН, Данії, Нідерландах, Люксембурзі та ін.) практично немає територій для організації звалищ або захоронення бетонного брухту. У той же час ряд країн працює на привізному щебені.

Багаторічний досвід переробки бетону є в США. Вже кілька десятків років щорічно переробляється понад 20 млн. т бетонних відходів. За даними ряду американських фірм, при одержанні щебеню з бетону витрата палива в 8 разів менше, ніж при його видобутку в природних умовах, а собівартість бетону на вторинному щебені знижена до 25% [4].

В Англії та Німеччині широко застосовується при приготуванні бетонної суміші в якості крупного заповнювача бетонний брухт, що утворився після руйнування будівель і споруд.

Перші дослідження по застосуванню в будівництві відходів з бетонного брухту в країнах – членах ЄС були проведені ще в 1977р. голландськими вченими. Надалі експерименти проводилися спільно вченими Нідерландів, Бельгії та ФРН. У наш час вчені займаються вирішенням питань що стосуються вивчення технології руйнування, вдосконалення технологічного обладнання з переробки некондиційного залізобетону і дослідження техніко-економічних, соціальних і природних аспектів повторного використання бетону.

Останнім часом у всьому світі помітно підвищився інтерес до повторного використання бетону в будівельному виробництві. На першому етапі в більшості країн повторно використовувалася лише незначна частина зруйнованого бетону, і то в основному в якості підстиляючого шару (щебеневої підготовки) при зведенні автомагістралей, прокладання залізниць і влаштування тимчасових майданчиків. Вторинний заповнювач з бетонолому стає в один ряд з іншими будівельними матеріалами і передбачається у проектах реконструкції різних країн. Визначені області застосування

крупного заповнювача [3]: при влаштуванні щебеневиx підстав під підлоги і фундаменти будівель, під асфальтобетонні покриття доріг усіх класів; як крупний заповнювач у бетонах міцністю 5-20 МПа при виробництві бетонних і залізобетонних виробів; як крупний заповнювач у бетонах міцністю до 30 МПа при змішуванні з природним щебеном.

Узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду повторного використання бетону дало можливість допустити застосування в якості заповнювача при приготуванні бетонної суміші подрібненого бетону. Американська специфікація стандартів для заповнювачів бетону включає щебінь з подрібненого бетону на гідравлічному в'язучому. Японія і Нідерланди в даний час також ввели в дію стандарти на заповнювачі з подрібненого бетону.

Таблиця 1

Використання вторинних бетонів

Категорія вторинного бетону	Область застосування	Максимальна міцність на стиск, МПа	
		проектна (стандартна)	реальна
I	Загальне малоповерхове будівництво, малоповерхове багатоквартирне житлове будівництво, індивідуальне будівництво, фундаменти складських та виробничих приміщень	18	30
II	Бетонні блоки фундаментів, гаражі і легкі підсобні приміщення, станини машин і механізмів і т. д.	15	27
III	Фундаменти дерев'яних конструкцій воріт, огорожі, легкі фундаменти під машини і механізми т.п	12	24

Згідно стандарту Японії, вторинний бетон поділяється на три категорії (табл. 1.):

I категорія — звичайний дрібний заповнювач + вторинний крупний заповнювач;

II категорія — звичайний і вторинний дрібні заповнювачі + вторинний крупний заповнювач;

III категорія — вторинний великий і дрібний заповнювачі.

Японські фахівці вказують на доцільність широкого використання щебеню з подрібненого бетону.

Американські вчені, які мають багаторічний досвід переробки бетону, підкреслюють високу економічність переробки бетону. Так, вартість 1 т природного заповнювача становить 14 дол., 1 т вторинного заповнювача – 6,8 дол.

Здійснюється виробництво вторинного щебеню п'яти фракцій з максимальною крупністю зерен до 75 мм. Основний обсяг виробленого щебеню використовується для влаштування основ адміністративних будівель. У цьому випадку бетон на основі великого вторинного заповнювача має собівартість на 25% нижче, ніж бетон на природному щебені.

Основна фізико-механічна характеристика щебеню, одержаного з подрібненого бетону:

- щільність – 2150-2450 кг/м<sup>3</sup>;
- фактор подрібнення – 0,7—0,79;
- вміст води – 3-6%;
- водопоглинання – 4-5%;
- втрати при прожарюванні – 5%.

Рекомендовано використання тільки великого вторинного заповнювача для приготування бетону, близького за своїми характеристиками міцності до аналогічного складу бетону на гравії.

Таким чином, використання щебеню з подрібненого бетону можливо у виробництві бетону, де рекомендується використання в якості заповнювача гравій.

Прикладами такого застосування можуть служити роботи по реконструюванню аеропорту Маастрихт, де використовувався бетон наступного складу: великий вторинний заповнювач фракцій 15–30 і 0–15, дрібний вторинний заповнювач; портландцемент – 380 кг/м<sup>3</sup>. Запроектований склад вторинного бетону при твердінні забезпечив необхідні міцнісні характеристики.

Дослідження ділянок дорожнього покриття поблизу Хелмонда, виконаних з бетонів на гравії і вторинному заповнювачі, показали, що використання щебеню з подрібненого бетону не здійснює істотного впливу на морозостійкість даних бетонів.

У Амерсфоорте (Нідерланди) змонтовано кілька будинків з використанням внутрішніх стінових панелей, виготовлених на основі вторинних бетонів. При обстеженні експлуатованих будівель наявності тріщин на стінових панелях не виявлено.

В цілому ж по країнах ЄС середній рівень переробки будівельних відходів за даними за останні роки становить 28%, причому частка вторинної будівельної сировини там швидко зростає.

На сьогодні використанню бетонного брухту в якості заповнювача присвячено багато праць українських та закордонних вчених. Ними було встановлено, що при однакових значеннях міцності на стиск міцність на вигин бетону на дробленому заповнювачі більша, ніж на природних заповнювачах. При цьому зазначено, що дроблений заповнювач характеризується більш низькою щільністю в порівнянні з щільністю природних заповнювачів, а бетон на його основі має більш низьку міцність на стиск.

Висновки. Аналіз накопиченого досвіду вторинного використання бетону в будівництві показує, що вже найближчим часом за рахунок проведення організаційних заходів, застосування раціональних технологічних схем переробки відходів бетону і залізобетону, використання більш сучасного обладнання і поліпшення якості заповнювача з дробленого бетону може бути забезпечена його конкурентоспроможність з природним щебенем.

1. ГОСТ 13015-2012 Вироби бетонні і залізобетонні для будівництва. Загальні технічні вимоги. Правила приймання, маркування, транспортування і зберігання

2. ДСТУ Б В.2.7-145:2008. Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови

3. Бурак М.П., Рищенко Т.Д. Будівельне матеріалознавство. Навчальний посібник. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 130 с.

4. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: «Стройиздат», 2008г. - 98 с.

5. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2467/>