

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ СНОСА ЗДАНИЙ

© Макарычев Константин Владимирович (а), Мартынов Кирилл Александрович (b), Тарасова Ксения Геннадьевна (с)

- (а) Воронежский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Грозный; старший преподаватель кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова
- (b) Воронежский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Грозный; магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова.
- (с) Воронежский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Грозный; магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова.

Аннотация. При изготовлении материалов, используемых при строительстве зданий и сооружений, большое количество загрязнений, а именно углекислый газ, выбрасываются в атмосферу, что вредит экологии нашей планеты. Одним из способов избежать выбросов углекислого газа – это повторное использование материалов и строительных конструкций после сноса зданий и сооружений. Такой подход может улучшить не только ситуацию с экологией, но и снизить экономические затраты на реализации строительных проектов и строительстве малоэтажных зданий.

Ключевые слова: свалки ТБО, рациональное строительство, выбросы углекислого газа, демонтаж зданий, строительные материалы, повторное применение строительных материалов, обрушение, поэлементная разборка.

TECHNOLOGY OF REUSE OF BUILDING MATERIALS, PRODUCTS AND STRUCTURES AFTER BUILDING DEMAND

© Makarychev Konstantin Vladimirovich (a), Martynov Kirill Alexandrovich (b), Tarasova Ksenia Gennadievna (c)

- (a) Voronezh State Technical University, Russian Federation, Grozny; Senior Lecturer of the Department of Building Structures, Foundations and Foundations named after Professor Yu.M. Borisova.
- (b) Voronezh State Technical University, Russian Federation, Grozny; master student of the department of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova.
- (c) Voronezh State Technical University, Russian Federation, Grozny; master student of the department of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova.

Abstract. In the manufacture of materials used in the construction of buildings and structures, a large amount of pollution, namely carbon dioxide, is released into the atmosphere, which harms the ecology of our planet. One way to avoid carbon emissions is to reuse materials and building structures after the demolition of buildings and structures. Such an approach can improve not only the environmental situation, but also reduce the economic costs of implementing construction projects and constructing low-rise buildings.

Key words: solid waste landfills, rational construction, carbon dioxide emissions, dismantling of buildings, building materials, reuse of building materials, collapse, elemental dismantling.

Введение. В настоящее время во всем мире существует большая экологическая проблема – глобальное потепление, которое зависит от выбросов углекислого газа в атмосферу земли. По статистике, до 1/3 всех выбросов приходится на строительную отрасль, кроме этого, количество строительного мусора на свалках твердых бытовых отходов (ТБО) варьируется в диапазоне от 40 до 70%. Кроме того, большой проблемой современной строительной отрасли являются дорогостоящие строительные материалы, что препятствует реализации многих жилищных и коммунальных проектов.

Одним из возможных способов решения выше описанных проблем, является повторное использование строительных материалов после сноса или демонтажа зданий.

Постановка проблемы

Повторное использование строительных материалов после сноса зданий методом поэлементного демонтажа, и, как следствие, сокращение выбросов пыли и свалок ТБО.

Задачи исследования:

- 1) Определить причины и объемы выбросов углекислого газа в атмосферу Земли.
- 2) Определить причины появления строительного мусора на свалках ТБО.
- 3) Определить причины сноса зданий и сооружений.
- 4) Определить прочностные показатели строительных материалов, **образующихся при поэлементном демонтаже зданий.**

Методика исследований включает: анализ литературных и статистических данных (аналитический обзор), теоретические и экспериментальные исследования.

Основная часть

Основные причины образования углеродного следа в строительной отрасли - это выбросы углекислого газа, возникающий при производстве цемента, извести, стали, стекла, керамики.

Из общего объема выбросов углекислого газа на строительную отрасль приходится 37%. Кроме этого, строительная отрасль потребляет 36% конечной глобальной энергии.

Таблица 1

Объёмы выбросов CO₂ при производстве 1 т материалов

Наименование материала	Объем выбросов CO ₂ , кг
Природный камень	
Сталь	1500
Цемент	250

Железобетонные изделия	550-600
Кирпич силикатный	133,5
Кирпич керамический	198,5
Гипс	0
Древесина	0
Природный камень	0

Таблица 2

Объёмы выбросов углекислого газа в год при производстве основных строительных материалов

	Сталь (млн. т)	Цемент (млн.т)	Железобетон (млн. м ³)	Кирпич си- ликатный (млн. т)	Кирпич ке- рамический (млн. т)
Россия	109,65	14,45	16.26	1.49	3.18
Мир	2704,5	1025	4002	Нет данных	Нет данных

Методы сноса зданий и сооружений. Причины сноса зданий и сооружений могут быть самыми разными: аварийное состояние конструкций, физический износ, недопустимое состояние, моральный износ здания, самовольная постройка и т.д. На данный момент существует несколько способов сноса зданий, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки:

- Механический способ сноса здания с последующей транспортировкой отработанного материала на свалку;
- Механический способ сноса здания с последующей сортировкой и переработкой отработанного материала;
- Поэлементный демонтаж здания с последующим повторным использованием элементов конструкций;
- Взрывной метод сноса здания.

Наиболее распространенным в настоящее время является механический метод обрушения строительных конструкций, при помощи специальной строительной техники. В результате сноса здания таким методом образуется большой объем строительных отходов, которые непригодны к последующему использованию и транспортируются на площадки ТБО, что совсем противоречит принципу комплексной стратегии сокращения объема образования и снижения класса опасности отходов. С точки зрения загрязнения окружающей среды, данный метод создает значительные объемы отходов, пыли, битого кирпича и бетона, куски древесины и т.д., и является нерациональным [4].



Рис. 1. Механический метод обрушения зданий

Применение механического способа с последующей сортировкой и переработкой строительных материалов, с экологической точки зрения, является более рациональным. На повторное использование идет щебень для мощения дорог или изготовления железобетонных конструкций, стальные элементы идут на переплавку. Но дробление каменных или бетонных элементов создает много пылевых отходов, которые загрязняют окружающую среду, что тоже не в полной мере соответствует экологическим требованиям и только частично удовлетворяют принципам повторного использования строительных материалов.

При ликвидации здания способом направленного взрыва образуется большой объем каменной пыли, которая оседает на окружающих поверхностях, растениях, в дыхательных путях человека и животных, что может привести к различным тяжелым заболеваниям. Также при данном методе получают частично разрушенные конструктивные элементы, размеры которых не всегда соответствуют параметрам дробилок первичного дробления, поэтому на площадке сноса они должны измельчаться под размер загрузочного отверстия дробилки и транспортироваться для дальнейшей переработки. Данные технологии приводят к тому, что при дроблении (особенно бетонных и железобетонных конструкций) после дробления бетон из прочного морозостойкого камня превращается в мягкую неоднородную породу, применение которой ограничено ее свойствами. Необходимо отметить также высокую энергоемкость, стоимость переработки и большой вес оборудования данного способа переработки каменных материалов [4].



Рис. 2. Взрывной метод обрушения зданий

Еще один способ – это поэлементная разборка зданий. Применение современной техники позволяет объединить механизированный и ручной способы сноса зданий. При использовании данного метода был обнаружен огромный экологический эффект: повторное использование строительных конструкций не производит загрязнения атмосферы земли. При этом, отходы не складировываются на свалках ТБО, снижается стоимость построенных объектов, снижаются затраты на логистику и строительство.

Исследовательская часть

Исследования, проведенные специалистами Воронежского государственного технического университета, направленные на сокращение объема образования и снижение класса опасности отходов и максимальное использование исходного сырья и материалов, выполненные при малоэтажном строительстве частного жилья и укреплении грунтов оснований доказали, что при поэлементном демонтаже зданий были получены строительные материалы (кирпич, шлакоблок, газосиликат и др.) и конструктивные элементы (плиты, покрытия, перекрытия, балки, колонны, панели, фермы и тп.), которые после обследования специалистами кафедр строительных конструкций ВГТУ позволили использовать их повторно по своему прямому назначению, либо в качестве конструкций малоэтажных зданий.

Таблица 3

Прочностные показатели строительных материалов перед сносом зданий

Прочность при сжатии (МПа)	Сталь	Бетон	Кирпич силикатный	Кирпич керамический
	240-300	20-100	7,5-10	3,5-10

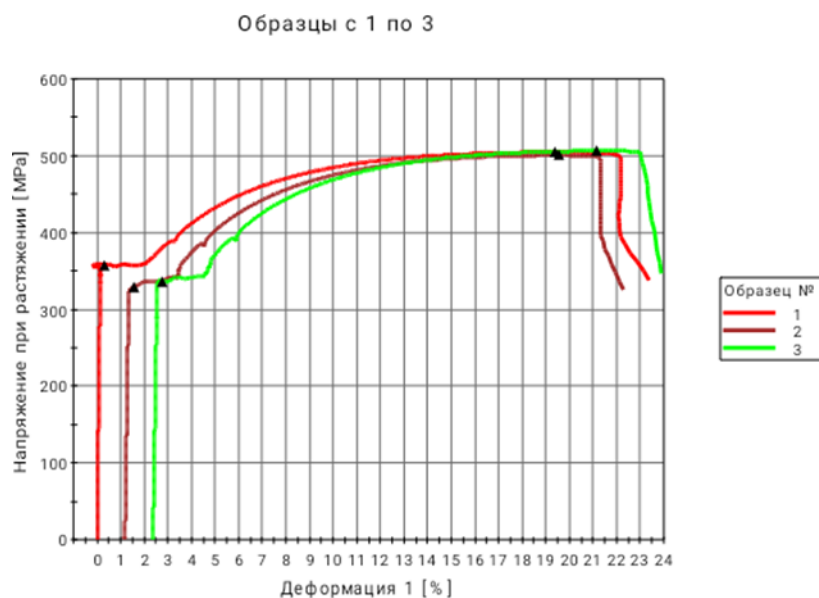


Рис. 3. Диаграмма испытаний арматурной стали из плит 1953 года выпуска

Таблица 4

Прочностные и деформативные характеристики арматурной стали

Метка образца	Площадь [mm ²]	Длина [mm]	Минимум Нагрузка [kN]	Модуль (Автоматический Юнга) [MPa]	Предел текучести (Условный 0,2%) [MPa]	Напряжение при растяжении [MPa]	Относительное удлинение, %
1	78,54	600,00	39,62	274736,05	357,82	504,44	21,72
2	78,54	600,00	39,32	206784,08	328,25	500,68	21,72
3	78,54	600,00	39,75	192486,35	336,92	506,16	18,60
среднее	78,54	600,00	39,57	224668,83	341,00	503,76	20,68

Данные исследования позволили начать проектирование и строительство малоэтажных зданий (жилье, магазины, спортивно-оздоровительные сооружения, гаражи и тд.) с использованием вышеназванных материалов, изделий и конструкций. В настоящее время работы ведутся на строительных объектах Воронежской, московской, Ленинградской, Свердловской областях. Строительство ведется только на частных объектах [1].

Подводя итоги, можно сделать вывод: повторное использование строительных материалов и конструкций после сноса зданий позволит сократить выбросы углекислого газа в атмосферу, решить экологические проблемы утилизации строительных материалов, снизить стоимость малоэтажного строительства, уменьшить объемы свалок ТБО за счет создания строительных технологий замкнутого цикла, увеличить доступность индивидуального жилья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотухин, С. Н. Безобжиговые технологии получения строительного композита из отходов, возникших при поэлементном демонтаже зданий и сооружений / С. Н. Золотухин, Р. Ю. Гаврикова, Д. И. Шуваев // Химия, физика и механика материалов. 2021. № 2(29). С. 56-78.
2. Патент № 2656656 С2 Российская Федерация, МПК E02D 3/12, E02D 27/08. Способ объемной цементации грунтов: № 2015149374: заявл. 17.11.2015: опубл. 06.06.2018 / С. Н. Золотухин, А. А. Абраменко, О. Б. Кукина [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет".
3. Патент № 2647521 С1 Российская Федерация, МПК E02D 27/01. Способ изготовления сплошных плитных фундаментов коробчатого сечения из ребристых плит перекрытия: № 2017107309: заявл. 06.03.2017: опубл. 16.03.2018 // С. А. Колодяжный, С. Н. Золотухин, А. А. Абраменко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет".
4. Повторное использование железобетонных элементов зданий в конструкциях фундаментов / С. Н. Золотухин, В. И. Луганский, Н. Г. Назаренко [и др.] // Химия, физика и механика материалов. 2019. № 1(20). С. 72-91.
5. Золотухин, С. Н. Повторное использование строительных материалов и отходов производства в малоэтажном строительстве / С. Н. Золотухин, А. С. Лобосок // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Высокие технологии в экологии". 2011. № 1. С. 63-66.

REFERENCES

1. Zolotukhin, S.N., Gavrikova R.Yu., Shuvaev D.I. Non-burning technologies for obtaining a building composite from waste products that arose during element-by-element dismantling of buildings and structures // Chemistry, Physics and Mechanics of Materials. 2021. № 2(29). Pp. 56-78.
2. Patent No. 2656656 C2 Russian Federation, IPC E02D 3/12, E02D 27/08. The method of bulk cementation of soils: No. 2015149374: Appl. 11/17/2015: publ. 06.06.2018 / S. N. Zolotukhin, A. A. Abramenko, O. B. Kukina [and others]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Technical University".
3. Patent No. 2647521 C1 Russian Federation, IPC E02D 27/01. Method for manufacturing solid box-shaped slab foundations from ribbed floor slabs: No. 2017107309: Appl. 03/06/2017: publ. March 16, 2018 // S. A. Kolodyazhny, S. N. Zolotukhin, A. A. Abramenko [and others]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Technical University".
4. Reuse of reinforced concrete building elements in foundation structures / S. N. Zolotukhin, V. I. Lugansky, N. G. Nazarenko [et al.] // Chemistry, Physics and Mechanics of Materials. 2019. № 1 (20). Pp. 72-91.

5. Zolotukhin, S. N. Reuse of building materials and production waste in low-rise construction / S. N. Zolotukhin, A. S. Lobosok // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Materials of the interregional scientific-practical conference "High technologies in ecology". 2011. №. 1. Pp. 63-66.