

*«Что такое сорняк? Растение,
достоинства которого не открыты».*
Р. Эмерсон

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ – НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ ИСТОЧНИК БОГАТСТВА ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ

© З. А. Естемесов¹, Т. К. Султанбеков¹, Н. Б. Сарсенбаев², Г. Р. Сауганова²

¹ТОО «ЦеЛСИМ – Центральная лаборатория сертификационных испытаний
строительных материалов», Алма-Ата, Казахстан

²Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

В работе представлены возможные пути образования строительных отходов и способы их рационального использования. Приведенный анализ литературных данных подтвердил, что в настоящее время строительные отходы во всем мире всесторонне изучаются и разрабатываются новые эффективные технологии на их основе. Неоднократное их использование способствует созданию безотходных или малоотходных технологий в городской строительной системе, что, в свою очередь, содействует решению социальной, экономической и экологической проблем.

Ключевые слова: строительные отходы, хранилище, переработка, ремонт, снос зданий, бетонный лом, кирпичный бой.

В настоящее время вопросы снижения влияния различных отходов на окружающую среду являются одной из острых и глобальных экологических проблем, затрагивающих всю жизнедеятельность человека почти всех стран мира. В связи с этим резко активизировались законодательные, организационно-правовые, научно-исследовательские и общественно-политические мероприятия по предотвращению катастрофически вредного влияния техногенных материалов на окружающую среду.

Известно, что строительство и обслуживание хранилищ техногенных материалов сами по себе очень дорогие мероприятия. Например, в США стоимость участка земли для строительства таких хранилищ составляет 27500 долл/га, само строительство – 10500 долл/га, эксплуатация – 3600 долл/мес., захоронение отходов – 25900 долл/га. В России только на транспортировку тонны отходов по ценам 2000 г. расходуется 15...18 тыс. руб., стоимость утилизации 1 т мусора достигает 35...70 долларов.

Принимаемые в ряде государств на законодательной основе все ужесточающиеся

меры по борьбе с отходами, вплоть до ликвидации предприятий, их производящих и накапливающих, свидетельствуют о позитивных изменениях в экологизации производства. В связи с этим в цивилизованных странах в первую очередь решают не вопросы реализации выпускаемой продукции, а утилизации образующихся отходов. Ведь затраты на производство продукции и вывоз отходов в отвалы и их хранение равноценны.

Поэтому, как показывает анализ литературных данных, многие передовые предприятия уже сегодня разрабатывают мероприятия по переработке собственных отходов в полезные материалы, что позволяет:

- снизить себестоимость;
- повысить экономическую эффективность;
- как можно меньше платить по статьям экологии;
- получать из отходов новые эффективные материалы.

Повысить квалификацию инженерных работников и рабочих по рациональному использованию материальных ресурсов предприятий.

Известно, что в год на планете образуется около 2,5 млрд. т строительных отходов, в том числе: в США – 78 млн. т, в Европе – 180 млн. т, в Москве – 1,9 млн. т [1-2], в Казахстане – около 0,5 млн. т, в Алматы – 160 тыс. т.

В настоящее время проблемы отходов, в частности строительные, во всем мире давно глубоко и всесторонне изучаются, разрабатываются новые эффективные технологии на их основе. Например, в Дании, Нидерландах и Швеции перерабатывается 90% строительных отходов. При переработке строительных отходов в строительные материалы экономическая эффективность достигает 130...200 долл. США на каждый куб. смеси.

На рисунке 1 показаны городские строительные отходы, готовые к отправке на отвалохранилище. Мировой опыт, как уже упомя-

нули, показывает, что строительные отходы являются неисчерпаемым источником дохода для строителей. Ведь строительные отходы принадлежат к многократно возобновляемым материальным ресурсам общественного производства. В этом, на наш взгляд, их уникальность и неповторимость.

Строительные отходы в пределах населенных пунктов могут возникнуть при [3-5]:

- мажорных обстоятельствах;
- сносе жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений;
- реставрации и ремонте зданий и сооружений;
- строительстве новых объектов;
- выпуске различных строительных материалов;
- ремонте и строительстве дорог.



Рис. 1. Строительные отходы

Ниже описаны способы рационального использования строительных отходов.

В зависимости от источников образования городские строительные отходы можно разделить на 13 групп:

I группа – крупногабаритные и мелкоштучные бетонные и железобетонные изделия и конструкции (колонны, фундаменты, стены, плиты покрытий и перекрытий, тротуарные плиты, стеновые блоки и др.), образующиеся:

- в процессе их производства в виде брака в результате нарушения заданных технологических параметров;

- в процессе разрушения, сноса и ремонта зданий, сооружений, тепловых трасс, дорог, арыков и каналов.

При соответствующей переработке из них в первую очередь отделяют нерудные материалы, к которым относятся крупные и мелкие заполнители, цементный камень. Арматурные элементы отправляют как вторчермет на металлургические комбинаты.

Нерудные материалы сортируют на крупные – с размером зерен более 5 мм, но не более 20 мм, и мелкие – с размером менее 5 мм, но не менее 0,65 мм, заполнители (наполнители) с крупностью менее 0,65 мм. Затем определяют соответствие их физико-механических свойств нормируемым требованиям.

По результатам испытаний полученные заполнители (наполнители) рекомендуют к производству бетонных и железобетонных изделий и конструкций, сухих смесей, для дорожных работ и др.

II группа – пиросиликатные материалы, получаемые обжигом:

- бой кирпича, огнеупора, сантехнических и фаянсовых изделий;

- бой при разрушении, сносе и ремонте зданий и сооружений;

- бой при монтаже изделий;

- бракованные изделия по эксплуатационным, эстетическим, архитектурным и др. соображениям, не подлежащие применению.

Пиросиликатные отходы, как правило, сначала дробят, а затем измельчают до необходимой тонкости помола, после чего применяют по назначению. Они могут быть использованы в качестве мелкого и крупного заполнителя бе-

тонов, наполнителя сухих смесей, гидравлической активной добавки для цемента, компонентов пиросиликатных материалов, теплоизоляционных материалов и огнеупоров.

III группа – различные материалы и изделия из стекла, образующиеся из:

- боя в процессе производства материалов и изделий из стекла;

- стекольного боя в процессе хозяйственной деятельности человека.

Стекольный бой является прекрасным сырьем для производства стекольных изделий и сухих смесей. Переработка их проста: измельчение до необходимой дисперсности. При этом необходимо учесть, что в сухих смесях химико-минералогический состав стекольного боя особенной роли не играет, а при производстве стекла этот технологический параметр важен.

IV группа – отходы переработки и пиления древесины, изготовления столярных изделий и мебели; арболитовых изделий; легкого заполнителя глиняных, гипсовых и других растворов; выгорающей добавки при производстве пиросиликатных материалов и изделий.

V группа – лом металлических изделий, арматурные элементы как вторчермет, отправляемые на предприятия металлургической промышленности.

VI группа – отходы пиления плит из стеклянных, базальтовых и других волокон и бракованные изделия.

VII группа – теплоизоляционные материалы органического происхождения, например пенополистирольные изделия, плиты и гранулы в виде боя и брака отработанных изделий и плит зданий, сооружений, теплотрасс и упаковки бытовой техники.

Наиболее эффективными направлениями использования отходов этих материалов являются производство:

- кладочных растворов со средней плотностью 1200...1400 кг/м³;

- штукатурных растворов со средней плотностью 900...1100 кг/м³;

- мелкоштучных блоков со средней плотностью 800...1200 кг/м³;

- монолитной теплоизоляции чердаков и кровель со средней плотностью 200...400 кг/м³;

– теплоизоляционных материалов со средней плотностью 200...400 кг/м³.

VIII группа – пластмассовые изделия различного назначения, по тем или иным причинам перешедшие в разряд отходов, после соответствующей переработки которых используются в качестве заполнителя для бетонных и дорожных материалов и производства пластмассовых изделий.

IX группа – отходы различных резиновых изделий, после соответствующей переработки которые используются в качестве заполнителя бетонов для дорожных материалов, топлива и для производства резиновых изделий.

X группа – асфальтовый лом старых покрытий дорог.

XI группа – различные отходы производства гипсовых материалов и изделий, технология переработки которых включает их дробление, активизацию нагревом и помол.

XII группа – целлюлозосодержащие пресованные материалы (макулатура) – вторсырье для бумажной промышленности производства теплоизоляционных материалов типа «эковата».

XIII группа – лом бетона, железобетона, кирпича, санфаянсовых изделий, стекла и др., скапливающиеся в каждом цехе и на строительных площадках, подлежащие сбору и переработке.

Все эти группы представляют городские строительные отходы, источниками которых являются стройиндустрия и строительство.

Неоднократное их использование способствует созданию безотходных или малоотходных технологий в городской строительной системе, что, в свою очередь, содействует решению социальной, экономической и экологической проблем. Тем не менее, на наш взгляд, в первую очередь требуется технико-экономическое обоснование переработки этих отходов в строительные материалы.

Авторы статьи располагают банком данных по переработке строительных отходов в строительные материалы, необходимым для оценки их высокой эколого-экономической эффективности. В частности, более детально изучен опыт использования многомиллионно-

го отхода в виде бетонного лома в Чеченской Республике [6-9]. Грозненская научная школа доказала, что в результате переработки этого техногенного материала образуются вторичный щебень (70%), отсеиваемый от дробления лома бетона (20%) и пылевидная фракция, которые являются альтернативой традиционному природному заполнителю и наполнителю. Проведенный сравнительный анализ химического состава различных природных заполнителей из горных пород и бетонного лома (таблица 1) показал, что вторичный материал отличается высоким содержанием кремнезема, минимальным количеством нежелательных примесей и полным отсутствием наличия глинистых и илистых соединений [8, 9].

Оксидный состав отсева дробления бетонного лома свидетельствует о однородности и схожести с минералами порландцементного клинкера, поэтому использование мелкодисперсной фракции позволит конкурировать с микрозаполнителями естественного происхождения (рисунок 2).

Приведенные результаты подтверждают эффективность отсева дробления, полученных из строительного отхода, так как при постоянном содержании пылевидной фракции отсева дробления прочность цементного камня в 28-суточном возрасте больше всего снижается при добавлении известняковой муки и меньше всего – пыли бетонного лома. Объяснением этому служат негидратированная растворная часть, присутствующая в составе вторичного заполнителя (20%), и наличие активных центров кристаллизации на поверхности мелкодисперсной пыли, которые способствуют образованию дополнительных порций труднорастворимых новообразований в цементном камне.

Таким образом, проблема многотоннажных строительных отходов весьма актуальна, особенно для крупных городов мира, так как затруднительно размещать их на специально отведенных полигонах, и в основном они скапливаются на ценных сельскохозяйственных угодьях, что приводит к серьезному загрязнению окружающей среды.

Таблица 1.

Средний химический состав исследуемых заполнителей, %

Оксиды	Вид заполнителя				
	Песчаника	Известняка	Гранита	Кварцита	Бетонного лома
SiO ₂	98,250	0,560	72,200	97,800	51,400
CaO	0,025	55,600	2,240	0,150	35,230
Al ₂ O ₃	0,340	0,920	13,400	0,810	5,010
Fe ₂ O ₃	0,200	0,230	2,000	0,360	3,720
K ₂ O	0,057	-	4,500	0,220	1,500
MgO	0,017	1,110	0,600	0,210	1,250
SO ₃	-	-	0,100	-	0,600
Na ₂ O	0,130	-	3,000	0,070	0,510
TiO ₂	0,017	-	0,200	0,020	0,310
MnO	-	-	0,030	0,003	0,087
ппп	0,962	41,578	1,723	0,352	0,391

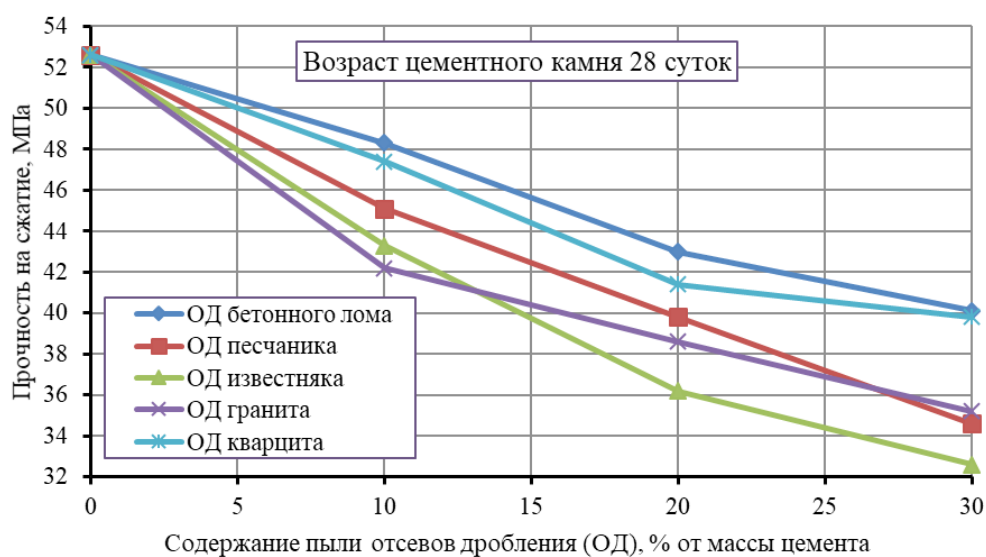


Рис. 2. Зависимость прочности цементного камня от содержания пылевидной фракции отсева дробления

ЛИТЕРАТУРА

1. Юмашева Е. И. «Вэйст ТЭК-2001»: 2-я Международная выставка и Конгресс по управлению отходами // Строительные материалы. №7. 2001. С. 31-32.
2. Сидорчук В. Л. Проблемы обращения строительных отходов в Москве // Строительные материалы. №4. 2001. С. 37-38.
3. Султанбеков Т. К. Эколого-технологические основы производства сухих строительных смесей на природном и техногенном сырье. Дис. ... докт. техн. Наук. Алматы, 2001. 224 с.
4. Соломатов В. И., Коренькова С. Ф., Чумаченко Н. Т. Новый подход к проблеме утилизации отходов в стройиндустрии // Строительные материалы. №7-8. 1999. С. 12-13.

5. *Естемесов З.А., Султанбеков Т.К.* Оценка экологической ситуации в стройиндустрии и строительстве // *Материалы I РНПК: «Архитектурно-строительная наука – производству в современных условиях».* Усть-Каменогорск, 2001. С. 209-212.
6. *Муртазаев С-А. Ю., Саламанова М.Ш.* Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы // *Приволжский научный журнал.* 2018. №2 (Т. 46). С. 65-70.
7. *Bataev D. K-S., Murtazayev S-A. Yu., Salamanova M. Sh., Viskhanov S. S.* Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders (Использование цементной пыли в производстве бесклинкерных вяжущих щелочной активации) // *Proceedings of the International Symposium “Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research” dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019).* Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. P. 457-460.
8. Бетонные композиты с использованием гравийно-песчаных смесей месторождений Чеченской Республики / *А.Х. Аласханов, С.-А.Ю. Муртазаев, М.С. Сайдумов, М.С. М. Хубаев [и др.]* // *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки.* 2019. Т. 46. №2. С. 136-147.
9. Рецептуры высокопрочных бетонов на техногенном и природном сырье / *Д. К.-С. Батаев, М.С. Сайдумов, Т.С. А. Муртазаева [и др.]* // *Актуальные проблемы современной строительной науки и образования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции.* 2017. С. 109-116.

*“What is a weed? Plant,
dignity that is not discovered”*
R. Emerson

CONSTRUCTION WASTE – AN INEXHAUSTIBLE SOURCE OF WEALTH FOR BUILDERS

© Z. A. Estemesov¹, T. K. Sultanbekov¹, N. B. Sarsenbaev², G. R. Sauganova²

¹ LLC “CELSIM-Central laboratory of certification tests building materials”,
Alma-Ata, Kazakhstan

²South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

The paper presents the ways of waste generation and ways of their rational use. The above analysis of the literature data confirmed that at present, new effective technologies based on them are being comprehensively studied and developed. Their repeated use contributes to the creation of waste-free or low-waste technologies in the urban construction system, which, in turn, is the used system for solving social, economic and environmental problems.

Keywords: construction waste, storage, processing, renovation, demolition of buildings, concrete scrap, brick breakage.

REFERENCES

1. Yumasheva, E. I. (2001) «Veist TEK-2001». 2-ya Mezhdunarodnaya vystavka i Kongress po upravleniyu otkhodami'. *Stroitel'nye materialy* ["Waste TEK-2001". 2nd International Exhibition and Congress on Waste Management. Building materials], No. 7, 2001, pp. 31-32.
2. Sidorchuk, V. L. (2001) 'Problemy obrashcheniya stroitel'nykh otkhodov v Moskve'. *Stroitel'nye materialy*. [Problems of construction waste management in Moscow. Building materials], No. 4, 2001, pp. 37-38.
3. Sultanbekov, T. K. (2001) 'Ekologo-tehnologicheskie osnovy proizvodstva sukhikh stroitel'nykh smesei na prirod-nom i tekhnogennom syr'e'. Dis. na soiskanie d-ra tekhn. nauk [Ecological and technological bases for the production of dry construction mixtures on natural and technogenic raw materials, D. Techn. Sc. Thesis.], Almaty, 224 p.
4. Solomatov V. I., Korenkova, S. F. and Chumachenko, N. T. (1999) 'Novyi podkhod k probleme utilizatsii otkhodov v stroiindustrii' *Stroitel'nye materialy* [A new approach to the problem of waste disposal in the construction industry. Building materials], No. 7-8, pp. 12-13.
5. Estemesov Z. A. and Sultanbekov T. K. (2001) 'Otsenka ekologicheskoi situatsii v stroiindustrii i stroitel'stve' *Materialy I RNPk: «Arkhitekturno-stroitel'naya nauka proizvodstvu v sovremennykh usloviyakh»* [Assessment of the ecological situation in construction industry and construction. Materials of the I RNPk. Architectural and construction science for production in modern conditions]. Ust-Kamenogorsk, pp. 209-212.
6. Murtazaev, S. A. Yu. and Salamanova, M. Sh. (2018) 'Perspektivy ispol'zovaniya termoaktivirovannogo syr'ya alyumosilikatnoi prirody'. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal*. [Prospects for the use of thermally activated raw materials of aluminosilicate nature. Volga Scientific Journal]. №2 (V. 46). Pp. 65-70.
7. Bataev, D. K.-S., Murtazayev, S.-A. Yu., Salamanova, M. Sh. and Viskhanov, S. S. (2019) 'Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019)*. Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 457-460.
8. Alaskhanov, A. Kh., Murtazaev, S. A. Yu., Saidumov, M. S. and Khubaev, M. S. M. [et al.] (2019) 'Betonye kompozity s ispol'zovaniem graviino-peschanykh smesei mestorozhdenii Chechenskoi Respubliki' [Concrete composites using gravel-sand mixtures from the deposits of the Chechen Republic]. *Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical sciences*. Vol. 46. No. 2. Pp. 136-147.
9. Bataev, D. K. S., Saidumov, M. S. and Murtazaeva, T. S. A. [et al.] (2017) 'Retseptury vysokoprochnykh betonov na tekhnogennom i prirodnom syr'e' *V sbornike: Aktual'nye problemy sovremennoi stroitel'noi nauki i obrazovaniya. Materialy vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. [Recipes of high-strength concrete based on technogenic and natural raw materials. In the collection: Actual problems of modern construction science and education. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Pp. 109-116.