

УДК 504.052:67.08

DOI 10.47813/nto.3.2022.6.694-703 EDN [TBDMTG](#)



Оптимизация системы ресурсосберегающего обращения со строительными отходами в Воронежской области как фактор снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду

Т.В. Ашихмина*, С.Н. Золотухин, П.С. Куприенко, В.А. Помогалов

Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября,
84, Воронеж, 394006, Россия

*E-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема высокой антропогенной нагрузки, формирующейся в результате длительного масштабного размещения отходов, в том числе строительных, на специализированных объектах и низкого уровня их вовлечения в хозяйственный оборот. Исследование проводилось с целью разработки концептуальных аспектов системы ресурсосберегающего обращения со строительными отходами от сноса зданий и сооружений, обеспечивающей снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. Проведенный анализ существующей системы обращения с твердыми коммунальными и строительными отходами, номенклатуры и объемов строительных отходов в Воронежской области показал, что применение технологичного поэтапного демонтажа и сноса с одновременным рециклингом материалов разрушения позволит в 4 раза снизить поступление отходов на объекты размещения, а также позволил разработать основные этапы формирования ресурсосберегающей системы обращения со строительными отходами, позволяющей реализовать комплексный ресурсосберегающий подход к снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Ключевые слова: полигоны ТКО Воронежской области, отходы сноса, поэтапный демонтаж зданий, антропогенная нагрузка, снос с одновременным рециклингом отходов, ресурсосберегающая система обращения с отходами.

Optimization of the system of resource-saving management of construction waste in the Voronezh Region as a factor in reducing the anthropogenic load on the environment

T.V. Ashikhmina*, S.N. Zolotukhin, P.S. Kuprienko, V.A. Pomogalov

Voronezh State Technical University, 84 20th Anniversary of October Str., Voronezh,
394006, Russia

*E-mail: tv_ashikhmina@bk.ru

Abstract. The problem of high anthropogenic load resulting from long-term large-scale waste disposal, including construction, at specialized facilities and a low level of their involvement in economic turnover is considered. The study was conducted in order to develop conceptual aspects of a system of resource-saving management of construction waste from the demolition of buildings and structures, ensuring a reduction in anthropogenic load on the environment. The analysis of the existing system of solid municipal and construction waste management in the Voronezh region, the nomenclature and volumes of construction waste in the Voronezh Region showed that the use of technological step-by-step dismantling and demolition with simultaneous recycling of destruction materials will allow 4 times to reduce the flow of waste to the placement facilities, it also made it possible to develop the main stages of the formation of a resource-saving system for the management of construction waste, which makes it possible to implement a comprehensive resource-saving approach to reducing the anthropogenic load on the environment.

Keywords: landfills of the Voronezh region, demolition waste, piecemeal dismantling of buildings, anthropogenic load, demolition with simultaneous recycling of waste, resource-saving waste management system.

1. Введение

На современном этапе развития техносферы наиболее значимым фактором, несущим угрозу экологической безопасности, является загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления, а также низкий уровень вовлечения отходов в хозяйственный оборот.

В Воронежской области развитие системы обращения с отходами происходит в направлении их переработки и вторичного использования, однако значительная часть твердых коммунальных отходов (ТКО) размещается на специализированных объектах – полигонах, создающих высокую антропогенную нагрузку на окружающую среду. Существенную долю таких отходов составляют отходы строительной сферы – наиболее масштабного и важного сектора экономики региона.

В настоящее время основным источником строительных отходов является сфера капитального ремонта и реконструкции зданий и сооружений, новое строительство и производство стройматериалов и изделий.

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Целью исследования является разработка концептуальных аспектов системы ресурсосберегающего обращения со строительными отходами от сноса зданий и сооружений, обеспечивающей снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Основные задачи:

- анализ существующей системы обращения с твердыми коммунальными и строительными отходами в Воронежской области;
- оценка номенклатуры и объемов строительных отходов на территории Воронежской области;
- разработка концепции снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду за счет сокращения поступления строительных отходов сноса зданий на объекты размещения отходов;
- разработка основных этапов формирования ресурсосберегающей системы обращения со строительными отходами.

3. Методы и материалы исследования

Основными методами исследования являются анализ статистических материалов, оценка объемов отходов сноса ветхих и аварийных зданий и сооружений в г. Воронеже.

Согласно экспертной оценке ТКО составляют значительную часть общего объема отходов в Воронежской области – 2,029 млн т. Основным способом обращения с твердыми коммунальными отходами является захоронение их на специализированных объектах размещения отходов (ОРО) – полигонах без предварительной сортировки. Общая площадь полигонов ТКО в области составляет 757 га [1] (рисунок 1).

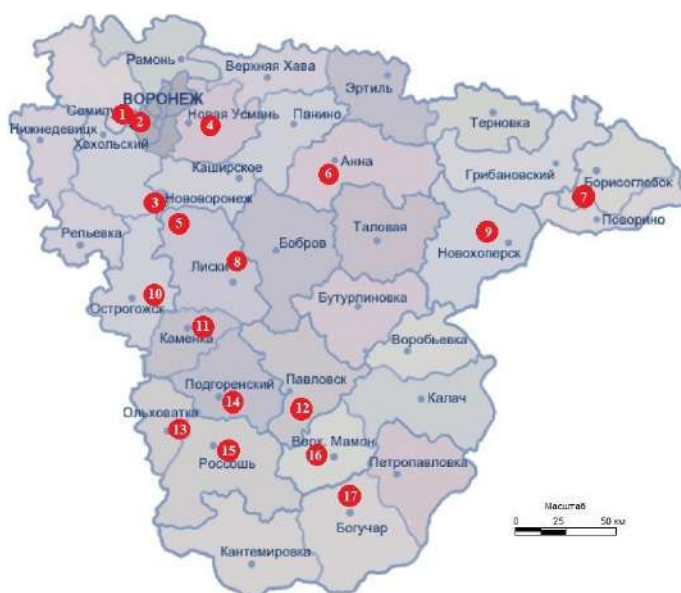


Рисунок 1. Расположение полигонов ТКО на территории Воронежской области.

Примерно 1/3 всех отходов, накопленных в Воронежской области сосредоточены на крупном полигоне г. Россошь, который эксплуатируется с 1986 года. Четверть накопленных отходов размещена на полигонах гг. Борисоглебска, Нововоронежа, Н. Усмани, образованных в 90-х годах прошлого столетия. На эти же полигоны поступает 2/3 всех отходов, образуемых в Воронежской области, соответственно объекты имеют высокую скорость заполнения и, очевидно, в ближайшее время их проектная мощность будет полностью использована. Наименьшее количество отходов сосредоточено на относительно новых полигонах, открытых в 2000-х годах, на них же поступает менее 1% всех отходов, что позволяет предположить более длительную эксплуатацию этих объектов (таблица 1).

Таблица 1. Распределение полигонов по количеству накопленных отходов.

Количество накопленных отходов, млн.т	Количество полигонов	Доля от общего количества полигонов, %	Масса поступающих отходов (проектная мощность), тыс. т/год	Доля общего количества отходов, поступающих на полигоны, %	Общая масса накопленных отходов, т	Доля от общего количества накопленных отходов, %
> 2	1	5,9	47,0	5,7	2 476 500	35,3
1-2	1	5,9	60,2	7,3	1 009 100	14,4
0,5-1	3	17,7	555,0	67,1	1 796 730	25,6
0,1-0,5	4	23,5	137,5	16,6	1 319 300	18,8
0,05-0,1	4	23,5	20,0	2,4	271 230	3,9
<0,05	4	23,5	7,4	0,9	143 300	2,0
ИТОГО:	17	100	827,1	100	7 016 160	100

Проектная мощность полигонов значительно меньше общего количества твердых коммунальных отходов, образующихся в Воронежской области. Данное обстоятельство приводит к быстрому заполнению объектов размещения отходов и необходимости выделять дополнительные площади под новые полигоны, в результате чего установленное различными исследованиями негативное воздействие и антропогенная нагрузка на окружающую среду существенно увеличивается [2 - 4].

Согласно статистическим данным, в Российской Федерации значительную часть отходов, размещенных на полигонах ТКО, составляют строительные отходы (таблица 2).

Таблица 2. Объемы образования ТКО в РФ [5].

Показатели	2019 г.	2020г.	2021 г.
Ежегодное образование ТКО, т	7750877313	6955716994	8448642555
Масса ТКО, направленных на полигоны, т	1178876088	832301742	981458359
Масса строительных отходов, т	77276467	71253264	96330336
Доля строительных отходов в общем количестве захороненных отходов на полигонах, %	53	78	75

Таким образом, на полигонах Воронежской области ежегодно размещается порядка 570,7 тыс. т строительных отходов, которые, в свою очередь, включают большое количество отходов от сноса зданий и сооружений (рисунок 2) [6].



Рисунок 2. Структура строительных отходов.

Группа строительных отходов включает более 150 видов [7].

В городах строительные отходы представлены, в основном, ломом бетона и железобетона, кирпича, асфальта. Также присутствуют древесные отходы и строительный мусор (таблица 3).

Таблица 3. Пример образования отходов при сносе секции жилого дома серии П-35 [6].

Наименование отхода	Объем образования, т	Доля вида отхода в общей массе, %
Лом несортированный и отходы черных металлов	8,53	0,63
Бой железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме	854,82	63,05
Бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме (керамзитобетон)	175,49	12,94
Отходы гипса в кусковой форме	32,95	2,43
Отходы древесных строительных лесоматериалов, в том числе от сноса и разборки строений	23,64	1,74
Стекланный бой незагрязненный (за исключением боя стекла электронно-лучевых трубок и люминесцентных ламп)	4,73	0,35
Отходы керамики в кусковой форме	1,61	0,12
Отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе (линолеум)	0,70	0,05
Отходы рубероида	1,56	0,12
Мусор строительный от разборки зданий	252,12	18,59
ИТОГО	1355,85	100

Отходы сноса зданий, как правило, имеют длительный срок разложения в естественной среде [8], их накопление на полигонах существенно увеличивает

жизненный цикл ОРО, соответственно, увеличивается период их негативного воздействия на окружающую среду.

Как следствие, увеличивается время, в течение которого земли, выделенные под полигоны, будут изъяты из хозяйственного оборота, увеличивается период проведения экологического контроля и мониторинга объектов размещения отходов и прилегающих территорий, а также период проведения природоохранных мероприятий.

Таким образом, ключевой проблемой в сфере обращения с отходами является низкий уровень их вовлечения в хозяйственный оборот. Направления и возможности повторного применения отходов определяются их отраслевой принадлежностью, уровнем опасности, развитием отходоперерабатывающей инфраструктуры и наличием потенциальных заказчиков вторсырья.

4. Полученные результаты

Применительно к строительной сфере возможности повторного использования строительных материалов существенно возрастают за счет разработки и внедрения системы поэтапного демонтажа и сноса с одновременным рециклингом материалов разрушения [9,10].

Известно, что при разрушающем сносе доля отходов, пригодных к вовлечению в хозяйственный оборот пригодно составляет примерно 30%. Применение технологичного поэтапного демонтажа и сноса позволяет использовать не менее 80% бывших в употреблении строительных материалов [11] (рисунок 3).



Рисунок 3. Схематичное изображение концепции снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду за счет сокращения поступления строительных отходов сноса зданий на объекты размещения отходов.

В Российской Федерации вопросы, связанные с утилизацией отходов сноса, сейчас приобретают особую актуальность в связи с окончанием срока эксплуатации и нецелесообразности реконструкции десятков тысяч жилых домов 1950-1960-х годов постройки. При сносе одного такого дома образуется порядка 3000 м³ строительных отходов. [12].

В настоящее время в г. Воронеже общая площадь многоквартирных домов (МКД) постройки 1950-х годов, подлежащих сносу составляет 53806,3 м² [13]. Предполагается, что до 2030 г. в Воронеже будет снесено около 351700 м². ветхих и аварийных зданий и сооружений [14].

Согласно усредненному коэффициенту образования строительных отходов при сносе здания (3,5 м³ на 1 м²) [11] расчетное количество отходов, образующихся при сносе зданий до 2030 г. составит 1230950 м³. При разрушающем сносе не утилизируемая часть составит порядка 861665 м³. Применение технологичного поэтапного демонтажа и сноса одновременным рециклингом материалов разрушения позволит повторно использовать 984760 м³, соответственно, на полигоны попадет в 4 раза меньше отходов.

Таким образом, возможности улучшения экологической ситуации за счет снижения антропогенной нагрузки от строительных отходов на окружающую среду обусловлены следующими аспектами:

- максимальным вовлечением отходов в хозяйственный оборот;
- внедрением малоотходных, ресурсосберегающих технологий, созданием инфраструктуры экологически безопасного обращения с отходами;
- внедрением на территории Воронежской области территориальной схемы и региональной программы обращения со строительными отходами сноса зданий и сооружений в рамках формирования новой системы обращения с отходами.

Проведенный анализ позволил разработать основные этапы формирования ресурсосберегающей системы обращения со строительными отходами:

- создание базы данных о подлежащих сносу зданиях и сооружениях, включающих следующие параметры – год постройки, этажность, площадь и объем, степень износа, перечень основных строительных материалов, целостность строительных конструкций и др.;

- формирование нормативной базы, обеспечивающей возможность и обязательность применения ресурсосберегающего подхода к обращению со строительными отходами;
- разработка алгоритма принятия решения по способу демонтажа (анализ базы данных - визуальная оценка строительных материалов – принятие решения о поэлементном демонтаже и (или) разрушающем сносе здания (сооружения) с учетом целевых, временных, экономических аспектов;
- разработка маркетинговой стратегии применения вторичных строительных материалов с учетом региональных и отраслевых потребностей;
- разработка логистических концепции и схем в системе обращения с отходами сноса зданий и сооружений;
- создание организационных и технических условий для эффективного функционирования экологически безопасной системы обращения со строительными отходами.

5. Выводы

Проведенный анализ существующей системы обращения с твердыми коммунальными и строительными отходами в Воронежской области показал, что размещение ТКО и строительных отходов на полигонах достаточно быстро приводит к исчерпанию проектных мощностей последних. А строительство новых объектов размещения отходов приведет к усилению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Перечень строительных отходов включает более 150 различных видов. В городском округе г. Воронежа до 2030 года прогнозируется снос ветхих и аварийных многоквартирных домов (МКД), в основном, постройки 1950-х годов, площадью 351700 м², что при разрушающем сносе приведет к образованию 861665 м³ не утилизируемых отходов.

Ключевым аспектом разработанной концепции снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду является сокращение поступления строительных отходов сноса зданий на ОРО посредством применения технологичного поэлементного

демонтажа и сноса зданий и сооружений с одновременным рециклингом материалов разрушения.

Разработанные основные этапы формирования системы обращения со строительными отходами позволяют реализовать комплексный ресурсосберегающий подход к снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Список литературы

1. Территориальная схема обращения с отходами на территории Воронежской области (в ред. приказа департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области от 17.06.2021 N 299), утв. Приказом департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области от 26.08.2016 N 356. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/453149000> (дата обращения: 30.10.2022).
2. Ашихмина, Т.В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области: диссертация ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Татьяна Валентиновна Ашихмина. – Москва, 2014. – 136 с.
3. Ашихмина, Т.В. Анализ негативных экологических последствий эксплуатации полигона твердых коммунальных отходов г. Воронежа на разных этапах его жизненного цикла / Т.В. Ашихмина, Н.В. Каверина, П.С. Куприенко // Региональные геосистемы. – 2020. – Том 44. – № 3. – С. 343-358.
4. Вайсман, Я.И. Управление метаногенезом на полигонах твердых бытовых отходов / Я.И. Вайсман, О.Я. Вайсман, С.В. Максимова. – Пермь: из-во Перм. Гос.техн.ун-та, 2003. – 228 с.
5. Росприроднадзор. Официальный сайт. Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления. – URL: <https://vrn.rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (Дата обращения 29.10.2022).
6. Олейник, П.П. Организация системы управления переработкой строительных отходов / П.П. Олейник, Л.С. Григорьева // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. – 2014. – № 2(33). – Ст. 25. – URL: <http://www.vestnik.vgasu.ru/> (Дата обращения 13.10.2022).

7. Федеральный классификационный каталог отходов. Отходы строительства и ремонта. – URL: <http://kod-fkko.ru/kod-80000000000-othody-stroitelstva-i-remonta/> (Дата обращения 13.10.2022).
8. Каунова, А.С. Современные методы утилизации строительных отходов / А.С. Каунова, М.А. Михайлова // Электронный научный журнал. – 2017. – № 1-2(16). – С. 218-221.
9. Олейник, П.П. Организация системы переработки строительных отходов: монография / П.П. Олейник, С.П. Олейник // Федеральное агентство по образованию, Московский государственный строительный университет, Институт строительства и архитектуры. – Москва: МГСУ, 2009. – 252 с.
10. Хмелевской, Н.А. Эффективность переработки строительных отходов методом рециклинга // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2020. – № 3.
11. Будатаров, С. Стройкам стоит разобраться / С. Будатаров, Н. Нецадимов, С. Завьялов // Интернет-портал Коммерсантъ "Регенерация". – Приложение №106 от 17.06.2022. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5413094> (дата обращения 25.10.2022).
12. Кондращенко, Е.В. О проблеме городов по использованию строительных отходов от сноса зданий и сооружений. – 2013. – № 107. – С. 150-155.
13. Реестры аварийного жилищного фонда городского округа город Воронеж. – URL: <https://voronezh-city.ru/administration/structure/detail/32876> (Дата обращения 3.10.2022).
14. Интернет-издание 36on.ru. – URL: <https://36on.ru/news/people/84377-opublikovan-spisok-domov-podlezhaschih-snosu-do-2030-goda> (дата обращения 27.10.2022).