

Д. А. Плотников, канд. техн. наук, Т. С. Башевая, канд. техн. наук  
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский Московский  
государственный строительный университет», г. Макеевка

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ДЕМОНТАЖА ЗДАНИЙ ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Статья посвящена актуальной проблеме вовлечения отходов сноса и демонтажа зданий во вторичный строительный оборот. Показано, что ресурсное значение имеет не весь поток строительного лома, а только выделенные минеральные фракции, прошедшие сортировку, дробление, фракционирование и контроль качества. Предложена технологическая схема переработки, которая начинается с обследования объекта и селективного демонтажа, включает удаление посторонних включений и завершается обязательным контролем полученного материала. Обоснована необходимость каскадного применения вторичных материалов: от подсыпок, планировки и дорожных оснований к бетонам, растворам и изделиям, но только при условии подтверждения состава и свойств каждой партии. Авторы приходят к выводу, что экологический эффект достигается не самим фактом переработки, а переводом смешанного потока в нормируемый строительный материал с установленной областью применения.*

**Ключевые слова:** отходы сноса и демонтажа, вторичные строительные материалы, переработка строительных отходов, ресурсосбережение, каскадное использование, вторичный наполнитель, селективный демонтаж

**Для цитирования:** Плотников, Д. А. Ресурсосберегающий потенциал вторичных материалов из отходов демонтажа зданий при восстановительном строительстве / Д. А. Плотников, Т. С. Башевая // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute. – 2026. – № 1(56). – С. 38–53. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21153641>.

### Введение

Проблема образования и использования отходов строительства и сноса остается одной из наиболее острых экологических и ресурсных задач. С 2025 года реализуется национальный проект «Экологическое благополучие», направленный на вовлечение отходов, в том числе строительных, в хозяйственный оборот в рамках федеральных проектов «Экономика замкнутого цикла» и «Генеральная уборка», а также отвечающий требованиям Распоряжения Правительства РФ № 2330-р, утвердившего перечень видов продукции, при производстве которых в 2025–2030 годах обязательно использование вторичного сырья [1].

По данным государственной отчетности, в Российской Федерации в 2024 году было образовано около 8,5 млрд тонн отходов, в 2023-м – 9,3 млрд тонн [2]. Среди них заметное место занимают отходы строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса и демонтажа зданий и сооружений. Их главная особенность – преобладание минеральных компонентов: бетонного и железобетонного лома, кирпичного боя, фрагментов асфальтобетона, керамики и растворных материалов.

Зарубежный опыт подтверждает масштаб проблемы. В странах Евросоюза строительные отходы составляют более трети всего объема образующихся отходов. По данным Eurostat за 2022 год, доля строительства в общем объеме отходов достигла 38,4 % [3]. Строительная отрасль при этом остается крупным потребителем природных ресурсов: по данным UNEP, на неё приходится около 32 % мирового потребления энергии и 34 % глобальных выбросов CO<sub>2</sub> [4]. В таких условиях переработка и повторное использование минеральных отходов

сноса приобретает двойное значение: снижается нагрузка на полигоны и экономится первичное сырьё.

Важно понимать: отходы сноса и демонтажа сами по себе не являются готовым строительным материалом. Их вовлечение в оборот требует сортировки, очистки от посторонних включений, дробления, фракционирования и обязательного контроля качества. Нормативная база создает для этого необходимые предпосылки: ГОСТ Р 57678-2017 регулирует порядок обращения со строительными отходами, включая их сбор и учёт [5], а ГОСТ 32495-2013 устанавливает требования к щебню, песку и песчано-щебеночным смесям из дробленого бетона и железобетона [6].

Особенно остро проблема встаёт на территориях восстановительного строительства. Здесь одновременно образуются значительные объёмы отходов от разборки повреждённых и ветхих объектов и сохраняется высокая потребность в материалах для нового строительства, устройства оснований, дорог, площадок и элементов благоустройства. В таких условиях отходы сноса могут стать реальным источником вторичных ресурсов.

### ***Цель исследования***

Определить совокупность технологических и организационных условий, обеспечивающих получение из отходов сноса зданий вторичных минеральных материалов с подтверждёнными свойствами, и обосновать подходы к их каскадному применению в строительстве.

### ***Анализ последних исследований***

В литературе отходы строительства и сноса уже давно рассматриваются как один из крупнейших материальных потоков, который целесообразно вовлекать в переработку и повторное использование. По оценкам Joint Research Centre (JRC) бетон составляет основную минеральную фракцию в отходах демонтажа и реконструкции: 56,2 % в 2020 году с прогнозируемым ростом до 57,6 % к 2050 году [7]. Другой отчёт того же центра показывает, что в 2021 году в ЕС-27 было образовано 840 млн тонн строительных отходов – это 36 % от общего объёма всех отходов [8]. За этими цифрами стоит важный парадокс строительной отрасли: сектор одновременно генерирует огромные потоки отходов и остается одним из главных потребителей природных заполнителей.

Российские исследования в целом подтверждают эту картину, хотя конкретные оценки различаются. А. В. Гранева с соавторами отмечает, что около 80 % строительных отходов приходится на тяжелый и легкий железобетон, пригодный для получения вторичного щебня [9]. В работе В. О. Чулкова и Б. Э. Назирова приводится оценка, согласно которой ежегодно в стране образуется порядка 6 млн тонн отходов бетона и железобетона, а потенциальный прирост бетонного лома может достигать 15–17 млн тонн в год [10]. Разброс цифр объясняется разными методиками и охватом данных, однако общий вывод остается устойчивым: именно бетонный и железобетонный лом представляет собой наиболее объёмную и перспективную фракцию среди строительных отходов.

Вместе с тем состав отходов сноса крайне неоднороден. В одном потоке часто оказываются смешанными бетон, железобетон, кирпич, асфальтобетон, раствор, грунт, металл, древесина, стекло, гипсокартон, утеплители и полимерные материалы. Иными словами, пока поток не разделен, это не ресурс, а просто смесь с непредсказуемыми свойствами. Поэтому по-настоящему ценна только та часть, которую удалось нормально отсортировать. Именно по этой причине зарубежные авторы особо подчеркивают важность селективного демонтажа и тщательной предварительной сортировки – только при соблюдении этих условий можно получить вторичный заполнитель стабильного качества. Эту же логику закрепляют российские стандарты: ГОСТ Р 57678-2017 и ГОСТ 32495-2013 устанавливают требования к сбору, учёту, переработке и техническим характеристикам вторичных заполнителей, что подробно

раскрыто в основном материале статьи. Ресурсная характеристика основных фракций отходов сноса и демонтажа представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Ресурсная характеристика основных фракций отходов сноса и демонтажа

Фракция строительных отходов	Потенциальный вторичный продукт	Ограничения к использованию	Рациональное применение
Бетонный и железобетонный лом	Щебень, песок, песчано-щебеночные смеси	Арматура, старый цементный камень, грунт, растворные включения	Основания, подсыпки, дорожные слои, отдельные виды смесей после испытаний
Кирпичный бой	Дроблёная минеральная фракция	Водопоглощение, неоднородность, растворные включения	Подсыпки, дренажные слои, благоустройство
Асфальтобетонный лом	Регенерированный асфальтобетонный материал	Наличие битумного вяжущего, отдельная технология переработки	Дорожное строительство
Металл	Вторичный металл	Не является минеральным наполнителем	Выделение из потока и передача на переработку
Гипс, древесина, пластики, утеплители	Нежелательные примеси в минеральном потоке	Загрязнение, изменение свойств вторичного материала	Удаление из потока, отдельное обращение
Смешанные отходы	Материал после сортировки	Нестабильный состав, высокая доля примесей	Ограниченное применение после разделения и контроля

Аналогичный принцип – «отход не становится сырьём автоматически» – встречается и в других работах, касающихся техногенных материалов. В работе [11] отходы самоспасателей с истекшим сроком годности рассматривались как возможный щелочной компонент бетонных смесей, но только после детального анализа их химического состава, щелочности и показателя pH. Для научного исследования важен сам подход: ресурсный потенциал отхода необходимо доказывать через определение его состава, свойств и допустимых областей применения.

Подводим итог, анализ российских и зарубежных источников показывает, что наибольшую ценность для производства вторичных строительных материалов представляют однородные минеральные фракции, прежде всего бетонный и железобетонный лом. Однако никакие цифры не сработают, если не налажен управляемый переход от смешанного потока к качественному вторичному материалу.

### ***Изложение основного материала***

Технологическая схема переработки отходов сноса должна начинаться не с дробления, а гораздо раньше – с оценки исходного потока. Это принципиально важно. При сносе здания практически никогда не получается однородный минеральный материал. На выходе мы имеем сложную смесь: фрагменты бетона, железобетона, кирпича, раствора, металла, древесины, гипса, полимеров, утеплителей, стекла и грунта. Если сразу направить такой разнородный поток на измельчение, то вместо качественного вторичного материала получится дроблёная

масса с нестабильным составом. Область её применения резко сузится, а часть ожидаемого экологического эффекта будет потеряна.

Поэтому в современных подходах к обращению со строительными отходами главное внимание уделяется подготовительным стадиям. В обновленном протоколе ЕС 2024 года по управлению отходами строительства и сноса отдельно выделены преддемонтажный аудит, выявление опасных материалов, оценка потенциала повторного использования, селективный демонтаж, раздельное извлечение отходов и прозрачная логистика потоков [12]. Качество будущего вторичного материала закладывается еще до того, как отходы попадают на дробильно-сортировочную линию: чем лучше разделены фракции на этапе демонтажа, тем выше шансы получить пригодный заполнитель. Если же всё смешать в одну кучу, последующая переработка становится заметно сложнее и дороже.

Российская нормативная база следует той же логике. ГОСТ Р 70052-2022, вступивший в силу 1 ноября 2022 года, устанавливает правила сортировки строительных отходов непосредственно на объекте сноса или на специализированных площадках [13]. Сортировка здесь – не факультативная операция «если получится», а обязательный элемент технологического процесса. ГОСТ Р 57678-2017 и ГОСТ 32495-2013 дополняют эту систему требованиями к сбору, учёту, переработке и техническим характеристикам вторичных заполнителей.

На стадии собственно переработки стандартными операциями остаются дробление, грохочение, фракционирование и удаление посторонних включений. Однако, как подчеркивают зарубежные авторы, вторичный заполнитель должен быть достаточно высокого качества и преимущественно состоять из бетонных фракций, иначе он может ухудшить свойства нового бетона.

Завершающий этап – подтверждение пригодности полученного материала для конкретного применения. ГОСТ 32495-2013 распространяется на щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона; эти материалы могут использоваться в бетонах и растворах, основаниях дорог, аэродромных покрытиях, обочинах, при рекультивации и благоустройстве территорий. Иными словами, продукт переработки нужно оценивать именно как строительный материал с чётко определенной областью применения. Без надлежащего контроля дроблёная масса так и останется просто переработанным мусором, а не полноценным вторичным ресурсом.

Предлагаемая технологическая схема опирается на согласованную позицию трёх уровней: международной практики, российских нормативов по сортировке и обращению с отходами, а также технических требований к продуктам дробления бетона. Она представлена в виде многоуровневой технологической матрицы (таблица 2), где для каждой стадии показаны операции и контролируемые входные и выходные параметры.

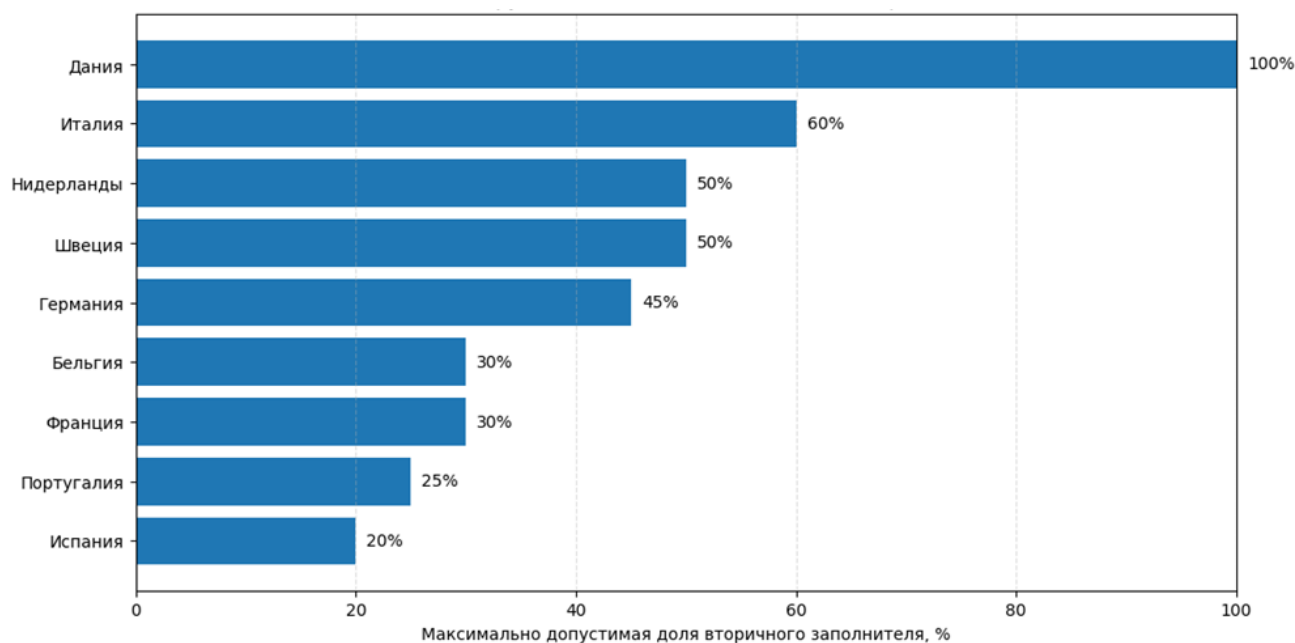
После переработки отходов сноса главный вопрос заключается уже не в самом факте получения дробленого материала, а в том, где и как его можно безопасно применить. Для строительной практики критически важно, чтобы свойства вторичного щебня, песка или песчано-щебеночной смеси соответствовали уровню ответственности конструкций и видов работ. Поэтому использование таких материалов разумно рассматривать как ступенчатую систему – от самых непритязательных задач до более ответственных.

ГОСТ 32495-2013 допускает применение щебня, песка и песчано-щебеночных смесей из дробленого бетона и железобетона в бетонах и растворах, основаниях автомобильных дорог, аэродромных основаниях, обочинах, готовых смесях, а также при рекультивации, благоустройстве и планировке территорий. Однако эти области далеко не равнозначны по требованиям. Для подсыпок, планировочных слоев, временных дорог и элементов благоустройства обычно достаточно базового подтверждения пригодности материала. Для дорожных оснований и площадок уже важны зерновой состав, плотность, прочность и водопоглощение. А при использовании в бетонах и растворах контроль должен быть максимально строгим, поскольку вторичный заполнитель напрямую влияет на прочность и долговечность конструкции.

Таблица 2 – Матрица технологического маршрута переработки отходов сноса и демонтажа

Функциональный блок	Стадия обращения с отходом	Содержание операции	Контролируемый результат	Технологическое решение	Экологический смысл
Подготовка потока	Обследование объекта	Определение состава конструкций, загрязнений, потенциально опасных включений	Перечень пригодных и непригодных фракций	Выбор селективного или общего демонтажа	Исключение загрязненных материалов из вторичного цикла
Формирование сырья	Селективный демонтаж	Раздельное извлечение бетона, кирпича, металла, гипса, древесины, полимеров	Степень разделения потоков	Назначение мест временного накопления	Увеличение доли перерабатываемой минеральной фракции
Подготовка сырья	Сортировка	Отделение минеральной части от нежелательных включений	Доля примесей	Допуск к дроблению или повторная сортировка	Снижение объёма отходов, направляемых на размещение
Переработка	Дробление и грохочение	Измельчение и разделение по крупности	Зерновой состав	Получение щебня, песка, песчано-щебенистой смеси	Замещение части природных нерудных материалов
Очистка материала	Магнитная сепарация и удаление примесей	Удаление металла, древесины, гипса, грунта	Остаточные включения	Повторная очистка или ограничение применения	Снижение риска ухудшения свойств материала
Подтверждение качества	Лабораторный контроль	Оценка физико-механических и экологических показателей	Соответствие нормативным требованиям	Паспортизация партии или выбраковка	Предотвращение применения неподтвержденного материала
Использование	Назначение области применения	Сопоставление свойств материала с требованиями объекта	Уровень ответственности применения	Основания, подсыпки, благоустройство, дорожные слои, смеси	Реализация ресурсосберегающего эффекта

Зарубежный опыт подтверждает эту осторожность. По данным JRC, максимально допустимая доля вторичного заполнителя в конструкционном бетоне существенно отличается по странам (рисунок 1): от 20 % в Испании до 100 % крупного заполнителя в отдельных случаях в Дании. В Бельгии и Франции в ряде случаев допускается до 30 %, в Германии – до 45 %, в Нидерландах и Швеции – до 50 %, в Италии – до 60 % для неотчетственных конструкций [8]. Эти цифры не означают, что природный щебень можно свободно заменять вторичным. Наоборот, они показывают, насколько применение recycled aggregates (использование переработанных заполнителей) зависит от качества самого заполнителя, класса бетона, условий эксплуатации и национальных норм. В большинстве стандартов для умеренно ответственных бетонных смесей JRC отмечает ограничение на уровне не более 30 % крупного вторичного заполнителя.



Примечание: показаны максимальные значения из JRC Table 9 для отдельных стран ЕС. Условия различаются по типу вторичного заполнителя, классу бетона и среде эксплуатации. Для Дании 100% относится к крупному заполнителю в условиях низкой/умеренной агрессивности.

Рисунок 1 – Максимально допустимая доля вторичного заполнителя в конструкционном бетоне по отдельным странам, %

Подходы в разных странах различаются. В Китае, где образуется более 1,1 млрд тонн строительных отходов в год, допускается использование до 100 % переработанного крупного заполнителя для отдельных категорий материалов по стандарту GB/T 25177-2010 [14]. В США акцент делается на дорожное строительство: FHWA фиксирует уже более 100 бетонных дорожных объектов с полным или частичным замещением заполнителей [15]. В Австралии для чистого дробленого бетона возможна замена до 30 %, а 100 % замещение обычно относится уже к reclaimed aggregate из возвращенного бетонного раствора [16].

В Российской Федерации, на наш взгляд, правильнее говорить не о фиксированном проценте замещения, а о нормировании свойств полученного продукта и четком определении области его применения в соответствии с [6]. По сути, основное направление использования отходов сноса в новом строительстве должно быть каскадным. Наиболее массово и без значительных рисков вторичные материалы можно применять в подсыпках, планировке территорий, благоустройстве, временных дорогах, основаниях площадок и нижних слоях дорожных одежд. Применение в бетонах, растворах и ответственных конструкциях возможно только после тщательной проверки состава и физико-механических характеристик каждой партии. Предложенный подход позволяет реально использовать ресурсный потенциал отходов, не выходя их возможности и сохраняя контроль над качеством и безопасностью.

Ресурсосберегающий эффект от использования отходов сноса нельзя оценивать просто по общей массе образовавшегося строительного лома – такой подход заметно завышает результат. В реальности ресурсом становится лишь та часть отходов, которая после тщательной сортировки, переработки и контроля качества способна заменить природный щебень, песок или песчано-щебеночную смесь в конкретных видах работ.

Этот подход хорошо согласуется с выводами Joint Research Centre. Высокий процент восстановления отходов строительства и сноса сам по себе еще не гарантирует их высокоценного использования. В ЕС строительные отходы составляют более трети всего объема, однако значительная доля переработанных минеральных фракций традиционно идет на низкоуровневое применение – например, в обратную засыпку или дорожные основания [7, 17]. Поэтому ключевым становится не общий показатель переработки, а расчетная масса материала, которая реально замещает природное минеральное сырьё [18].

1. Для предварительной оценки использовалась материально-балансовая модель:

$$M_e = M_o \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_n \cdot K_k, \quad (1)$$

где  $M_e$  – расчетная масса вторичного минерального материала, пригодного для строительного применения, т;

$M_o$  – масса исходного потока отходов сноса и демонтажа, т;

$K_m$  – доля пригодной минеральной фракции в исходном потоке;

$K_c$  – коэффициент извлечения минеральной фракции после сортировки;

$K_n$  – коэффициент выхода после переработки, включая дробление, грохочение и сепарацию;

$K_k$  – коэффициент допуска по качеству, то есть доля материала, которая после контроля может быть использована в строительстве.

В отличие от упрощенных расчетов, такой метод позволяет чётко увидеть потери на каждом этапе. Часть массы отсеивается уже по исходному составу, часть теряется при сортировке, часть – при дроблении и фракционировании, а еще часть может быть забракована после контроля качества. Именно поэтому из одной тонны отходов сноса далеко не всегда получается тонна качественного вторичного материала.

2. Доля замещения природного минерального материала определена по формуле:

$$D = M_e / M_n \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $D$  – расчетная доля замещения природного материала, %;

$M_n$  – потребность объекта или вида работ в природном минеральном материале, т.

3. Дополнительно учитывалось фактическое замещение природного сырья отходами демонтажа:

$$M_{np} = M_e \cdot K_z, \quad (3)$$

где  $M_{np}$  – масса природного материала, фактически замещенная вторичным, т;

$K_z$  – коэффициент фактического замещения. Он равен 1 при прямой замене по массе, но может быть существенно ниже, если из-за особенностей вторичного материала приходится корректировать состав смеси, увеличивать толщину слоя или добавлять природный заполнитель.

Отдельно оценивалась транспортная составляющая эффекта. Если расстояние доставки вторичного материала  $L_e$  меньше расстояния доставки природного  $L_n$ , сокращение транспортной работы рассчитывается по формуле:

$$\Delta T = M_e \cdot (L_n - L_e), \quad (4)$$

где  $\Delta T$  – расчетная разница транспортной работы, т·км.

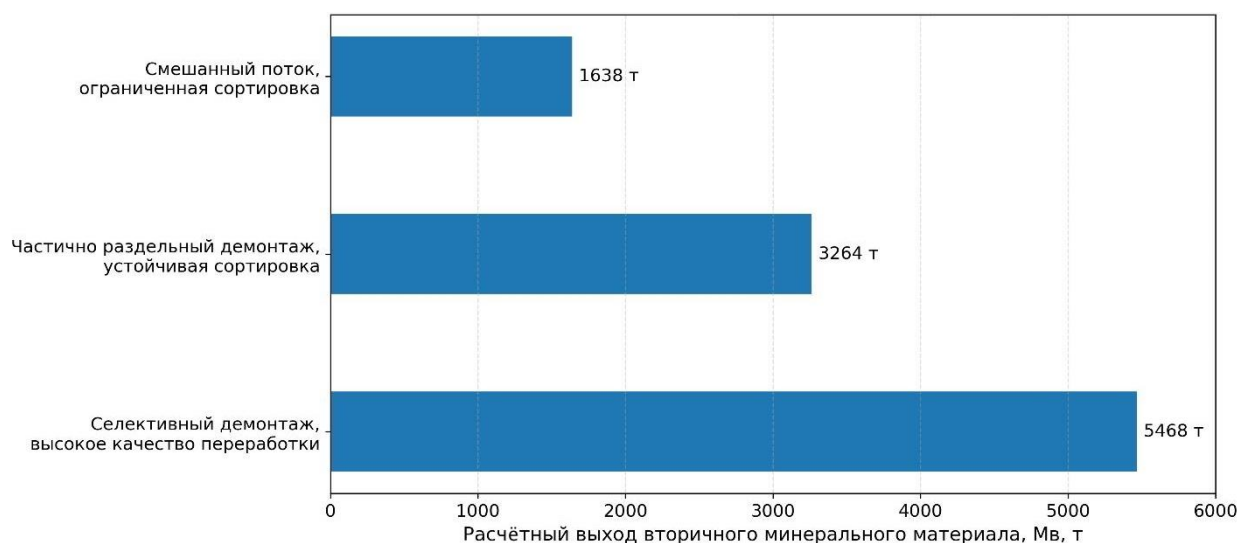
Если расстояние доставки вторичного материала сопоставимо с доставкой природного, экологический выигрыш будет определяться главным образом снижением добычи природного сырья и уменьшением массы отходов, направляемых на размещение.

Для примера: если условная потребность в природном минеральном материале для оснований, подсыпок и планировочных слоев составляет 8 000 тонн, то доля замещения составит:

- при смешанном потоке с ограниченной сортировкой – 20,5 %;
- при частично раздельном демонтаже – 40,8 %;
- при селективном демонтаже и качественной переработке – 68,3 %.

*Даже при одинаковом объеме отходов ресурсный результат может отличаться в разы.*

Расчётный выход вторичного минерального материала из 10 000 т отходов сноса при разных сценариях переработки представлен на рисунке 2.



Примечание: расчёт автора при  $M_0 = 10\,000$  т.

1) Смешанный поток, ограниченная сортировка:  $K_m=0,45$ ;  $K_c=0,70$ ;  $K_p=0,80$ ;  $K_k=0,65$ .

2) Частично раздельный демонтаж, устойчивая сортировка:  $K_m=0,60$ ;  $K_c=0,80$ ;  $K_p=0,85$ ;  $K_k=0,80$ .

3) Селективный демонтаж, высокое качество переработки:  $K_m=0,75$ ;  $K_c=0,90$ ;  $K_p=0,90$ ;  $K_k=0,90$ .

Рисунок 2 – Расчётный выход вторичного минерального материала из 10 000 т отходов сноса при разных сценариях переработки

Предложенная оценка носит прогнозный характер. Она не заменяет лабораторные испытания и проектные расчёты, но позволяет на раннем этапе понять реальный ресурсный потенциал объекта сноса или целой территории восстановительного строительства. Её практическая ценность в том, что она связывает качество организации работы с отходами и конечный объём материала, который действительно может заменить природное сырьё.

Одно из главных ограничений состоит в том, что вторичный щебень заметно отличается от природного. В таблице 3 приведено сравнение отдельных характеристик вторичного и гранитного щебня. Важно понимать, что приведенные цифры отражают свойства конкретных материалов, исследованных в работе [8], и не могут автоматически переноситься на все виды вторичного заполнителя – все сильно зависит от исходного бетонного лома, технологии дробления, очистки и фракционирования.

Данные таблицы показывают, что вторичный щебень незначительно уступает природному практически по всем параметрам. Например, содержание пылевидных и глинистых частиц у него даже ниже, чем у гранитного. Однако есть и очевидные слабые места: повышенное водопоглощение, меньшая насыпная плотность и более низкая марка по дробимости.

Поэтому механически приравнивать вторичный материал к природному без проверки реальных характеристик партии нельзя.

Таблица 3 – Сравнение отдельных характеристик вторичного и гранитного щебня и их значение для применения

Характеристика материала	Вторичный щебень	Гранитный щебень	Практическое значение к применению
Доля пылевидных и глинистых включений, %	0,11	0,65	Вторичный щебень незначительно уступает гранитному – ограничения его применения связаны не только с загрязненностью мелкими частицами
Водопоглощение, %	6,22	0,57	Более высокое водопоглощение вторичного щебня требует учёта при подборе состава бетонных смесей, прежде всего по водоцементному отношению и водопотребности
Средняя насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1 219	1 344	Меньшая насыпная плотность влияет на объёмный расход заполнителя, плотность смеси и расчёт материальных потоков
Прочность по дробимости, марка	600	1 400	Более низкая прочность ограничивает прямое применение вторичного щебня в ответственных конструкциях без дополнительного обоснования
Происхождение материала	Продукт переработки бетонного и железобетонного лома	Природный нерудный материал	Вторичный щебень требует более тщательного контроля состава, загрязненности и стабильности партии
Стабильность свойств	Зависит от состава исходного лома, сортировки и режима переработки	Более стабильна в пределах месторождения	Необходимы сортировка, фракционирование и контроль качества перед назначением области применения

Российские исследования последних лет в целом подтверждают возможность использования бетонного и кирпичного лома в качестве заполнителей, но при этом постоянно подчеркивают, что конечный результат сильно зависит от качества исходного сырья, выбранной технологии дробления и грамотного подбора состава смеси [19–21]. Для более ответственных применений, например, в самоуплотняющихся бетонах, требуется уже специальный подход к зерновому составу, введению микрозаполнителей и корректировке рецептуры.

Каскадное назначение области применения вторичных материалов с учётом контролируемых показателей качества приведено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Каскадное назначение области применения вторичных материалов с учётом контролируемых показателей качества

Как видно на рисунке 3, на самых простых этапах – планировка территории, подсыпки, рекультивация – достаточно обеспечить фракционный состав, отсутствие крупных посторонних включений и радиационную безопасность. Для оснований площадок, временных дорог и подстилающих слоев уже важны зерновой состав, содержание пылевидных и глинистых частиц, насыпная плотность и уплотняемость. При устройстве дорожных оснований и аэродромных покрытий добавляются требования к прочности по дробимости, морозостойкости и водопоглощению. А для бетонов, растворов и сборных изделий нужен самый строгий контроль: водопоглощение, плотность, прочность заполнителя, загрязненность и обязательный подбор состава смеси. Иными словами, экологическая безопасность и строительная надежность достигаются не за счёт отказа от вторичных материалов, а за счёт жёсткого нормирования продукта переработки. Отход сноса может считаться полноценным строительным ресурсом только после того, как он превращается в контролируемую партию материала с известным составом, подтверждёнными характеристиками и обоснованной областью применения.

### **Выводы**

Проведенный анализ нормативных документов и научный поиск позволяет сформулировать несколько ключевых выводов. Они не претендуют на исчерпывающий характер, но, на наш взгляд, достаточно чётко очерчивают границы, в которых отходы сноса действительно могут рассматриваться как строительный ресурс.

1. Ресурсную ценность представляют не все отходы демонтажа, а выделенные минеральные фракции, такие как бетонный и железобетонный лом, кирпичный бой, отходы асфальтобетона и продукты их переработки. Иные компоненты отхода не представляют ценность для вторичного использования, или их использование – высокочатратно.

2. Установлено, что основным направлением вовлечения таких отходов в новое строительство является производство вторичного щебня, песка и песчано-щебеночных смесей. Наиболее рациональными областями их применения являются подсыпки, планировочные работы, дорожные основания, благоустройство территории, а также отдельные виды бетонных и растворных смесей с невысокими требованиями к прочности (классы В15 – В25).

3. С учётом требований ГОСТ Р 70052-2022, ГОСТ 32495-2013 и международной практики предложена технологическая схема переработки отходов сноса. Отличительной особенностью предложенной схемы является то, что она не ограничивается одним лишь

дроблением, а начинается с преддемонтажного обследования объекта и включает селективный демонтаж, сортировку, удаление посторонних включений, дробление, фракционирование, сепарацию и обязательный контроль качества получаемого материала. Именно на ранних стадиях – до дробилки – закладывается качество будущего заполнителя.

4. Предложена расчётная модель оценки ресурсосберегающего эффекта. Она учитывает пять ключевых параметров: массу исходных отходов, долю пригодной минеральной фракции, эффективность сортировки, выход после переработки и долю материала, успешно прошедшего контроль качества. Модель не заменяет лабораторных испытаний, но позволяет на раннем этапе оценить реальный потенциал объекта.

5. Сценарные расчёты по представленной модели показали, что при переработке 10 000 тонн отходов сноса выход пригодного вторичного минерального материала может варьироваться от 1 638 до 5 468 тонн. Разница – более чем в три раза – зависит исключительно от качества организации работ. При потребности в природном материале 8 000 тонн доля замещения составляет от 20,5 % (смешанный поток с ограниченной сортировкой) до 68,3 % (селективный демонтаж с качественной переработкой).

6. Сопоставление характеристик вторичного и природного щебня подтвердило, что применение вторичных материалов должно носить строго каскадный характер: от наименее ответственных работ (подсыпки, планировка, дорожные основания) к более требовательным (бетоны, растворы и сборные изделия). При этом каждый шаг вверх по каскаду требует подтверждения водопоглощения (не более 6,5 %), плотности (не менее 1 200 кг/м<sup>3</sup>) и прочности по дробимости (не ниже марки 400) и стабильности свойств конкретной партии.

*Работа выполнена за счёт средств федерального бюджета.*

### **Список литературы**

1. Об утверждении перечней видов продукции (товаров), работ, услуг, производство, выполнение и оказание которых осуществляются с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в их составе : утверждено Распоряжением Правительства РФ от 28.08.2024 № 2330-р. / Председатель Правительства Российской Федерации М. Мишустин. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=477818> (дата обращения: 03.04.2026). – Текст : электронный.
2. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Подведены итоги по форме 2-ТП (отходы) за 2024 год. – Текст : электронный // Росприроднадзор : [сайт]. – Текст : электронный. – URL: [https://rpn.gov.ru/press/news/podvedeny\\_itogi\\_po\\_forme\\_2\\_tp\\_otkhody\\_za\\_2024\\_god/](https://rpn.gov.ru/press/news/podvedeny_itogi_po_forme_2_tp_otkhody_za_2024_god/). – Дата публикации: 27.05.2025.
3. Waste statistics. – Текст : электронный // Eurostat Statistics Explained : [сайт]. – URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics). – Дата публикации: сентябрь 2024.
4. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025 / United Nations Environment Programme. – Nairobi : UNEP, 2025. – URL: <https://www.unep.org>. – Дата публикации: 07.03.2024. – Текст : электронный.
5. ГОСТ Р 57678-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2017 г. № 1163-ст : дата введения 2018-05-01 : введен впервые / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологий совместно с Обществом с ограниченной ответственностью «Инновационный экологический фонд». – Москва : Стандартинформ, 2017. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146986> (дата обращения: 09.04.2026). – Текст : электронный.
6. ГОСТ 32495-2013. Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия : межгосударственный стандарт : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 14.11.2023 : введен в качестве национального стандарта Российской Федерации приказом от 30.12.2013 № 2396-ст : дата введения 2015-01-01 : введен впервые / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт по проблемам добычи, транспорта и переработки минерального сырья в промышленности строительных материалов». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108489> (дата обращения: 10.04.2026). – Текст : электронный.
7. Techno-economic and environmental assessment of construction and demolition waste management in the European Union / J. Cristobal Garcia, D. Caro, G. Foster [et al.]. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2024. – 100 p. – DOI 10.2760/721895. – JRC135470. – ISBN 978-92-68-10856-7. – URL: [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2024-01/JRC135470\\_01\\_1.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2024-01/JRC135470_01_1.pdf) (дата обращения: 13.04.2026). – Текст : электронный.

8. Pacheco, J. Use of recycled aggregates in concrete: opportunities for upscaling in Europe / J. Pacheco, J. de Brito, M. Lamperti Tornaghi. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2023. – 79 p. – DOI 10.2760/144802. – JRC131294. – ISBN 978-92-68-07697-2. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/374265585\\_Use\\_of\\_recycled\\_aggregates\\_in\\_concrete\\_opportunities\\_for\\_upscaling\\_in\\_Europe?\\_cf\\_chl\\_f\\_tk=q1PQ8FqDHyUeLWF3ZYDG\\_yEv4I\\_ADmLD0LmXASChBSQ-1782803642-1.0.1.1-T1MiKOCf6IiCiZrZXZ4ZN\\_5aeCMtkrA\\_MQkMRgIg4Ew](https://www.researchgate.net/publication/374265585_Use_of_recycled_aggregates_in_concrete_opportunities_for_upscaling_in_Europe?_cf_chl_f_tk=q1PQ8FqDHyUeLWF3ZYDG_yEv4I_ADmLD0LmXASChBSQ-1782803642-1.0.1.1-T1MiKOCf6IiCiZrZXZ4ZN_5aeCMtkrA_MQkMRgIg4Ew) (дата обращения: 14.04.2026). – Текст : электронный.
9. Экономика замкнутого цикла при переработке отходов из бетона и железобетона / А. В. Гранева, К. И. Лушин, И. С. Пуляев, В. Д. Кудрявцева. – Текст : электронный // Нанотехнологии в строительстве. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 50–58. – DOI 10.15828/2075-8545-2024-16-1-50-58. – EDN: RJESBT. – URL: [https://nanobuild.ru/ru\\_RU/journal/Nanobuild-1-2024/50-58.pdf](https://nanobuild.ru/ru_RU/journal/Nanobuild-1-2024/50-58.pdf) (дата обращения: 15.04.2026).
10. Чулков, В. О. Рециклинг отходов строительства и сноса при реновации территорий и дорожных покрытий крупных городов / В. О. Чулков, Б. Э. Назиров. – Текст : электронный // Отходы и ресурсы : [интернет-журнал]. – 2018. – Т. 5, № 4. – DOI 10.15862/06NZOR418. – URL: <https://resources.today/PDF/06NZOR418.pdf> (дата обращения: 16.04.2026).
11. Плотников, Д. А. Оценка перспектив использования отходов самоспасателей в качестве щелочного компонента бетонных смесей / Д. А. Плотников. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – Вып. 5(169). – С. 66–72. – DOI 10.71536/vd.2024.5c169.8. – EDN FBBYXA. – URL: [https://donnasa.ru/publish\\_house/journals/vestnik/2024/2024-5\(169\)/st\\_08\\_plotnikov.pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2024/2024-5(169)/st_08_plotnikov.pdf) (дата обращения: 17.04.2026).
12. EU Construction & Demolition Waste Management Protocol including Guidelines for Pre-demolition and Pre-renovation Audits of Construction Works / European Commission. – Updated edition. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2024. – URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d63d5a8f-64e8-11ef-a8ba-01aa75ed71a1/language-en> (дата обращения: 20.04.2026). – Текст : электронный.
13. ГОСТ Р 70052-2022. Отходы строительных материалов, образуемые при сносе зданий и сооружений. Правила сортировки и транспортирования : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.03.2022 г. № 171-ст : дата введения 01.11.2022 : введен впервые / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «ПСМ-Стандарт». – URL: [https://iossro37.ru/upload/medialibrary/891/ob10rtmz23hsosk6isdafh87q73lr4m/GOST-R-70052\\_2022.-Natsionalnyy-standart-Rossiyskoy-Federatsi.pdf](https://iossro37.ru/upload/medialibrary/891/ob10rtmz23hsosk6isdafh87q73lr4m/GOST-R-70052_2022.-Natsionalnyy-standart-Rossiyskoy-Federatsi.pdf) (дата обращения: 21.04.2026). – Текст : электронный.
14. Use of recycled aggregate concrete in structural members: a review focused on Southeast Asia / R. P. Neupane, T. Imjai, R. Garcia, K. Pilakoutas // Journal of Asian Architecture and Building Engineering. – 2023. – Vol. 22, №. 6. – P. 2578–2601. – DOI 10.1080/13467581.2023.2206204. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13467581.2023.2206204> (дата обращения: 22.04.2026). – Текст : электронный.
15. Cavalline, T. L. Use of Recycled Concrete Aggregate in Concrete Paving Mixtures : Tech Brief / T. L. Cavalline, M. B. Snyder, P. Lu, J. Wheeler. – Washington, DC : Federal Highway Administration, 2022. – URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif22020.pdf> (дата обращения: 23.04.2026). – Текст : электронный.
16. Use of Recycled Aggregates in Construction / Cement Concrete & Aggregates Australia. – Sydney : Cement Concrete & Aggregates Australia, 2008. – URL: <https://www.ccaa.com.au/wp-content/uploads/2021/09/Use-of-Recycled-Aggregates-in-Construction.pdf> (дата обращения: 24.04.2026). – Текст : электронный.
17. ГОСТ Р ИСО 14040-2022. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2022 г. № 1475-ст : дата введения 2023-03-01 / подготовлен Обществом с ограниченной ответственностью «НИИ экономики связи и информатики «Интерэком» на основе перевода на русский язык англоязычной версии стандарта ИСО 14040:2006. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200194558> (дата обращения: 27.04.2026). – Текст : электронный.
18. Методика определения предотвращенного экологического ущерба : утверждена Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В. И. Даниловым-Данильяном 30.11.1999 г. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293829/4293829639.pdf> (дата обращения: 28.04.2026). – Текст : электронный.
19. Повторное использование бетонного и кирпичного лома в качестве заполнителей в бетон / И. С. Украинский, Л. П. Майорова, Д. А. Саликов [и др.]. – Текст : электронный // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2023. – Т. 31, № 2. – С. 291–301. – DOI 10.22363/2313-2310-2023-31-2-291-301. – EDN NENFHQ. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54355251> (дата обращения: 29.04.2026).
20. Иванова, Т. А. Оценка эффективности применения бетонного лома в качестве крупного заполнителя для бетона / Т. А. Иванова, Л. Г. Колесникова. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 3(87). – С. 444–454. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48413179> (дата обращения: 30.04.2026).
21. Применение щебня из дробленого бетона для устройства слоев жестких дорожных одежд / В. В. Ушаков, С. В. Подольский, Е. Ю. Ивлиева, А. С. Прохоров. – Текст : электронный // Дорожная держава. – 2024. – № 127. – С. 22–27. – URL: [https://dorvest.ru/images/nomera/DD\\_127/DD\\_127\\_small.pdf](https://dorvest.ru/images/nomera/DD_127/DD_127_small.pdf) (дата обращения: 04.05.2026).

## References

1. On approval of Lists of Products (Goods), Works, Services, the Production, Performance and Provision of Which Are Carried Out with the Mandatory Use of a Certain Proportion of Recycled Raw Materials in Their Composition : approved by Order of the Government of the Russian Federation dated August 28, 2024 No. 2330-r. Chairman of the Government of the Russian Federation M. Mishustin. (In Russ.) URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=477818>
2. Federal Service for Supervision of Natural Resource Usage. Results for Form 2-TP (waste) for 2024 have been summarized. Rosprirodnadzor : [website]. (In Russ.) URL: [https://rpn.gov.ru/press/news/podvedeny\\_itogi\\_po\\_forme\\_2\\_tp\\_otkhody\\_za\\_2024\\_god/](https://rpn.gov.ru/press/news/podvedeny_itogi_po_forme_2_tp_otkhody_za_2024_god/)
3. Waste Statistics. Eurostat Statistics Explained : [website]. (In Eng.) URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics)
4. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025. United Nations Environment Programme. Nairobi : UNEP, 2025. (In Eng.) URL: <https://www.unep.org>
5. GOST R 57678-2017. Resource Conservation. Waste Management. Construction Waste Disposal : National Standard of the Russian Federation : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 19, 2017, No. 1163-st : effective May 1, 2018 : introduced for the first time; developed by the Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Research Institute for Standardization of Materials and Technologies" jointly with the Innovative Ecological Fund Limited Liability Company. Moscow : Standartinform, 2017. (In Russ.) URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146986>
6. GOST 32495-2013. Crushed Stone, Sand, and Sand-Crushed Stone Mixtures from Crushed Concrete and Reinforced Concrete. Technical Specifications : Interstate Standard : adopted by the Interstate Council for Standardization, Metrology, and Certification on November 14, 2023 : introduced as a national standard of the Russian Federation by Order No. 2396-st dated December 30, 2013 : introduced on January 1, 2015 : introduced for the first time; developed by the Federal State Unitary Enterprise "Research, Design, and Survey Institute for Mining, Transport, and Processing of Mineral Raw Materials in the Building Materials Industry". (In Russ.) URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108489>
7. Techno-Economic and Environmental Assessment of Construction and Demolition Waste Management in the European Union. J. Cristobal Garcia, D. Caro, G. Foster [et al.]. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2024. 100 p. DOI 10.2760/721895. JRC135470. ISBN 978-92-68-10856-7. (In Eng.) URL: [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2024-01/JRC135470\\_01\\_1.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2024-01/JRC135470_01_1.pdf)
8. Pacheco, J. Use of Recycled Aggregates in Concrete: Opportunities for Upscaling in Europe. J. Pacheco, J. de Brito, M. Lamperti Tornaghi. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2023. 79 p. DOI 10.2760/144802. JRC131294. ISBN 978-92-68-07697-2. (In Eng.) URL: [https://www.researchgate.net/publication/374265585\\_Use\\_of\\_recycled\\_aggregates\\_in\\_concrete\\_opportunities\\_for\\_upscaling\\_in\\_Europe?\\_cf\\_chl\\_f\\_tk=q1PQ8FqdHyUeLWF3ZYDG\\_yEv4L\\_ADmL\\_D0LmXASChBSQ-1782803642-1.0.1.1-TIMiKOCf6IICiZrZXZ4ZN\\_5aeCMtkrA\\_MQkMRgI4Ew](https://www.researchgate.net/publication/374265585_Use_of_recycled_aggregates_in_concrete_opportunities_for_upscaling_in_Europe?_cf_chl_f_tk=q1PQ8FqdHyUeLWF3ZYDG_yEv4L_ADmL_D0LmXASChBSQ-1782803642-1.0.1.1-TIMiKOCf6IICiZrZXZ4ZN_5aeCMtkrA_MQkMRgI4Ew)
9. Circular Economy in Concrete and Reinforced Concrete Waste Recycling. A. V. Graneva, K. I. Lushin, I. S. Pulyaev, V. D. Kudryavtseva. Nanotekhnologii v stroitel'stve. [Nanotechnology in Construction]. 2024. Vol. 16, № 1. Pp. 50–58. DOI 10.15828/2075-8545-2024-16-1-50-58. EDN: RJESBT. (In Russ.) URL: [https://nanobuild.ru/ru\\_RU/journal/Nanobuild-1-2024/50-58.pdf](https://nanobuild.ru/ru_RU/journal/Nanobuild-1-2024/50-58.pdf)
10. Chulkov V. O. Recycling of Construction and Demolition Waste During the Renovation of Territories and Road Surfaces of Large Cities. V. O. Chulkov, B. E. Nazirov. Otkhody i resursy : [internet-zhurnal]. [Waste and Resources : [online journal]]. 2018. Vol. 5, № 4. DOI 10.15862/06NZOR418. (In Russ.) URL: <https://resources.today/PDF/06NZOR418.pdf>
11. Plotnikov D. A. Assessment of the Potential for Using Self-Rescuer Waste as an Alkaline Component in Concrete Mixtures. Vestnik Donbasskoi natsional'noi akademii stroitel'stva i arkhitektury [Bulletin of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2024. Issue. 5(169). Pp. 66–72. DOI 10.71536/vd.2024.5c169.8. EDN FBBYXA. (In Russ.) URL: [https://donnasa.ru/publish\\_house/journals/vestnik/2024/2024-5\(169\)/st\\_08\\_plotnikov.pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2024/2024-5(169)/st_08_plotnikov.pdf)
12. EU Construction & Demolition Waste Management Protocol including Guidelines for Pre-demolition and Pre-renovation Audits of Construction Works. European Commission. Updated edition. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2024. (In Eng.) URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d63d5a8f-64e8-11ef-a8ba-01aa75ed71a1/language-en>
13. GOST R 70052-2022. Construction Material Waste Generated during Demolition of Buildings and Structures. Sorting and Transportation Rules : National Standard of the Russian Federation : approved and put into effect by Order No. 171-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated March 30, 2022 : effective November 1, 2022 : introduced for the first time; developed by PSM-Standard Limited Liability Company. (In Russ.) URL: [https://iossro37.ru/upload/medialibrary/891/ob10rtmz23hsosk6isdafh87q73lr4m/GOST-R-70052\\_2022.-Natsionalnyy-standart-Rossiyskoy-Federatsi.pdf](https://iossro37.ru/upload/medialibrary/891/ob10rtmz23hsosk6isdafh87q73lr4m/GOST-R-70052_2022.-Natsionalnyy-standart-Rossiyskoy-Federatsi.pdf)
14. Use of Recycled Aggregate Concrete in Structural Members: A Review Focused on Southeast Asia. R. P. Neupane, T. Imjai, R. Garcia, K. Pilakoutas. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. (In Eng.) 2023. Vol. 22, № 6. Pp. 2578–2601. DOI 10.1080/13467581.2023.2206204. (In Eng.) URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13467581.2023.2206204>

15. Cavalline, T. L. Use of Recycled Concrete Aggregate in Concrete Paving Mixtures : Tech Brief. T. L. Cavalline, M. B. Snyder, P. Lu, J. Wheeler. Washington, DC : Federal Highway Administration, 2022. (In Eng.) URL: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif22020.pdf>
16. Use of Recycled Aggregates in Construction / Cement Concrete & Aggregates Australia. Sydney : Cement Concrete & Aggregates Australia, 2008. (In Eng.) URL: <https://www.ccaa.com.au/wp-content/uploads/2021/09/Use-of-Recycled-Aggregates-in-Construction.pdf>
17. GOST R ISO 14040-2022. Environmental Management. Life Cycle Assessment. Principles and Structure : National Standard of the Russian Federation : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated December 12, 2022 No. 1475-st : date of introduction 2023-03-01; prepared by Limited Liability Company “Research Institute of Economics of Communications and Informatics “Interecoms” based on the Russian translation of the English version of the ISO 14040:2006 standard. (In Russ.) URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200194558>
18. Methodology for Determining Prevented Environmental Damage : approved by the Chairman of the State Committee of the Russian Federation for Environmental Protection, V.I. Danilov-Danilyan, on November 30, 1999. (In Russ.) URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293829/4293829639.pdf>
19. Reuse of Concrete and Brick Waste as Aggregates in Concrete. I. S. Ukrainskiy, L. P. Mayorova, D. A. Salikov [et al.]. Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety]. 2023. Vol. 31, № 2. Pp. 291–301. DOI 10.22363/2313-2310-2023-31-2-291-301. EDN NENFHQ. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54355251>
20. Ivanova T. A. Evaluation of the Efficiency of Using Concrete Scrap as Coarse Aggregate for Concrete. T. A. Ivanova, L. G. Kolesnikova. Inzhenernyi vestnik Dona. [Engineering Bulletin of the Don]. 2022. № 3(87). Pp. 444–454. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48413179>
21. Use of Crushed Concrete Aggregate for the Construction of Rigid Road Pavement Layers. V. V. Ushakov, S. V. Podolskiy, E. Yu. Ivlieva, A. S. Prokhorov. Dorozhnaya derzhava. [Road State]. 2024. № 127. Pp. 22–27. (In Russ.) URL: [https://dorvest.ru/images/nomera/DD\\_127/DD\\_127\\_small.pdf](https://dorvest.ru/images/nomera/DD_127/DD_127_small.pdf)

*Статья поступила 05.05.2026*

*© Д. А. Плотников, Т. С. Башевая, 2026*

*Рецензент: Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, доц.,*

*Автомобильно-дорожный институт*

*(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*

***Д. А. Плотников, Т. С. Башевая***

**Ресурсосберегающий потенциал вторичных материалов из отходов демонтажа зданий при восстановительном строительстве**

Статья посвящена вопросу, который редко уходит с повестки – можно ли превратить отходы сноса и демонтажа зданий в полноценный строительный ресурс, а не просто в материал для полигонов. Актуальность темы подпитывается тремя обстоятельствами сразу: быстрым ростом объёмов строительных отходов, нарастающим дефицитом природных нерудных материалов и необходимостью снижать экологическую нагрузку.

Цель работы – обосновать условия и технологии, при которых отходы сноса действительно могут вовлекаться в новый строительный оборот. При этом во главу угла поставлены реальный состав отходов, особенности их переработки, допустимые области применения и требования экологической безопасности.

Анализ нормативной базы, научных публикаций и международной практики показывает главное: ресурсную ценность представляет не весь строительный лом, а только выделенные из него минеральные фракции. Прежде всего – бетонный и железобетонный лом, кирпичный бой, асфальтобетонный лом и продукты их переработки. В статье предложена технологическая схема получения вторичных материалов, которая принципиально начинается не с дробления, а с преддемонтажного обследования, селективного демонтажа, сортировки и удаления посторонних включений. Подчёркивается, что качество вторичного продукта закладывается на всём маршруте обращения с отходами, а не только на стадии механической переработки.

Разработана расчётная модель оценки ресурсосберегающего эффекта. Она учитывает потери на каждом этапе – от исходного состава потока до контроля качества готовой партии, и не подменяет собой лабораторные испытания, а даёт прогнозную оценку. Сценарные расчёты для 10 000 т отходов сноса показали: выход природного вторичного минерального материала может варьироваться от 1 638 до 5 468 т. При потребности в природном материале 8 000 т это обеспечивает замещение от 20,5 до 68,3 %. Что составляет разницу более чем в три раза и определяется исключительно качеством организации работ.

Установлено, что применение вторичных материалов должно носить строго каскадный характер: от наименее ответственных работ (подсыпки, планировка, благоустройство, дорожные основания) к более требовательным (бетоны, растворы, сборные изделия). Каждый шаг вверх по этому каскаду осуществим только при обязательном подтверждении физико-механических свойств конкретной партии.

**ОТХОДЫ СНОСА И ДЕМОНТАЖА, ВТОРИЧНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПЕРЕРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ, КАСКАДНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ВТОРИЧНЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ, СЕЛЕКТИВНЫЙ ДЕМОНТАЖ**

*D. A. Plotnikov, T. S. Bashevaia*  
**Resource-saving Potential of Secondary Materials from Building Demolition Waste  
 in Restoration Construction**

This article addresses a persistent issue: whether demolition and dismantling waste from buildings can be turned into a fully-fledged construction resource rather than merely material for landfills. The relevance of the topic is driven by three concurrent factors: rapid growth in construction waste volumes, increasing scarcity of natural non-metallic materials, and the need to reduce environmental pressures.

The aim of the work is to substantiate the conditions and technologies under which demolition waste can realistically be brought back into the construction cycle. Priority is given to the actual composition of the waste, the specifics of its processing, permissible areas of application, and environmental safety requirements.

The analysis of the regulatory framework, scientific publications, and international practice shows that it is not all construction waste has resource value, but only the mineral fractions extracted from it, namely concrete and reinforced concrete waste, broken bricks, asphalt concrete waste, and their processed products. The article proposes a process flow chart for obtaining secondary materials that fundamentally begins not with crushing, but with pre-disassembly inspection, selective disassembly, sorting, and removal of foreign matter. It emphasizes that the quality of the secondary product is determined throughout the entire waste management process, not just at the mechanical processing stage.

The calculation model for assessing the resource-saving effect is developed. It accounts for losses at each stage – from the initial composition of the waste stream to quality control of the finished batch – and does not replace laboratory tests but provides a predictive estimate. Scenario calculations for 10 000 t of demolition waste showed that the yield of suitable secondary mineral material can vary from 1 638 to 5 468 t. With a demand for natural material of 8 000 t, this provides a substitution rate of 20,5 to 68,3 % – a more than threefold difference determined solely by the quality of work organization.

It is established that the application of secondary materials must follow a strictly cascading pattern: from the least demanding uses (fill, grading, landscaping, road subbases) to more demanding ones (concretes, mortars, precast elements). Each step up this cascade is feasible only with mandatory verification of the physical and mechanical properties of the specific batch.

DEMOLITION WASTE, SECONDARY CONSTRUCTION MATERIALS, CONSTRUCTION WASTE RECYCLING, RESOURCE CONSERVATION, CASCADE USE, RECYCLED FILLER, SELECTIVE DISMANTLING

**Сведения об авторах:**

**Плотников Денис Александрович**

Кандидат технических наук,  
 доцент кафедры «Техносферная безопасность» Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация,

SPIN-код РИНЦ: 7111-2362  
 Scopus ID: 57226775938  
 AuthorID: 898528  
 ORCID: 0009-0007-3024-5091  
 Телефон: +7 949 403-53-70  
 Эл. почта: d.a.plotnikov@donnasa.ru

**Башева Татьяна Сергеевна**

Кандидат технических наук, доцент,  
 заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация,

SPIN-код РИНЦ: 4224-9631  
 AuthorID: 821609  
 ORCID: 0009-0002-4210-8813  
 Телефон: +7 949 334-83-46  
 Эл. почта: t.s.bashevaya@donnasa.ru

**Authors' information****Plotnikov Denis Aleksandrovich**

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor of the Chair "Technosphere Safety" of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture – a branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)", Makeevka, DPR, Russian Federation,

RSCI SPIN: 7111-2362

Scopus ID: 57226775938

AuthorID: 898528

ORCID: 0009-0007-3024-5091

Phone: +7 949 403-53-70

Email: d.a.plotnikov@donnasa.ru

**Bashevaia Tatiana Sergeevna**

Candidate of Technical Sciences, Docent,

Head of the Chair "Technosphere Safety" of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture – a branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)", Makeevka, DPR, Russian Federation,

RSCI SPIN: 4224-9631

AuthorID: 821609

ORCID: 0009-0002-4210-8813

Phone: +7 949 334-83-46

Email: t.s.bashevaya@donnasa.ru