

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДСІВУ ДРОБЛЕННЯ БЕТОННОГО БРУХТУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Робота присвячена проблемі використання щебню, виготовленого шляхом дроблення бетонного брухту. Розглянуті основні властивості заповнювачів із бетонного брухту, їх склад і будова, необхідні для обґрунтування можливості їх використання в бетонах різного призначення. Розглянуто вплив форми зерен щебеню із бетонного брухту та їх розмір на підбір складу бетону.*

**Ключові слова:** відходи будівництва, бетонний брухт, щебінь, фракція, бетон, міцність, водопотреба.

### Abstract

*The work is devoted to the problem of using crushed stone produced by crushing concrete scrap. The main properties of aggregates from concrete scrap, their composition and structure, necessary to substantiate the possibility of their use in concrete of various purposes, are considered. The effect of the shape of crushed concrete scrap grains and their size on the selection of concrete composition is considered.*

**Key words:** construction waste, concrete scrap, crushed stone, fraction, concrete, strength, water consumption.

### Вступ та актуальність досліджень

Бетонний брухт може утворюватися на заводах збірного залізобетону та бетонних підприємствах, при знесенні та демонтажі старих та аварійних будівель, при реконструкції промислових і громадських будівель, інженерних споруд [1-3]. Сюди ж можна віднести значну кількість будівель, постраждалих в ході військових дій [4]. Бетонні відходи та неякісні бетонні і залізобетонні вироби можна руйнувати механічним способом до утворення щебню, який можна повторно використовувати в технології залізобетонних виробів і конструкцій (рис. 1).



Рис. 1. Переробка демонтованих конструкцій будівлі в щебінь

Однак, щебінь із бетонного брухту характеризується неоднорідністю вихідного матеріалу за міцністю, зерновим складом, пустотністю, пористістю, хімічною активністю, забрудненістю, вмістом слабких складових і т. п. Через це його утилізація для виготовлення бетонних і залізобетонних виробів досить обмежена [4-7].

Метою даної роботи є дослідження питання раціонального використання бетонного брухту в технології бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій.

### Результати досліджень

Особливості отримання, будови та властивостей щебню з бетонного брухту підкреслюють відмінності від традиційно використовуваних заповнювачів. В результаті дроблення бетону утворюється щебінь, пісок та пил. Так, щебінь із бетонного брухту складається з бетону, великого і дрібного заповнювача та цементного каменю, який скріплює заповнювачі і склеєний наповнювач (рис. 2). Контактна зона між ними складаються з кристалів портландиту, етtringіту та карбонатів кальцію [4, 5].

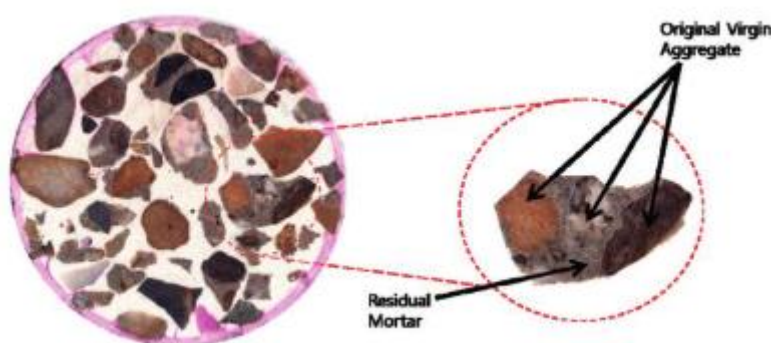


Рис. 2. Бетон з щебнем із бетонного брухту

Для щебню з бетонного брухту характерним є те, що:

- гранули щебню мають часткову або суцільну оболонку з цементного розчину. Ця оболонка має пористість, що призводить до підвищеного водопоглинання наповнювача;

- при отриманні щебню з бетонного брухту шляхом подрібнення відбувається руйнування шматків бетону з утворенням нових фізико-хімічно активних поверхонь цементного каменю, негідратована частина якого може піддаватися подальшій гідратації.

Таким чином даний щебінь у бетонній суміші буде мати підвищене водопоглинання, а бетонна суміш з ним – підвищену водопотребу, що активно впливає на формування структури бетонної суміші та бетону. Заповнювач у бетонній суміші, маючи значну пористість, спочатку поглинає воду з бетонної суміші. При цьому змінюються реологічні властивості суміші внаслідок перерозподілу води між твердою, рідкою та газоподібною фазами. Далі при утворенні капілярно-пористої структури цементного каменю, відбувається зворотна міграція води з пор заповнювача в тверднучий цементний камінь. Таким чином, щебінь з бетонного брухту активно впливає на формування як структури цементного каменю, так і щільної контактної зони між цементним каменем та заповнювачем [4, 6].

Формування цементного каменю в цьому випадку відбувається при зниженому вмісті води, тому в бетонах на щебні із бетонного брухту доцільно використовувати суперпластифікуючі добавки.

При використанні щебню з бетонного брухту в бетонних сумішах міцність «нового» бетону значною мірою визначатиметься зчепленням «нового» цементного каменю зі «старим» [7, 8].

При підборі складу бетонної суміші важливе значення має форма зерен щебню, що змінюється від кубоподібної до лещатної. Результати досліджень показали, що вид гірської породи, з якої був виготовлений щебінь для бетону, практично не впливає на форму зерен щебню, отриманого в подальшому із бетонного брухту. Кількість зерен щебню, що мають кубоподібну форму, коливається від 25 до 39%. Незалежно від міцності вторинного бетону, найбільша кількість зерен щебню кубовидної форми знаходиться у фракції 5-20 мм [9].

Дрібна фракція щебню складається в основному з цементно-піщаного каменю, міцність якого визначається маркою цементу. У великих зернах знаходиться крупний заповнювач, який і підвищує марку щебню за величиною дробимості.

Вміст цементно-піщаного каменю у щебні з бетонного брухту фракції 10-20 мм та 20-40 мм приблизно однаково і відповідає її кількості у вихідному бетоні. У дрібнішій фракції щебню 5-10 мм частка цементного розчину збільшується і досягає 75% [7, 9].

## Висновки

Підвищення ефективності цементних бетонів можливо досягти шляхом використання заповнювачів з бетонного брухту, що володіють підвищеною гідравлічною активністю, сприяють отриманню контактної зони зі зниженою капілярною пористістю, стабільними продуктами гідратації та підвищеною міцністю зчеплення цементного каменю із заповнювачем.

Встановлені основні залежності властивостей бетонної суміші і бетону від властивостей щебню із бетонного брухту, його складу і будови.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондращенко О. В. Будівельне матеріалознавство для сучасного будівництва : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 208 с.
2. Дворкін Д. Й., Дворкін О. Л., Пушкарьова К. К. та ін. Використання техногенних продуктів у будівництві: навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2009. 339 с.
3. Попович О. Р., Захарко Я. М., Мальований М. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Теорія і практика будівництва*. 2013. No 755. С. 321–324.
4. Савицький М. В., Смирнов А. С. Особливості використання подрібненого бетонного брухту як крупного заповнювача для бетону. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. No 6 (018). С. 111-117.
5. Ismail S., Kwan W.H., Ramli M. Mechanical strength and durability properties of concrete containing treated recycled concrete aggregates under different curing conditions. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 155. P. 296-306.
6. Ozbakkaloglu T., Gholampour A., Xie T. Mechanical and Durability Properties of Recycled Aggregate Concrete: Effect of Recycled Aggregate Properties and Content. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2018. Vol. 30 (2).
7. Pedro D., de Brito J., Evangelista L. Performance of concrete made with aggregates recycled from precasting industry waste – Influence of the crushing process. *Materials and Structures*. 2015. Vol. 48(12). P. 3965-3978.
8. Richardson A.E., Coventry K., Graham S. Concrete manufacture with un-graded recycled aggregates. *Structural Survey*. University of Northumbria, Newcastle upon Tyne, UK. 2009. Vol. 27 (1). P. 62-70.
9. Ulloa V. A., García-Taengua E., Pelufo M., Domingo A., Serna P. New Views on Effect of Recycled Aggregates on Concrete Compressive Strength. *ACI Mater*. 2014. Vol. 110, no. 6. P. 687-696.

**Плаксій Олександр Валентинович** – магістр, група Б-22мз, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Меть Іван Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [met@vntu.edu.ua](mailto:met@vntu.edu.ua)

**Plaxiy Oleksandr** – master, group B-22mz, department of construction, urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Met Ivan** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [met@vntu.edu.ua](mailto:met@vntu.edu.ua)