



# О ТЕХНОЛОГИЯХ СОРТИРОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Рост населения Земли и развитие промышленности приводят к увеличению объемов строительства, реконструкции и ремонта жилых и нежилых зданий и сооружений, дорог, инфраструктурных объектов и, соответственно, к закономерному росту объемов строительных отходов. Как можно обращаться с такими отходами?

*А. А. Николаев, канд. техн. наук, доц.,  
Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»*

В России строительными отходами называют отходы, образующиеся в процессе строительства, ремонта, реконструкции и сноса объектов строительства [1]. Перечень строительных отходов приведен в Федеральном классификационном каталоге отходов [2].

Состав и морфология строительных отходов зависит от типа объекта, материалов, которые использовали при его строительстве, реконструкции и ремонте, а также от мировых тенденций в период строительства, природно-климатических особенностей региона строительства и др. В российских городах и мегаполисах преобладающими в составе строительных отходов являются железобетон и кирпич, а в сельской местности – деревянные, кирпичные или каменные материалы. Кроме того, в состав строительных отходов вхо-

дят металлы, керамика, фаянс, стекло, пластик, кровельные и теплоизоляционные материалы, асфальт, тротуарная плитка, бордюрный камень и грунт, образующийся при проведении земляных работ при строительстве зданий и сооружений, а также объектов транспортной инфраструктуры.

Объемы образующихся строительных отходов зависят от жизненного цикла объектов строительства, перспективных планов строительства, реконструкции и сноса, а также социально-экономической ситуации. Так, в XX в. в СССР проводилась индустриализация, что привело к массовому строительству нежилых и жилых зданий, сооружений и инфраструктурных объектов. Высокие темпы строительства малоэтажных жилых домов в 1950–1960-е гг. привели к вводу значительных объемов

---

## **В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ОЖИДАЕТСЯ РОСТ ОБЪЕМА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ.**

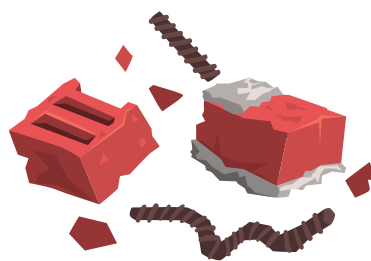
---

жилого фонда. Первоначально предполагалось, что часть таких домов через 25–30 лет выведут из эксплуатации, однако сроки сдвинулись, что привело к увеличению потенциальных объемов строительных отходов. В России рост объемов строительства наблюдался в 2000-х гг., в долгосрочной перспективе это приведет к определенному вкладу этих фондов в объем строительных отходов. Для оценки этих объемов в будущем необходимо учитывать состояние строительного комплекса, деловую активность строительных организаций и перспективы развития отрасли [3].

Реализуемая программа реновации, предусматривающая снос малоэтажного жилья в Москве и строительство нового, также приведет к росту объемов строительных отходов. По прогнозам, объем строительных отходов, образующихся от сноса пятиэтажек в Москве, увеличится на 1,5–15 млн т [4]. С учетом комплексного развития территорий объем строительных отходов по всей России в будущем может значительно возрасти [5].

Строительные отходы размещают на полигонах ТКО или перерабатывают. Размещение или захоронение строительных отходов на полигонах служит временным решением, не соответствует мировым стандартам и современным тенденциям. В мировой практике строительные отходы сортируют и перерабатывают с получением продуктов и материалов, которые используют в строительстве или других сферах (см. **таблицу ► стр. 37**).

Вовлечение строительных отходов в переработку позволяет сохра-



## 75 млн т/год

**отходов должно использоваться в промышленности строительных материалов к 2026–2030 гг.**

нить ресурсную базу природного минерального сырья, повысить емкость полигонов за счет предотвращения попадания на них строительных отходов, тем самым продлить срок их эксплуатации и предотвратить перевод новых земель под полигоны ТКО, улучшить экологическую обстановку. В стратегию развития промышленности строительных материалов России на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу до 2030 г. заложено использование отходов при производстве строительных материалов, которое к 2026–2030 гг. должно составить порядка 75 млн т/год [6]. Поэтому вы-

бор рациональных технологий сортировки и переработки строительных отходов является комплексной актуальной задачей.

Технологические решения в данном направлении должны учитывать качественный и количественный анализ состава объектов строительства, способы демонтажных работ, используемое доступное оборудование, современные реалии и специфику системы сбора и использования строительных отходов в конкретном регионе, природно-климатические и экологические условия, требования законодательства [1, 7].

Одними из первых этапов технологической схемы переработки строительных отходов являются их сбор и хранение. Например, уже привычными стали отдельный сбор и хранение строительных отходов на месте строительства, сноса, ремонта и реконструкции. Сегментация строительных отходов позволяет направлять их на соответствующие перерабатывающие предприятия (бетонные и кирпичные отходы – на железобетонные

## НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

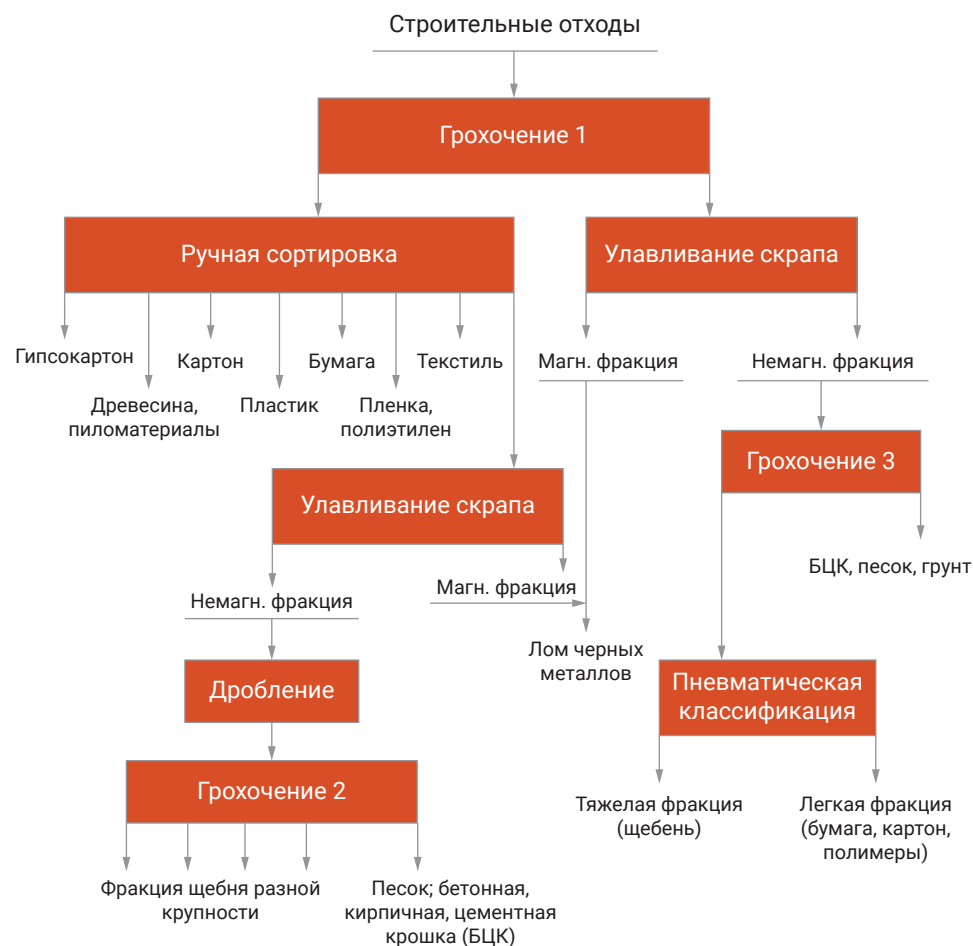
Вид отходов	Применение	Вид отходов	Применение
Бетон, железобетон	Щебень, заполнитель бетона, декоративный камень, благоустройство территорий, производство черных металлов	Асфальт и асфальтобетон	Производство асфальта, регенерация дорожного покрытия и тротуаров, декоративный камень, благоустройство территорий
Кирпич	Щебень, заполнитель бетона, отсыпка дорог, декоративный камень, благоустройство территорий, теплоизоляция	Лом черных металлов	Производство стали
Древесина	Производство ДВП и ДСП, энергетика	Кабельные отходы	Производство цветных металлов (медь, алюминий)
Гипсокартон	Производство гипсокартона	Стекло	Производство стекла, теплоизоляционных материалов, заполнителей бетона
Бумага	Производство бумаги, эковаты	Грунт	Производство песчано-гравийной смеси, песка и щебня, дорожно-ремонтные работы, материал для засыпки полигонов или изолирующего слоя
Картон	Производство картона	Пластик	Производство пластика
Гипсолит, асбест	Производство гипсолита, асбеста	Полиэтилен	Производство упаковочных материалов, наполнителей, гранул
Мягкая кровля, гидроизоляция	Производство битума	Утеплитель	Производство заполнителей

станции, лом черных и цветных металлов – на предприятия вторсырья и металлургические предприятия, бумажные отходы и картон – на целлюлозно-бумажные и перерабатывающие предприятия, полимерные отходы – на производство пластика).

Так уже давно работают многие предприятия мира: поступающие на них отходы бетона, железобетона, кирпича и асфальта разделяют дробят, после чего происходит магнитное выделение в отдельные продукты лома черных металлов. Вторичные нерудные строительные материалы направляют на грохочение с получением фракций щебня разной крупности, песка и отсева, которые используют в качестве заполнителей бетонов, при устройстве дорожных покрытий, в качестве теплоизоляционных материалов зданий и др. Выделенные после грохочения фракции отходов асфальта используют как при производстве нового асфальта, так и в качестве заполнителя бетона или для отсыпки дорог. Технические решения позволяют вести переработку определенных видов строительных отходов с использованием мобильных установок производительностью до 100 т/ч.

Однако отдельный сбор, хранение и переработка строительных отходов не всегда возможна, что приводит к образованию больших объемов смешанных строительных отходов, содержащих несколько видов строительных и отделочных материалов. Такое вторичное сырье требует сложных схем сортировки, которые реализуют на современных стационарных сортировочных предприятиях с производительностью 100–400 т/ч.

Отсутствие современных предприятий, перерабатывающих строительные отходы, или их недостаточная производственная мощность могут привести к катастрофическому накоплению отходов, образованию несанкционированных свалок и экологическим проблемам. Так, в Индии, несмотря на рост числа предприятий по сортировке и переработке строительных и смешанных отходов в таких мегаполисах, как Дели, Мумбаи, Бангалор и др., производствен-



### Принципиальная схема сортировки и переработки смешанных строительных отходов

ные мощности не покрывают потребностей в переработке отходов, что приводит к образованию свалок, транспортным и экологическим проблемам [8].

Предварительным этапом перед сортировкой и переработкой строительных отходов является выделение опасных отходов (лампы и осветительные приборы, стеклопакеты, стеклосодержащие отходы и др.), их безопасный демонтаж, размещение, хранение и транспортировка на специализированные предприятия. Такие же операции необходимо проделать с отходами кабеля и ломом цветных и драгоценных металлов. Впоследствии проводят разрушение негабарита (железобетонных и бетонных плит, блоков, панелей, крупногабаритного боя и др.) и выборку недробимых материалов. Для этого используют экскаваторную технику, гидравлические молоты и ножницы, ротационную фрезу, роботизированную технику и дробил-

ки. Принципиальная технологическая схема сортировки и переработки смешанных строительных отходов приведена на **рисунке ▶ стр. 38**.

Сначала строительные отходы направляют на грохочение 1, после которого получают надрешетный и подрешетный продукты. Надрешетный (плюсовой) продукт, содержащий крупные фракции отходов, транспортируют конвейером на ручную сортировку, где из них выбирают гипсокартон, картон и бумагу, отходы древесины, пластик и полиэтилен, текстиль и утеплитель и др. Из оставшегося потока строительных отходов, содержащего бой бетона и железобетона, кирпича, лом черных металлов, выделяют магнитный скрап, в который переходит лом черных металлов. Немагнитную фракцию направляют на дробление, позволяющее не только уменьшить куски до требуемой величины, но и дезинтегрировать железобетонные куски. После дробления при помощи

магнитных скрапоуловителей выделяют высвободившийся лом черных металлов (арматура, стальная проволока и др.). После грохочения 2 получают готовый щебень разных фракций крупности и отсева.

Мелкие фракции грохочения 1 (подрешетный продукт) после выделения из них лома черных металлов и удаления тонких классов (грохочение 3) направляют на пневматическую классификацию. Тяжелая фракция пневмокласификации – щебень, а легкая содержит частицы картона, бумаги, пластика, полиэтилена и других материалов малой плотности. Полученный щебень является самостоятельным продуктом, а остальные продукты сортировки направляют на соответствующие перерабатывающие предприятия.

Если строительные отходы сильно загрязнены глиной, грунтом или бумажными и полимерными отходами, характеризующимися высокой адгезией, то проводят мокрое грохочение и промывку или осуществляют сепарацию в водной среде. В этом случае технологическая схема усложняется, так как кроме вышеуказанных операций используют и вспомогательные (сгущение, фильтрование продуктов сепарации), а также производят очистку стоков. Если в строительных отходах есть несколько видов мелких фракций пластика и стекла, в том числе цветного, то рассматривают возможность установки автоматических систем оптической сортировки.

Высокотехнологичным предприятием Европы, перерабатывающим строительные отходы с использованием воды, является фабрика Velde Pukk (Норвегия, г. Ставангер), производительность которой составляет порядка 300 т/ч [9]. На предприятии имеются две линии производительностью 150 т/ч. После первичного грохочения выделяют фракцию -90+0 мм и негабарит (+90 мм). Подрешетный продукт, содержащий глину и грунт, направляют на дезинтеграцию и промывку, после чего проводят грохочение по нескольким классам крупности с получением готовых продуктов, которые направляют на разные цели, например пески крупностью -2+0 мм

используют при производстве асфальта, а крупностью -4+2 мм – при производстве бетона. Сточные воды направляют на обезвоживание в сгустителе с добавлением реагентов-флокулянтов, а пески сгущения – на обезвоживание в пресс-фильтре. После обезвоживания получают продукт с содержанием влаги менее 20 % и воду, которую используют в технологическом процессе, что позволяет обеспечить предприятию водооборот ~90 % [10].

Другим примером является перерабатывающее предприятие компании Brewster Brothers Ltd (Соединенное Королевство, г. Ливингстон) производительностью 400 тыс. т/год. Примечательно, что предприятие не облагается налогом на полигонное

размещение отходов, а производство освобождено от налога на коммерческую разработку нерудных строительных материалов, что является мерой поддержки производителя [11].

Таким образом, при переработке строительных отходов реализуются два подхода: сортировка строительных отходов на месте их образования и отдельная переработка по сравнительно простым технологическим схемам, реализуемым на стационарных предприятиях или мобильных установках. В случае невозможности сортировки отходов на месте их образования смешанные отходы перерабатываются по сложным технологическим схемам на стационарных предприятиях высокой производительности. ♻️



## Литература

1. ГОСТ Р 57678-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов».
2. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».
3. Строительство в России. 2018 : Стат. сб. – Москва : Росстат, 2018. – 119 с.
4. Власти Москвы озвучили объем строительных отходов от программы реновации. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/59a81c829a794701be84c51c> (дата обращения: 31.08.2017).
5. Федеральный закон от 30.12.2020 № 494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий».
6. Распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 № 868-р «О стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года».
7. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
8. India Drowns in Construction, Demolition Debris. – URL: <https://www.downtoearth.org.in/news/waste/india-drowns-in-construction-demolition-debris-65110> (дата обращения: 29.06.2020).
9. Velde Pukk, Stavanger, Norway. – URL: <https://www.cdeglobal.com/case-studies/velde-pukk-stavanger-norway> (дата обращения: 07.07.2021).
10. Europe: Aggregate Recycling Booms. – URL: <https://www.aggregateresearch.com/news/europe-aggregate-recycling-booms> (дата обращения: 29.06.2020).
11. UK's Largest C&D Waste Recycling Plant Opens its Doors. – URL: <https://www.cdeglobal.com/news/2018/august/uks-largest-cd-waste-recycling-plant-opens-its-doors> (дата обращения 29.06.2020).