

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА УТИЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМИНЕНИЯ В АРЦАХЕ

Ирина Робертовна Багдасарян\*, Анжела Алешаевна Барсегян

*Шушинский технологический университет, г. Степанакерт, Арцах*

*\*ira.bagdasaryan.71@bk.ru*

*Большие завалы строительного мусора тяжело разобрать и места их захоронения становятся все меньше, а вывоз становится сложнее и проблематичней в связи со стоимостью организации процесса. В работе приведены: разновидности строительных твердых отходов, которые образуются в результате процессов строительства, сноса, реконструкции зданий и сооружений. Акцентируется необходимость решения проблемы утилизации строительных отходов, а также предложен современный метод переработки строительного мусора, где переработка такого мусора приобретает вторую “жизнь” в строительной сфере в качестве вторичного щебня.*

**Ключевые слова:** *строительные отходы, жилищное строительство, утилизация, переработка, щековая дробилка, расход цемента, вторичный щебень*

### Введение

В современных экономических условиях развития различных отраслей актуальным и необходимым является внедрение новых перспективных технологий, инновационных технических и технологических решений. Важнейшим рынком для внедрения инновационных технологий является строительство и смежные с ним отрасли материального производства, обеспечивающие ввод в эксплуатацию объектов и производственных мощностей [1]. Одним из таких сегментов рынка, которое решает важнейшие социальные задачи, является жилищное строительство.

Спрос на объекты жилищной сферы в совокупности с другими социальными инфраструктурными объектами (школы, спортивные сооружения, объекты торговли, быта, транспорта и т.д.) постоянно растет. Одновременно растет и проблема большого объема образующихся строительных отходов - твердые, тяжелые отходы с большими размерами, выбрасывать их в обычные мусоросборники запрещено законом. Большие завалы строймусора тяжело разобрать, но места их захоронения становятся все меньше, особенно в Арцахе, свободного места для захоронения вообще нет, а вывоз становится сложной и дорогостоящей проблемой.

Во многих европейских странах переработка строительного мусора является довольно перспективной отраслью, что крайне актуальным становится и для Арцаха, где строительный рынок развивается довольно интенсивно. Жилищное строительство по объемам инвестиций (в форме капитальных вложений) является лидером. Учитывая, что Арцах (Нагорный Карабах) в 44-х дневной войне 2020 г. потерял 72,3 % своей территории [2], и ощущая острое истощение жилищного фонда, на окраинах города, а также за его пределами строятся новые кварталы и микрорайоны с малоэтажными зданиями (3-4 этажа) для переселенцев, у которых дома остались на территориях, подконтрольных врагом. Такая структура жилищного строительства позволит сэкономить на привлечении дорогой строительной техники, на лифтах, мусоропроводах и накладных расходах.

### Основная часть

Строительные отходы не являются строительными материалами, однако после переработки они получают вторую “жизнь” в строительной сфере в качестве *вторичного щебня*. Отходы, которые после переработки для вторичного использования возможны, проходят по следующим стадиям для строительных работ: сбор, транспортировка, механическая и ручная сортировка, очистка, подготовка и прочие действия, подготавливающие вторичное сырье к переработке. Все строительные отходы состоят из таких материалов, как: бетон, железобетон, кирпич, металл, грунт, песок (загрязненный глиной), санитарно-техническая керамика, древесина, изоляционные материалы, гвозди, электропроводка, арматура, штукатурка, металлолом, цемент, стекло, асбест, различные упаковочные материалы (пленка, коробки, банки, поддоны), стекло, гипсокартон, пластмасса, асфальтобетон и др.

В результате исследований статистика по процентному распределению строительного мусора следующая (табл.1) [3].

Таблица 1

*Распределение отходов строительных материалов*

п/п	Отходы от строительных материалов	%
1	От бетонов и железобетонов	52
2	От каменных стеновых материалов (кирпич, стеновые блоки, пено- и газобетон)	32
3	От асфальта и строительных растворов	8
4	От металлов	4
5	От дерева и пластмасс	2
6	От керамических изделий	1
7	От гипсокартона	1

В Арцахе сроки эксплуатации “хрущевок” (здания, построенные в 50-60 гг.) закончились, такие здания и сооружения нецелесообразно реконструировать, об этом свидетельствует опыт в России и других республик бывшего Советского Союза. Это означает, что в ближайшем будущем они подлежат демонтажу. Здесь особую актуальность приобретает проблема переработки строительных отходов такого процесса, который довольно затратный. Снос, вывоз и переработка строительных отходов стоят в среднем 80...100 долларов США за 1 м<sup>3</sup>. Однако учитывается, что кроме затрат во время их переработки, можно получить прибыль в виде вторичных материалов: щебня, металлолома, мелкого силикатного отсева и высококалорийного органического сырья [4].

Анализ мирового опыта [5] доказал, что страны по-разному обращаются с отходами. В некоторых странах, например, в Великобритании, Ирландии, Греции, Испании уровень повторного использования строительных отходов достаточно низкий, причиной которой считаются следующие факторы:

- значительные инвестиции в эту отрасль стимулируют добычу и транспортировку именно природных заполнителей;
- используя природные заполнители, необходимо выполнять все требования нормативных документов без каких-либо дополнительных операций или веществ.

Проведенный анализ новостройки показал, что во время возведения, например, 100 – квартирного дома (г. Степанакерт, ул. Адмирала Исакова 2) образуется в среднем 15...20 т твердых отходов, основную массу которых составляет битый кирпич, остатки затвердевшего бетона, строительного раствора, дробленого гипсокартона и др. [6].

Сегодня основным критерием переработки и утилизации отходов, которые образовались при строительно-демонтажных работах, является экономическая эффективность их повторного использования. По литературным данным, энергозатраты при добыче природного щебня в 8 раз выше, чем при получении щебня из бетона, а себестоимость бетона, изготавливаемого на вторичном щебне, снижается на 25 % [3].

Вторичный щебень может полноценно заменить от 20 до 60 % от общего объема гранитного щебня в зависимости от типа проекта строительства, т.е. значительно сократит расходы на приобретение дорогостоящих строительных материалов (до 40 %). Так как прочность вторичного щебня немного *уступает* природному, вторичный щебень широко используется как заполнитель для бетона. Стоимость такого бетона получается в два раза дешевле. Учитывая то, что в заполнитель бетона используется твердая фаза разных фракций, то можно говорить о его фактически безотходной технологии [7]. При использовании вторичного щебня возрастают физико-механические показатели бетона, а расход цемента уменьшается. Щебень из бетонного лома имеет активную поверхность, которая способствует образованию прочного контактного слоя с цементным камнем. Если в сооружении одни и те же стены возведены из разных материалов, например, из кирпича и из газобетонных блоков, тогда при сносе этих стен вес строительного мусора будет различным.

Расчет объема строительного мусора приводится следующим образом:

$$V = a \cdot b \cdot c , \quad (1)$$

реальный объем с отходов с учетом демонтажа:

$$V_p = V \cdot 2,65 , \quad (2)$$

где *a*, *b*, *c* – длина, ширина, высота всех элементов постройки; *V* – объем строительного мусора; *V<sub>p</sub>* – реальный объем отходов с учетом демонтажа; 2,65 – коэффициент веса в зависимости от типа материалов.

Демонтаж дома, как правило, предусматривает операции с железобетоном. Развитие переработки бетона происходит достаточно быстрыми темпами. В настоящее время вторичное использование бетона целесообразно, что подтверждается на практике. В производстве бетона добавление щебня является экономически выгодным по отношению к портландцементу. На выходе получается достаточно прочный материал.

Основной способ переработки строительных отходов – это дробление щековыми дробилками. Мини щековые дробилки (применяются для дробления природного камня) осуществляют переработку строительного мусора (бетона, кирпича, в том числе и армированного бетона) на строительных площадках, из-за гидравлической регулировки разгрузочной щели получается вторичный щебень разных фракций [8].

Дробилки для переработки строительных отходов представляют собой оборудование, которое позволяет перетереть в труху кирпичи, железобетонные и бетонные конструкции, строительный раствор, изделия из дерева, остатки отделочных материалов и изоляции и др.

Для этой цели используются специализированные мини дробилки разных марок (табл. 2).

Таблица 2

## Модели дробилок

Модель	Производительность, <i>т/ч</i>	Масса, <i>кг</i>	Исполнение
LEM 4825	5...30	2100	Стационарная
LEM 6040	10...80	6500	Стационарная
LEM TRASK 4825	5...30	3400	Самоходная

Дробилка перемалывает мусор в относительно крупные фракции, что позволяет использовать данные отходы в качестве заполнителя. У дробилок простая конструкция и высокий коэффициент дробления, равномерный размер на выходе, высокий коэффициент дробления, высокая надежность, низкий уровень шума и меньше пыли.

Переработка строительных отходов, как правило, связана с началом новых строительных работ. При этом щебень незаменим для производства строительных работ. Утилизация (рециклинг) позволяет значительно сэкономить на обеспечении стройплощадки бетонными компонентами. При этом в силу рациональности рециклинга значительно сокращаются транспортные и иные расходы, характерные для строительства объекта.

На Западе подсчитано, что в настоящее время количество отходов достигает критической точки. По статистике этот показатель достигает отметки в 2,5 млрд тонн мусора. Безусловно, от этого страдает экология. Отсюда следует, что вторичная переработка строительных отходов крайне важна во всех планах. С экономической позиции, рециклинг способствует повышению прибыли. Это наиболее актуальный метод утилизации в настоящее время.

Демонтированный мусор имеет вещества, оказывающие негативное воздействие на человека. К числу таких элементов следует отнести асбест и свинец - они имеются в ряде строительных материалов. Переработка строительных отходов может совершаться вторично прямо на месте демонтажа. Такое решение в недалеком будущем станет наиболее эффективным и экономически выгодным.

Вторичная *переработка строительных отходов* может стать главным методом утилизации. По-другому процесс утилизации может называться как рециклинг. По своему смысловому содержанию **“рециклинг”** вообще – это особая технология, позволяющая повторно использовать отходы производства и потребления. От классической утилизации этот процесс отличается тем, что переработанное сырье далее применяется по своему прямому назначению. В строительстве оно возвращается после промышленного демонтажа сооружений в виде дробленого бетона, колотого кирпича, остатков металла и древесины. Стоит определить преимущества переработки строительных отходов. Главная особенность такого метода заключается в отсутствии необходимости транспортных расходов — весь процесс происходит на месте. К тому же рециклинг не требует специального разрешения, что также экономит средства. При демонтаже в некоторых случаях возможна переработка остатков металлоконструкций прямо на месте, что в действительности удобно. Кроме того, покупатели строительных отходов заинтересованы в приобретении мусора с “одного карьера”.

Таким образом, вторичный щебень – это смесь строительных материалов, бывших в употреблении (кирпичная крошка, бетонный бой, отходы щебня и асфальта). При небольшом бюджете в Арцахе такая смесь стройматериалов является перспективным вариантом для разных строительных работ, например:

- при засыпке котлованов (вторичный щебень, полученный из боя бетонов);

- при строительстве временных дорог (асфальтовое покрытие под действием нагрева может применяться при строительстве или реставрации дорог);
- при укладке дорожных полотен, на которые не возлагаются серьезные нагрузки;
- для обустройства дорожки с декоративной цветной отсыпкой (бой из красного кирпича, из 5...20 мм фракции) на даче, в садах;
- для парковок спортивных машин;
- для обочин;
- для колодца;
- для дренажа;
- для укрепления грунта под фундаментами;
- для засыпки поверхностей (полов, строительных площадок);
- для обратной и различных засыпок;
- для благоустройства могил;
- для выравнивания участков;
- для заезда на участок;
- для засыпки болотистых мест;
- при укреплении почв.

**В заключении** из всего вышесказанного сделаны **выводы**:

- ежегодно отходы строительства занимают все большую площадь и их захоронение наносит вред экологии, что имеет неблагоприятные последствия для здоровья человека и экологии в целом;
- проблема переработки мусора актуальна не только при строительстве новых зданий и сооружений, но и при сносе существующих;
- при утилизации отходов разрушенных зданий вторичный щебень стал вторичным строительным материалом, который производится из обычного строительного мусора в результате;
  - боя бетона,
  - разборки дорожного покрытия и асфальта, отслуживших свой век,
  - из кирпича и других строительных материалов,
  - являясь вторичным строительным материалом, вторичный щебень сохранил свои свойства и качества тех материалов, из которых был изготовлен,
- утилизация строительных отходов является важной экологической проблемой, решению которой необходимо придать государственный вес;
- экономическая эффективность повторного использования этих ресурсов позволяет в 2-3 раза снизить себестоимость готового вторичного продукта, а в перспективе это позволяет снизить себестоимость строительства, благодаря тому, что выполняем и разрушение зданий, и последующую переработку железобетона и твёрдых строительных отходов;
- согласно ГОСТ Р 57678-2017 строительные отходы, в состав которых входит бетон, кирпич или щебень, могут использоваться для подсыпки дорог, при изготовлении строительных материалов для возведения основания под дороги и фундаментные плиты, при благоустройстве

территорий и др. при наличии соответствующей документации с соблюдением природоохранных, санитарно-эпидемиологических и противопожарных требований законодательства.

### Список литературы

- [1] **А.Н. Асаул, Д.А. Заварин, С.Н. Иванов**, Основные препятствия развитию инновационной активности в инвестиционно-строительной сфере. *Фундаментальные исследования* 4-0 (2015) 180-184.
- [2] Территориальные потери Арцаха в результате второй карабахской войны. <https://www.kavkaz-uzel.eu/blogs/83781/posts/45972>
- [3] **Е.В. Кондращенко**, О проблеме городов по использованию строительных отходов от сноса зданий и сооружений. *Научно-технический сборник «Комунальное хозяйство городов» Выпуск 107 (2013) 150-155.*
- [4] **П.П. Олейник, С.П. Олейник**, Организация системы переработки строительных отходов. Монография. Федеральное агентство по образованию. МГСУ. Институт строительства и архитектуры, Москва, 2009, 252 с.
- [5] **Dieter. O. Reimann**, Multifunktionale, zukunftsorientierte Rauchgasreinigungstechniken. *Brennst.-Wärme-Kraft* 43 (1991) E61–E64.
- [6] **Е.В. Барышевский, Е.Г. Величко, Э.С. Цховребов, У.Д. Ниязгулов**, Вопросы эколого-экономической оценки инвестиционных проектов по переработке отходов в строительную продукцию. *Вестник МГСУ* 3 (102) (2017) 260–272.
- [7] **Е.Г. Любешкина**, Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. *Пищевая промышленность* 312 (2017) 28–30.
- [8] Мини дробилка LEM TRACK 4825 дробилка на гусеничном ходу с приводом от дизельного двигателя с водяным охлаждением. Режим доступа: [miniteh.com](http://miniteh.com)

## ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԹԱՓՈՆՆԵՐԻ ՕԳՏԱՀԱՆՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

### ԵՎ ԴԴԱՆՑ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐՆ ԱՐՑԱԽՈՒՄ

**Իրինա Ռոբերտի Բաղդասարյան\*, Անժելա Ալյոշայի Բարսեղյան**

*Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, ք. Ստեփանակերտ, Արցախ*

*\*ira.bagdasaryan.71@bk.ru*

*Շինարարական աղբի մեծ կույտերը դժվար է տեսակավորվում և դրանց թաղման վայրերը գնալով փոքրանում են, իսկ հեռացումը դառնում է ավելի դժվար ու խնդրահարույց՝ գործընթացի կազմակերպման ծախսերի պատճառով: Աշխատանքում ներկայացված են շինարարական կոշտ թափոնների տարատեսակներ, որոնք ձևավորվում են այնպիսի գործընթացների արդյունքում, ինչպիսիք են՝ շինարարությունը, քանդումը, շենքերի և շինությունների վերակառուցումը: Ընդգծվում է շինարարական աղբի հեռացման խնդրի լուծման անհրաժեշտությունը, ինչպես նաև առաջարկվում է շինարարական աղբի վերամշակման ժամանակակից մեթոդ, որտեղ նման*

թափոնների վերամշակումը շինարարության ոլորտում երկրորդ «կյանք» է ստանում որպես երկրորդական մանրացված քար:

**Բանալի բառեր.** շինարարական թափոններ, բնակարանաշինություն, օգտահանում, վերամշակում, այտավոր ջարդիչ, ցեմենտի սպառում, երկրորդային խիճ

## RELEVANCE OF CONSTRUCTION WASTE UTILIZATION AND PROSPECTS OF THEIR APPLICATION IN ARTSAKH

**Irina Baghdasaryan\*, Anzhela Barseghyan**

*Shushi University of Technology, Stepanakert, Artsakh*

\*ira.bagdasaryan.71@bk.ru

*Large build-up of garbage is difficult to out and the sites for burial are getting smaller and smaller, and exporting becomes more difficult and problematic of the cost of organizing the process. The work contains: types of construction solid which are generated as a result of processes such as construction, demolition a reconstruction of buildings and structures. The article emphasizes the need to solve the problem of recycling construction waste, and proposes a modern method of recycling construction, where recycling such waste acquires a second life in the construction sector as secondary gravel.*

**Keywords:** *construction waste, housing construction, recycling, disposal, processing, jaw crusher, cement consumption, secondary crushed stone*

**Բաղդասարյան Իրինա Ռոբերտի, տ.գ.թ., դոցենտ** (Արցախ, ք. Ստեփանակերտ) - Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, Ճարտարապետության, քաղաքաշինության, էներգետիկայի և ջրային համակարգերի դեպարտամենտ, (+374)97299093, ira.bagdasaryan.71@bk.ru, **Բարսեղյան Անժելա Այրոշայի, տնտ.թ., դոցենտ** (Արցախ, ք. Ստեփանակերտ) - Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, Ճարտարապետության, քաղաքաշինության, էներգետիկայի և ջրային համակարգերի դեպարտամենտի ղեկավար, (+374)97260372, angel\_ava@inbox.ru

**Багдасарян Ирина Робертовна, к.т.н., доцент** (Арцах, г. Степанакерт) - Шушинский технологический университет, департамент Архитектуры, градостроительства, энергетики и водных систем, (+374)97299093 ira.bagdasaryan.71@bk.ru, **Барсегян Анжела Алешаевна, к.э.н., доцент** (Арцах, г. Степанакерт) - Шушинский технологический университет, руководитель департамента Архитектуры, градостроительства, энергетики и водных систем, (+374)97260372, angel\_ava@inbox.ru

**Baghdasaryan Irina, doctor of philosoph (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (Artsakh, Stepanakert) - Shushi Technological University, Department of Architecture, Urban Planning, Energy and Water Systems, (+374)97299093, ira.bagdasaryan.71@bk.ru, **Barseghyan Anzhela, doctor of philosoph (Ph.D) in Economy, Associate Professor** (Artsakh, Stepanakert) - Shushi Technological University, head of the Department of Architecture, Urban planning, Energy and Water Systems, (+374)97260372, angel\_ava@inbox.ru

Ներկայացվել է՝ 04.05.2023թ.

Գրախոսվել է՝ 22.05.2023թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.08.2023թ.