

Рециклинг вторичных строительных ресурсов. Проблемы и перспективы отрасли на примере г. Москвы

Г. Г. ЛУНЕВ, кандидат экономических наук.

E-mail: spezstr@yandex.ru

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, компания «Рецикл Материалов»; чл.- корр. Академии инженерных наук им. А. М. Прохорова

Ю. М. ПРОХОЦКИЙ, доктор технических наук.

E-mail: yum33@mail.ru

Академия инженерных наук им. А. М. Прохорова, Академия военных наук, Москва

Аннотация. В статье анализируется проблема утилизации отходов строительства и сноса в России, особенно актуальная в связи с активизацией проектов реновации жилого фонда и реализацией национальных проектов. Наиболее эффективным методом утилизации является рециклинг, т.е. переработка в качестве вторичных строительных ресурсов (ВСР), но по доле перерабатываемых строительных отходов (около 10% от их общего объема) Россия сильно отстает от развитых стран. На примере г. Москвы рассмотрены предварительные итоги начального этапа реновации ветхого жилого фонда и выявлены основные проблемы, негативно влияющие на эффективность и развитие отрасли по переработке строительных отходов. Главные из них – это недостаточная мощность существующих предприятий и сложность организации процесса сбора и сортировки отходов непосредственно на строительной площадке. С целью преодоления названных ограничений авторы предлагают блок-схему структуры и этапов комплексного рециклинга вторичных строительных ресурсов. Определены и рассмотрены основные экономически эффективные технологии переработки ВСР, которые перспективны для инвестирования в развитие малого и среднего бизнеса с использованием рыночных механизмов и государственного регулирования.

Ключевые слова: вторичные материальные ресурсы; вторичные строительные ресурсы; инвестиционный проект; демонтажные работы; отходы строительства и сноса; реновация; рециклинг отходов; ресурсосбережение; экономико-экологическая эффективность; экологическая безопасность; рынок вторичных ресурсов

В России ежегодно образуется около 15–17 млн т строительных отходов¹, из них более половины составляют кирпичные и железобетонные отходы.

¹ Борьба со строительным мусором в РФ. URL: <http://betonzone.com/vyvoz-i-pererabotka-stroitelnyx-otxodov> (дата обращения: 01.09.2019).

В ближайшей перспективе прогнозируется их увеличение в процессе реновации ветхого жилого фонда в Москве и других мегаполисах, а также при реализации национальных проектов страны². При строительномонтажных работах к 2030 г. прирост количества отходов строительства и сноса (ОСС) может составить до 60%³.

Повышение объема и эффективности переработки тех из них, которые пригодны к применению как вторичные строительные ресурсы⁴, сегодня признано наиболее эффективным направлением их утилизации⁵.

Позиция авторов состоит в том, что *практически все потенциальные отходы строительства и сноса представляют собой вторичные строительные ресурсы*. Например, даже «строительный мусор» или «замусоренный грунт» можно использовать в качестве первичного засыпного материала котлованов, траншей, отвалов, устройства откосов и др.

В целом, использование материального и энергетического потенциала ВСП в промышленности позволяет сократить добычу и объем переработки первичных природных ресурсов как для отдельных промышленных предприятий, так и для экономики государства в целом. В результате увеличения объема переработки вторсырья снижается влияние вредных факторов на окружающую среду [Голиков и др., 2017], улучшаются условия существования природных экосистем и человека как их неотъемлемой части.

В России в 2018 г. принята «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов

² Так, нацпроект «Жилье и городская среда» затронет около 7,5 тыс. городов и муниципалитетов. В его рамках модернизации подлежат около 200 тысяч объектов. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5453682> (дата обращения: 18.12.2019).

³ Отходный промысел. Строительная газета. № 22 от 08.06.3018. Интервью с генеральным директором ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России». URL: <https://cniipminstroy.ru/press/publikaczii/othodny-promisel-interview-sg> (дата обращения: 15.08.2019).

⁴ ВСП – накопления сырья, веществ, материалов и строительных отходов, образованные в процессе реконструкции, техническом перевооружении, полном сносе морально и физически устаревших объектов, жилых зданий и сооружений, а также новом строительстве и производстве строительных материалов [Лунев, 2019].

⁵ Утилизация отходов: деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла, и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий. ГОСТ 30772–2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. URL: <https://dikipedia.ru/document/4724084> (дата обращения: 14.08.2019).

производства и потребления до 2030 года»⁶ (далее Стратегия). В документе отмечен высокий потенциал использования вторичных строительных ресурсов. В основу мероприятий Стратегии легли принципы экономики замкнутого цикла 3R⁷. При таком подходе должно быть максимально сокращено полигонное захоронение отходов. В составе Плана мероприятий по реализации Стратегии разрабатывается Федеральная схема управления ОСС с использованием наилучших доступных технологий⁸, учитывающая в том числе прогнозируемый рост отходов строительного сноса и позволяющая методически сформировать полную организационно-технологическую цепочку обращения с ними – от образования до их полной утилизации.

Помимо названной Стратегии, проблемы утилизации отходов решаются в рамках национального проекта «Экология», включающего в себя федеральные проекты «Чистая страна», «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» (ТКО), «Инфраструктура для обращения с отходами I–II классов опасности» и др. Среди целевых задач нацпроекта – увеличение мощности отрасли по переработке отходов, чтобы обеспечить до 80% переработки всего объема новых ТКО⁹.

Несмотря на неполноту достоверных исходных данных о состоянии дел в сфере утилизации отходов, считается, что в настоящее время в России утилизируется не более 5–10% ОСС [Владимиров, 2016], что в свете вышесказанного трудно назвать приемлемым показателем. Однако для того чтобы

⁶ Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).

⁷ Принцип экономики замкнутого цикла 3R (от англ. Reduce, Reuse, Recycle – сокращение образования, повторное использование и переработка отходов) предполагает минимизацию уничтожения отходов и уменьшение необходимости в сырье за счет сохранения материалов и активов в производственном цикле [Тенденции..., 2019].

⁸ Наилучшая доступная технология: Технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения. ГОСТ Р 56828.15–2016. Национальный стандарт РФ. Наилучшие доступные технологии. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140738> (дата обращения: 14.01.2020).

⁹ Национальный проект «Экология». 2019–2024. URL: <https://strategy24.ru/rf/projects/project/view?slug=natsional-nuy-proyekt-ekologiya&category=ecology> (дата обращения: 21.02.2019 г.) (дата обращения: 14.08.2018).

повысить эффективность переработки вторсырья и обеспечить реализацию целей национальных проектов, наряду с решением организационных проблем, требуется совершенствование нормативно-законодательной базы, регламентирующей деятельность всех участников данного рынка [Вопросы..., 2019].

Источники образования и структура вторичных строительных ресурсов

Основной объем вторичных строительных ресурсов формируется при функционировании предприятий строительного комплекса страны в процессе реконструкции, ремонта и технического перевооружения (до 71%), полного демонтажа старых и создания новых объектов (до 26%), а также изготовлении сырья и материалов (до 3%).

От других видов вторичных ресурсов их отличает целый ряд особенностей, которые мы выделили на основе собственных практических исследований [Лунев, 2019] и анализа работ коллег [Олейник, 2006; Чулков, 2011].

Прежде всего, для вторичных строительных ресурсов характерна высокая неоднородность структуры и сложность состава, а также многообразие их типов, определяемых их физико-химическими свойствами, классами опасности и источниками появления. Некоторые ресурсы (общестроительные конструкции, элементы зданий, сооружений и др.) приобретают дополнительные (отсутствовавшие у исходных «материалов» до их разрушения и сноса) неблагоприятные свойства по однородности, структуре, и опасности, что оказывает значительное влияние на выбор технологии переработки и качество произведенной из них товарной продукции. Это предопределяет то огромное влияние, которое оказывает на эффективность утилизации ВСР организация раздельного сбора и предварительной сортировки строительных отходов, направляемых на переработку.

Типологизация ВСР, с точки зрения источников образования, специализации методов переработки и возможностей дальнейшего использования, представлена на рисунке 1.

С организационно-технологической точки зрения рециклинг данных ресурсов отличает обязательное включение в его состав

стадии строительно-демонтажных работ¹⁰, на которой формируется их основной объем и обеспечивается качество. Эти работы представляют собой отдельный процесс, для организации которого разрабатывается специальная документация, применяется специализированная технологическая оснастка и оборудование, используется высококвалифицированный персонал.



Рис. 1. Классификация вторичных строительных ресурсов по технико-технологическим признакам

Другая особенность ВСП, с которой связаны значительные перспективы их переработки, состоит в том, что определенная их часть не изменяет свои основные потребительские и технические показатели в процессе первичной эксплуатации, поэтому

¹⁰ Строительно-демонтажные работы; демонтаж (разборка) объекта: процесс ликвидации здания (сооружения) путем разборки сборных и обрушения монолитных конструкций с предварительным демонтажем технических систем и элементов отделки. СП 325.1325800.2017 от 01.03.2018. Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556794137> (дата обращения: 14.09.2018).

они пригодны для использования в качестве готовой товарной продукции с минимальной переработкой.

В то же время для ВСП далеко не всегда определено дальнейшее использование, а потому варианты их переработки, как правило, не ориентированы предварительно на применение в конкретных отраслях народного хозяйства.

Структура и содержание этапов рециклинга вторичных строительных ресурсов

Мировая практика, основанная на принципах экономики замкнутого цикла, определяет, что наиболее эффективным способом утилизации различных видов вторсырья является рециклинг¹¹ [Волкова, 2018].

Современный опыт строительства и практика переработки различных видов отходов в России [Григорьева, 2015; Олейник, Чулков, 2016] позволяют выделить в процессе комплексного рециклинга ВСП последовательность взаимосвязанных этапов.

Техническое освидетельствование объекта. На этой стадии выполняется анализ и оценка состояния конструкций и инженерных систем объекта с целью подготовки исходных данных для проектно-сметной документации работ по его реконструкции и возможности применения ВСП.

Разработка проектно-сметной документации. Один из самых наукоемких этапов, в ходе которого выполняется проект организации строительства, технологии демонтажных работ, выбор метода переработки и использования ВСП. Определяется эколого-экономическая эффективность рециклинга ВСП, которая включается в расчет общих затрат строительства [Краснощеков, Лунев, 2017].

Строительно-демонтажные работы. Выполняется комплекс работ по сносу и разрушению конструкций и инженерных систем объекта. Основными задачами на этом этапе являются обеспечение сохранности демонтируемых материалов и оборудования, выполнение природоохранных мероприятий по защите населения

¹¹ Рециклинг – процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза. Является составной частью утилизации отходов, под которой понимается ликвидация или повторное полезное использование отходов, их составных частей или материалов. ГОСТ Р 54098–2010 Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086000> (дата обращения: 15.01.2020).

и окружающей среды от вредного влияния экологически опасных факторов, сопутствующих строительным процессам.

Сбор, сортировка и паспортизация. Один из важнейших этапов на пути повышения эффективности рециклинга. Непосредственно на строительной площадке организуются отдельный сбор и предварительная сортировка ВСР, паспортизация, их отдельная погрузка и доставка специальным транспортом до места переработки.

Переработка пригодных для этого видов ВСР. Существующие технологии и процессы рециклинга ВСР в общем виде разделяются по методу (способу) переработки: механический, физико-химический, термический, биологический и комбинированный. Выбор одного из них определяется экономической целесообразностью, физико-химическими свойствами и агрегатным состоянием исходных материалов, опасностью воздействия процессов на окружающую среду и человека, организационными и технико-технологическими возможностями и др.

Захоронение неиспользуемых видов ВСР. Это касается тех видов строительных отходов, которые не могут быть использованы в дальнейшем из-за отсутствия производственных мощностей или экономической возможности для переработки.

Применение вторичной строительной продукции в промышленности. Данный этап включает в себя создание комплексов для складирования, промежуточного хранения и организационных структур по реализации вторичной товарной продукции, полученной из ВСР.

Все эти этапы применяются в регламенте «умного демонтажа» зданий, который достаточно активно используется в процессе реновации жилого фонда в столичном регионе¹².

Значительное влияние на эффективность дальнейшего использования ВСР оказывает подход [Лунев, Прохоцкий, 2018], который определяет потенциал и особенности их рециклинга (хранения, ликвидации), не с момента вывода из производственного процесса (эксплуатации), а еще на этапах проектирования и строительства объекта.

¹² Технологию «умного» сноса применяют при демонтаже дома на северо-востоке столицы, сообщил руководитель Департамента строительства Москвы А. Бочкарев. URL: <https://fr.mos.ru/news/nachalsya-umnyj-snos-doma-po-renovatsii-v-babushkinskom-rajone/> (дата обращения: 11.03.2019).

Перспективные направления развития технологий рециклинга ВСП

Рассмотрим наиболее экономически эффективные и перспективные, с точки зрения авторов, технологии переработки различных видов ВСП, которые могут представлять интерес для частных инвесторов.

Переработка металлосодержащих конструкционных и технологических видов вторичных строительных ресурсов

Наибольшее развитие за рубежом и в России получила выплавка черного и цветного металла из конструкционных и других металлических видов ВСП (термический метод переработки). По имеющимся оценкам, производство металлического проката на металлургических предприятиях из стальных конструкций до 15 раз, а для алюминиевых сплавов и меди в 2,5–4 раза¹³ дешевле по сравнению с получением из рудных ископаемых. При этом энергетических ресурсов потребляется на 55–85% меньше, чем при использовании первичных природных ресурсов¹⁴.

Основные недостатки такого способа утилизации – большие энергетические и трудовые затраты, а также высокое отрицательное влияние металлургических процессов на окружающую среду и население (металлургия обеспечивает до 12% от общего объема вредных выбросов в атмосферу от стационарных источников).

Такая ситуация вызывает необходимость разработки новых перспективных направлений рециклинга конструкционных металлических ВСП, исключая термическую переработку. В частности, отметим, что основная их часть сохраняет свои потребительские свойства и технические характеристики в процессе первичной эксплуатации, поэтому они могут быть использованы по прямому назначению в дальнейшем строительстве в качестве готовых изделий или с минимальной доработкой (в силу унификации, стандартизации и типизации конструкций и элементов).

¹³ Лом черных металлов – виды, способы переработки, способы переработки металлолома. URL: <https://transmet59.ru/lom-chernyh-metall-vidy-sposoby-pererabotki-sposoby-pererabotki-metalloloma/> (дата обращения: 12.08.2019).

¹⁴ Справка об отрасли обращения с ломом черных и цветных металлов. URL: <https://ruslom.com/spravka-ob-otrasli-obrascheniya-s-lomom-chernyh-i-tsvetnyh-metall-ov/> (дата обращения: 12.08.2019).

Известны также примеры механической переработки металлолома без применения термических методов. Правда, этот опыт не носит системного характера и связан с инициативой отдельных руководителей и специалистов. Так, при реконструкции холодильного производства ОАО «Мясокомбинат Раменский» (Московская область) силами компании «Спецстройкомплект» были демонтированы емкости из нержавеющей листовой стали толщиной 3–5 мм в количестве 8,6 т. В повторном производстве были использованы 5,4 т, приведенных в кондиционное состояние листовых конструкций, что позволило на 65% снизить материальные затраты за счет их применения на другом объекте.

Исследования авторов показали, что практически при всех предприятиях по сбору металлического лома в Московской области организованы механообрабатывающие цехи по изготовлению товарной продукции (стальных дверей, ворот, ограждений, решеток, трубных заготовок и фитингов, столбов, нестандартизированного оборудования и конструкций, заготовок полуфабрикатов для других предприятий и др.). Исходным сырьем для них выступают конструкционные ВСП (прокат, трубы, листовой металл и пр.), принятые для подготовки в металлический лом и предварительно раздельно отсортированные; используемые технологические решения включают только механические способы переработки (кроме газовой резки и сварки). По различным данным, показатели доходности предприятий за счет работы таких подразделений повысились в среднем на 15–20%, что, на наш взгляд, свидетельствует о высокой эффективности данного направления переработки. Однако при дальнейшем его развитии следует учитывать, что это может снизить объемы металлического лома, поставляемого на металлургические предприятия, и оказать негативное влияние на их производственные и финансовые показатели.

Переработка железобетонных и бетонных видов вторичных строительных ресурсов

Основная часть бетонных и железобетонных видов ВСП перерабатывается механическими методами (дроблением). Именно таким путем получается до 87% вторичного щебня, 10% отсева и 3% металлического лома. Первые два вида ВСП нашли широкое применение в дорожном строительстве, устройстве фундаментов, полов и площадок, производстве строительных материалов (стено-

вых блоков и панелей, декоративно-отделочной плитки и др.). Это позволяет до 40% снизить долю материальных затрат на бетонные работы в общей стоимости затрат на строительство объекта¹⁵.

Линейка дробильно-сортировочного оборудования включает продукцию таких фирм, как EXTEC, Pegson, PowerScreen (Ирландия), Metso (Финляндия), Parker Plant (Англия), а также российских «Дробмаш», «Крашмаш» и др.

Холодный ресайклинг

Широкое распространение в дорожном строительстве за рубежом и в России получил холодный ресайклинг (регенерация) асфальтобетона. Специальные машины – ресайклеры измельчают старое покрытие, вводя при этом укрепляющие компоненты (цемент или битум) и специальные добавки – стабилизаторы. Одно из преимуществ такой технологии – ее мобильность, все работы производятся на месте ограниченным количеством машин. В конечном итоге компания экономит не только на покупке новых материалов, платежах за захоронение отходов и транспортных издержках – значительно сокращаются сроки ремонта и ввода дороги в эксплуатацию.

По данным компании «Национальные ресурсы», которая накопила значительный опыт при строительстве и ремонте дорог по технологии холодного ресайклинга, экономический эффект составляет 507,94 руб. на 1 м² дорожного покрытия при гарантийном сроке на покрытие семь лет и на межремонтный период 12 лет. Развитие и применение данной технологии в России позволяет снизить затраты на дорожный ремонт до 35–45%¹⁶.

Переработка древесных видов вторичных строительных ресурсов

Древесные виды строительных отходов (однородные и неопасные) могут быть обработаны и измельчены до состояния технологического сырья (технологической щепы) для использования взамен традиционных первичных природных ресурсов на целлюлозно-бумажном, гидролизном, энергетическом произ-

¹⁵ Переработка бетона и железобетона. URL: <https://aqua-rp.com/pererabotka-betona-i-zhelezobetona/> (дата обращения: 17.08.2019).

¹⁶ Ресайклинг дорог. URL: http://cemdor.ru/recycling.dorog/recycling_dorogi.html (дата обращения: 17.08.2019).

водствах. Например, из древесных видов ВСП можно получать биологические смеси, древесную муку, биогаз, древесное топливо, водород и другие источники сырья и энергии.

Основная часть древесных видов ВСП утилизируется методом компостирования. Процесс предполагает минимальные затраты на утилизацию, однако продолжителен по времени. Часть древесных видов ВСП, которая соответствует требованиям по качеству исходного сырья, перерабатывается в твердое топливо, например, пеллеты, которые обладают в 1,5–2 раза большей теплотой сгорания, чем дрова¹⁷. Однако внутренний рынок такого топлива практически не развит, и оно почти полностью идет на экспорт в страны ЕС.

В строительном комплексе древесные виды ВСП нашли широкое применение при производстве древесностружечных и древесноволокнистых плит, легких строительных блоков с высокими теплоизоляционными свойствами (арболит и др.). Из арболитовых блоков возводят загородные дома, дачи, коттеджи; их также можно применять при реконструкции зданий без усиления фундамента, для строительства гаражей, заборов, утепления подвалов, при возведении промышленных, сельскохозяйственных и других сооружений.

Оценка экономической эффективности рециклинга древесных ВСП на одном из предприятий Нижегородской области [Морозова, Трофимова, 2012. С. 217] показала, что при производстве топливных брикетов и арболита срок окупаемости проектов с учетом дисконта составляет от 16 до 20 месяцев при внутренней норме доходности от 32,5% до 43,4%.

Приведение в кондиционное состояние технологического оборудования

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации является повторное использование технологического оборудования по его прямому назначению. В настоящее время реализовать бывшее в употреблении исправное технологическое оборудование (универсальное либо специализированное) можно с дисконтом в 50-5% от «заводской цены». Основная проблема – обеспечение его сохранности (защита от расхищения,

¹⁷ Пеллеты или дрова – экономическое сравнение. URL: https://alfatep.ru/article/kotly_otopleniya/pellety-ili-drova/ (дата обращения: 17.03.2020).

вандализма, разборки на узлы и элементы и т.п.) после вывода из эксплуатации, поскольку необходимость новой комплектации и восстановления может снизить его стоимость до цены металлического лома.

Для развития рынка вторичного оборудования и реализации данного направления утилизации целесообразно создание единой базы данных демонтированного технологического оборудования, что позволило бы оперативно решать проблемы комплектации реконструируемых и модернизируемых объектов российских предприятий.

Развитие термических технологий по переработке вторичных строительных ресурсов

Существуют отдельные виды отходов (особенно высокой опасности, многокомпонентные, со сложной структурой, смешанные, замусоренные и др.), которые можно утилизировать только термически путем сжигания. Из термических методов на данный момент наиболее перспективными и экологически безопасными считаются пиролизные (бескислородное сжигание). Получаемые в процессе пиролиза продукты – смесь горючих и негорючих газов (пиролизный газ, синтез-газ, пиролитический газ), пиролитическое масло, пикарбон (твердый остаток, содержащий углерод) – преобразуются в энергию и служат сырьем для дальнейшей переработки.

По сравнению с прямым сжиганием пиролиз имеет серьезные преимущества. Главное из них – отсутствие вредных выбросов в атмосферу и минимизация ущерба для окружающей среды и населения. Продукты, получаемые в результате пиролиза, не содержат агрессивных веществ. Их можно безопасно складировать даже в подземных хранилищах. Кроме того, конечных продуктов пиролиза образуется меньше, чем при обычном сжигании аналогичного количества отходов.

К недостаткам пиролиза относят сложность и дороговизну технологического оборудования (реакторов), высокие квалификационные требования к обслуживающему его персоналу. Например, строительство мусоросжигательного завода, перерабатывающего отходы в энергию, обходится вдвое дороже, чем предприятия такой же мощности, перерабатывающего ВСП

в сырье и материалы¹⁸. Отчасти по этой причине, например, на четырех новых таких заводах, которые планируется построить в Подмосковье, предполагается использовать в основном колосниковое сжигание отходов. В то же время, по мнению некоторых экспертов, пиролиз может быть весьма эффективен и представлять интерес для частного инвестирования при использовании в установках малой мощности, предназначенных для обслуживания небольших муниципальных образований, где имеется возможность сократить эксплуатационные расходы (незначительный персонал, невысокое энергопотребление и др.) и повысить эффективность утилизации за счет организации раздельного сбора и/или сортировки отходов.

Применение и переработка грунта

При производстве работ по прокладке подземных тоннелей, строительстве новых станций и линий метро, разборке фундаментов зданий, устройству подземных коммуникаций и др. образуется значительное количество грунта, который (в зависимости от категории, однородности, сортировки, класса опасности)¹⁹ используется в строительном комплексе и других отраслях народного хозяйства. Наиболее распространенные направления утилизации – рекультивация выведенных из эксплуатации баз-полигонов ТКО и несанкционированных свалок, обустройство откосов, отвалов и насыпей, засыпка котлованов, траншей, провалов и др.; рекультивация карьеров, горных выработок и гидротвалов; подсыпка земли до определенного уровня, в том числе в местах прокладки труб, в ландшафтном дизайне, на дачных участках и сельскохозяйственных угодьях и др.; в производстве строительных материалов (для получения песка, щебня, песчано-гравийных смесей, при производстве цемента, извести, силикатного, глинистого кирпича).

Использование вторичного грунта в новом строительстве для обратной засыпки на том же предприятии, где он был получен, сводит практически к нулю материальные затраты при их выполнении. Тогда как стоимость выполнения таких же работ

¹⁸ Пиролиз ТБО: Преимущества и недостатки. URL: <https://strazhchistoty.ru/ecology/tko/piroliz-tbo.html> (дата обращения: 23.02.2020).

¹⁹ ГОСТ Р 521082003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032450> (дата обращения: 12.02.2020).

специализированными организациями со своими засыпными материалами достигает от 300 руб./м³ и выше²⁰. Основная организационно-технологическая проблема рециклинга вторичного грунта, образующегося в процессе строительных работ, заключается в необходимости его промежуточного хранения.

Проблемы переработки ВСР при реновации ветхого жилого фонда в Москве в 2018–2019 гг.

Накопленный опыт по повышению эффективности переработки ВСР при реализации первой волны реновации в Москве представляет значительный интерес для изучения и распространения в других регионах²¹. Здесь активно применяются современные технологии переработки и использования вторичной продукции в качестве сырья, полуфабрикатов и конструкций, а региональное законодательство²² определяет ответственность хозяйствующих субъектов за отдельный сбор, обработку отходов и их рециклинг, который трактуется как один из основных принципов обращения с отходами.

Программа реновации в Москве имеет свои корни в 1990-х гг., когда Ю. Лужковым была создана инициатива районной реконструкции, по которой до 2010 г. планировалось снести 1722 здания 1960-х годов постройки. Поправки в земельном законодательстве, принятые в 2007 г., и последовавший финансовый кризис не дали завершить программу. Из участвовавших в ней домов 71 так и не был расселен.

В 2017 г. стартовал новый масштабный проект по переселению жителей из морально и физически устаревших домов первого этапа индустриального жилищного строительства. В рамках программы реновации в течение 15 лет должны быть расселены 350 тысяч квартир в 5172 домах²³, общие затраты по сносу зданий обойдутся бюджету Москвы в 24–27 млрд руб.

²⁰ Земляные работы. URL: <http://vuvoz-kotlovan.ru/uslugi/zemlyanye-raboty> (дата обращения: 18.02.2020).

²¹ Непростой разговор о реновации с президентом Союза архитекторов России Н. И. Шумаковым. URL: <https://ardexpert.ru/article/10158> (дата обращения: 16.09.2020).

²² Закон от 30.11.2005 г. № 68 г. Москвы «Об отходах производства и потребления в городе Москве» URL: <https://www.mos.ru/eco/documents/control-activity/view/62990220/> (дата обращения: 23.01.2020).

²³ Снос домов и реновация в Москве. URL: <https://snos-domov-renovatsiya.ru/sroki-renovatsii/> (дата обращения: 19.02.2020).

Уже на начальном этапе реализации этой программы был выявлен ряд проблем, затрудняющих организацию эффективного процесса рециклинга ВСР в полном объеме.

Одной из них является резкий рост объемов отходов строительства и сноса. Так, за 2019 г. в столице из образовавшихся около 8 млн т отходов строительства и сноса²⁴ в переработку и использование в качестве ВСР поступило не более 10–15% (0,8–1,2 млн т). Остальные накапливались на полигонах как «временно неиспользуемые».

Общий объем и количество отходов, которые *дополнительно* будут образованы в процессе реализации Программы реновации до 2025 года, по данным руководителей столичного строительного комплекса, составят до 53 млн т²⁵ (то есть в среднем еще по 6–7 млн т в год).

Очевидно, что в будущем скорость накопления неиспользуемых отходов на полигонах будет превышать скорость их переработки, поскольку ввод новых мощностей переработки не поспевает за процессом выполнения Программы реновации. Кроме того, высока вероятность, что возрастет количество несанкционированных свалок строительного мусора и произойдет ухудшение экологической обстановки в регионе. При этом нужно иметь в виду, что в 2020 г. в Московской области должны быть закрыты несколько мусорных полигонов («Кучино», «Некрасовка» и др.)²⁶.

При обсуждении данной проблемы на Первом международном демонтажном форуме России, который состоялся в Москве в феврале 2020 г., руководители демонтажных и перерабатывающих строительных организаций региона подтвердили наличие у них технологических и организационных возможностей для увеличения объемов переработки ВСР (имеется развитая инженерная

²⁴ Москва ужесточит контроль за оборотом строительного мусора. Сколько всего строительных отходов в Москве. URL: <https://www.rbc.ru/business/07/02/2020/5e3980ea9a794737c5e17c37> (дата обращения: 19.02.2019).

²⁵ Рынок переработки строительного мусора оживится при реализации программы реновации жилья в Москве, заявил заместитель мэра Москвы по градостроительной политике и строительству Марат Хуснуллин. URL: <https://stroimsk.ru/news/rienovatsiia-zhil-ia-v-moskve-ozhivit-rynok-pierierabotki-stroitiel-nogho-musora-khusnullin> (дата обращения: 03.03.2019).

²⁶ Закрытие мусорных полигонов в Подмоскovie к 2020 году. Источник: <https://2020about.com/zakrytie-musornyh-poligonov-v-podmoskove-k-2020-godu> (дата обращения: 14.09.2018).

инфраструктура, площадки для промежуточного хранения исходного сырья и готовой вторичной продукции, квалифицированный персонал и др.). Основным сдерживающим фактором при наращивании мощностей, по их словам, является отсутствие средств для закупки нового высокопроизводительного оборудования. При этом процесс планирования ими инвестиций можно было бы значительно упростить, обеспечив открытый доступ к графику сноса домов ветхого фонда (желательно с разбивкой по годам). Это помогло бы перерабатывающим предприятиям спрогнозировать объемы образования подлежащих переработке отходов.

Пока, однако, график сноса домов по Программе не предскажем. Простые расчеты показывают, что для реализации Программы в срок требуется сносить в среднем около 500 зданий в год (5172 зданий /10 лет). Фактически же в 2017–2019 гг. было снесено всего 59 зданий, план на 2020 г. составляет 151 здание²⁷. Исходя из этого, приходится предположить, что либо программа не будет выполнена в полном объеме, либо нас ожидает циклический прирост дополнительных объемов ОСС с пиком в 2023–2024 гг.

Кроме того, практика реновации показала, что даже в таком богатом регионе, как Москва, не всегда имеются возможности для применения в полной мере современных технологий демонтажных работ. Например, отдельный сбор и предварительная сортировка (с частичной переработкой) ОСС непосредственно на строительной площадке увеличивают сроки сноса зданий с 18 до 40 суток²⁸. Соответственно, растут общие сроки реконструкции и ее стоимость, что заставляет многих застройщиков, использующих кредитные средства, отказываться от ресурсосберегающих технологий на этапе демонтажа.

Практика работы компании «Рецикл материалов» показала, что весьма значительные издержки связаны с необходимостью доработки (сортировка, дробление) некондиционного исходного сырья из бетона и железобетона. Низкое качество сырья (по размерам, однородности, посторонним включениям, степени опасности и др.), поставляемого строительными-демонтажными

²⁷ Снос домов и реновация в Москве. URL: <https://snos-domov-renovatsiya.ru/kudapereselyat-po-programme/> (дата обращения: 06.02.2020).

²⁸ Метод сноса пятиэтажек. URL: <http://snip1.ru/metod-snosa-pyatietazhek/> (дата обращения: 11.03.2020).

организациями, на 25–35% снижает производительность дробильно-сортировочных комплексов из-за внеплановых простоев, связанных с увеличением объема подготовительных работ и необходимостью переналадки и ремонта высокопроизводительного и дорогостоящего оборудования.

Роль государства в регулировании сферы обращения ВСР

Мировая практика переработки отходов в индустриально развитых странах показала невозможность исключительно рыночного решения проблемы повышения эффективности рециклинга ВСР и потребность в государственном регулировании возврата отходов в промышленное производство [Бадмаев, 2019]. Государство активно участвует в развитии и регулировании рынка вторичного сырья путем разработки нормативно-правовой базы для сертификации ВСР и вторичной товарной продукции, организации и эксплуатации полигонов, вводя стимулирующие меры для повышения объемов переработки и использования ВСР и др.

Так, в странах ЕС процесс утилизации отходов во многом определяется залоговым взносом и налогом на сбор и захоронение отходов [Никуличев, 2017]. В Германии законодательно запрещено хранение необработанных отходов на полигонах. В Швеции производство товарной продукции из вторичных ресурсов стимулируется налоговыми льготами и вычетами. В то же время полигоны-свалки, как правило, принадлежат государству, поэтому практически весь доход от их эксплуатации направляется в бюджет.

В Америке и Канаде вывоз отходов на свалки обходится существенно дороже, чем переработка [Анопченко и др., 2014]. Система утилизации ВСР финансируется за счет платежей, взимаемых с населения и компаний. Размер оплаты (тариф) зависит от объема, вида образуемых отходов и способов их утилизации.

В нашей стране законодательство в сфере обращения ВСР изобилует противоречиями и лакунами; проблемы защиты инвестирования в сферу обращения ВСР не решены; система взаимоотношений региональных операторов с органами местного самоуправления остальными участниками рынка (рис. 2)

в регионах до конца не отрегулирована [Третьяков, 2019]. Требуют отладки экономические механизмы стимулирования переработки ОСС во вторичные ресурсы.

Так, сегодня собственниками ОСС, возникающих при реконструкции и новом строительстве зданий и сооружений, как правило, являются строительные (девелоперские) компании, для которых сбор и дальнейшая переработка ВСП не представляют интереса в рамках осуществляемого инвестиционного проекта. Наоборот, это зачастую воспринимается как обременительная обязанность, требующая дополнительных затрат и не свойственных им маркетинговых исследований. Правда, следует отметить, что применявшаяся в 1990-х годах технология сплошного сноса всего объекта «под ключ» уже не практикуется. По крайней мере, при реконструкции сложных промышленных объектов в последние годы многие собственники загодя снимают наиболее ценное оборудование. При этом судьба оставшегося имущества мало кого из них волнует.



Рис. 2. Блок-схема взаимодействия участников рынка вторичных строительных ресурсов

Для повышения эффективности переработки ВСП и стимулирования данного процесса, на наш взгляд, целесообразно

распространить ответственность собственников за утилизацию их отходов (активов) вплоть до этапа завершения их жизненного цикла в качестве ВСР. В частности, такой подход может быть реализован на основании концепции расширенной ответственности производителей [Хорошавин, 2020].

Думается, эффективному развитию утилизации ВСР во многом препятствует неоправданно низкая стоимость хранения переработанных отходов (она не только ниже, чем затраты на переработку отходов, но еще и не зависит от срока хранения).

Поэтому для формирования и успешного функционирования рынка ВСР требуется создать работоспособные правовые и экономические механизмы, которые бы сделали переработку и дальнейшее использование продукции из ВСР более выгодными для собственников, чем их накопление и хранение. Например, за счет установления значительно более высоких цен за захоронение отходов, пригодных для переработки и/или установления нормативных сроков на хранение неиспользуемых отходов на базах-полигонах и т.д.

Предпосылки и перспективы развития рынка ВСР

Для повышения эффективности функционирования отрасли по переработке ВСР России необходимо использовать опыт индустриально развитых стран, активно применяющих правовые и экономические механизмы стимулирования данного рынка, которые делают его привлекательным для всех участников и выгодным для потенциальных инвесторов. На Западе активно внедряется идея «Промышленного симбиоза» для переработки отходов — это когда неизрасходованные природные материалы и отходы одного производителя становятся сырьем для других. Одним из основных факторов успешной реализации подобных проектов является создание эффективно функционирующей консультативной группы по проекту, включающей представителей различных отраслей промышленности и определение «лидера проекта», т.е. компании, мотивирующей, осуществляющей информационное обеспечение и направляющей деятельность других участников.

Например, в Великобритании в рамках Национальной программы промышленного симбиоза (NISP)²⁹ для оптимизации использования вторичных ресурсов на взаимовыгодных договорных условиях были объединены более 15 млн участников сферы переработки и использования отходов. В результате восьмилетней работы программы дополнительно было использовано (предотвращено захоронение) свыше 47 млн т промышленных отходов, сформирован объем новых продаж на сумму более 1 млрд фунтов стерлингов, а также создано и сохранено около 10 млн рабочих мест [Батова и др., 2019].

Учитывая особенности переработки и использования остаточного материального и энергетического потенциала ВСП, промышленный симбиоз позволяет получить значительные экономические, экологические и социальные преимущества за счет повышения эффективности использования всех доступных ресурсов без значительных финансовых вложений со стороны государства.

Использование такого подхода позволяет оптимизировать производительность промышленных предприятий и их материально-техническое обеспечение, ускорить передачу технологий и экологических инноваций, так как устоявшаяся практика или давно известное решение в одной отрасли промышленности может быть инновацией в другой.

Во все большем количестве стран переработка ВСП становится экономически более выгодным процессом для собственников, чем их хранение на свалках. Дробление и регенерация отходов нередко прописаны в нормативных регламентах разборки зданий и сооружений. Строителям просто не оставляют другой возможности распорядиться ОСС. В ряде стран (Германия, Голландия, Дания и др.) законы об обращении с отходами определяют для застройщиков обязательные квоты на реализацию остаточных материалов, причем эти нормативы год от года увеличиваются. Так, в Германии квоты на переработку и реализацию вторичной строительной продукции должны к концу 2020 г. достичь 100%.

²⁹ Национальная программа промышленного симбиоза в Великобритании одной из первых была реализована в индустриальном районе региона Хамбер и показала достаточно высокие экономические результаты. URL: <https://aventine.ru/realizacziya-promyshlennogo-simbioza-v-industrialnom-rajone-regiona-hamber-v-velikobritanii/> (дата обращения: 19.03.2020).

В России рынок сбыта и потребления ВСР только формируется. К настоящему моменту разработаны и применяются экологически безопасные и ресурсосберегающие технологии и методы переработки отдельных видов ВСР, налажено изготовление высокопроизводительного перерабатывающего оборудования, некоторые виды вторичной продукции, полученной при переработке общестроительных видов ресурсов (бетона, железобетона, кирпича, гипса, грунта и др.), используются в новом строительстве и при производстве строительных материалов. Неплохо (еще с советских времен) развита переработка металлического лома. Развивается рынок вторичного оборудования, сформированный по отраслевому принципу.

По мнению отдельных авторов [Дубинчина, 2019], в последние годы в сфере переработки ВСР складываются довольно благоприятные условия для инвестирования.

- Одним из обязательных критериев при оценке инвестиционных рисков в любой отрасли является государственная поддержка. Названные выше основные программные документы показывают положительный настрой государства на развитие сферы обращения отходов производства и потребления и поддержки инвестиционных проектов. На реализацию только национального проекта «Экология» государством выделены финансовые ресурсы в размере 4041 млрд руб.³⁰

- При оценке рисков отрасли инвестирования рейтинговые агентства и финансирующие организации обращают особое внимание на достаточность и качество правовой и/или договорной базы, ясность законодательства. В сфере переработки ВСР, несмотря на определенные проблемы, основные нормативно-законодательные документы, регулирующие взаимоотношения участников рынка, приняты [Гузь, Пертов, 2019].

- В отрасли по переработке ВСР существует относительная стабильность в наличии исходного сырья и спроса на вторичную строительную продукцию, что снимает часть рыночных рисков при принятии инвестиционного решения.

На наш взгляд, с учетом этих факторов в сфере переработки ВСР можно выделить два крупных направления инвестирования.

³⁰ URL: <https://strategy24.ru/rf/ecology/projects/natsional-nyy-proyekt-ekologiya> (дата обращения: 15.01.2020).

1. Переработка ранее накопленных ВСР на полигонах и свалках. Основная цель при этом – обеспечение сохранности существующих экологических систем, снижение отрицательного воздействия хранящихся неиспользуемых отходов на окружающую среду и население. Основные объекты инвестирования – проекты по модернизации эксплуатации действующих полигонов, создания на них перерабатывающих комплексов, в отношении законсервированных полигонов – рекультивация и переработка запасов. Поскольку на подобных проектах затраты многократно превышают потенциальные доходы от продажи продуктов переработки, но при этом они имеют большой экологический эффект и социальное значение, единственно возможным инвестором, по нашему мнению, является государство, на котором лежит ответственность за улучшение качества жизни населения и обеспечение защиты окружающей природной среды.

2. Переработка вновь образующихся ВСР. Основные объекты инвестирования – проекты по модернизации и наращиванию мощности существующих предприятий, создание новых перерабатывающих комплексов. Их доходная часть определяется возможностью снижения себестоимости производимой продукции за счет применения высокоэффективных технологий, повышения доли использования ВСР в материально-техническом производстве, роста объемов реализации. Такие проекты могут быть интересны частному бизнесу.

Заключение

Одной из актуальных проблем при реализации национальных проектов и реновации ветхого жилого фонда в России является необходимость переработки растущего количества отходов, образующихся при сносе, реконструкции, модернизации и техническом перевооружении объектов.

Согласно целевым установкам руководства страны, основным мировым трендам в области обращения с отходами, основным методом утилизации ОСС должен стать их рециклинг и использование в качестве вторичных строительных ресурсов. Увеличение объемов рециклинга позволяет сократить истощение запасов природных полезных ископаемых путем замены в промышленном производстве части необходимого минерального сырья вторичными сырьем и материалами. При этом снижается

объем наиболее экологически вредных технологических этапов добычи и переработки первичных ресурсов, улучшается состояние окружающей среды, повышаются качество и безопасность жизни населения,

Базовый подход к повышению эффективности рециклинга ВСР, подтвержденный мировой практикой, должен состоять в организации управления данным процессом на всех этапах жизненного цикла строительной продукции, а не только лишь после того, как ресурсы покинули сферу производства в виде неиспользуемых отходов.

Одной из основных задач, решение которой позволит обеспечить достижение указанных целей, является создание экономических условий для развития в России мощной, высокотехнологичной и экологически безопасной отрасли переработки ВСР.

Для этого требуется, в частности, так отрегулировать размеры экологических, налоговых, лицензионных и иных платежей, чтобы совокупная стоимость хранения отходов стала выше затрат на их переработку.

Отечественный рынок ВСР находится в стадии формирования, отдельные его сегменты развиваются неравномерно, но в целом, по мнению авторов, инвестирование в развитие переработки ОСС и ВСР на основе современных технологий становится прибыльным для частных инвесторов. При этом наиболее сложные и дорогостоящие проекты в данной сфере, не приносящие прибыль в материально-техническом производстве, но позволяющие решить экологические и социальные проблемы, остаются в зоне ответственности государства.

Следует отметить, что важными направлениями развития данного рынка являются формирование в обществе «экологического сознания», создание информационной базы по существующим вторичным строительным ресурсам и рынкам их сбыта, подготовка специалистов в сфере обращения таких ресурсов.

Литература

Анопченко Т. Ю., Кирсанов С. А., Чернышев М. А. Зарубежный опыт управления в сфере твердых бытовых отходов // Российский академический журнал. 2014. № 1. Т. 27. С. 8–14. <http://oaji.net/articles/2014/1391-1415278466.pdf> (дата обращения: 19.03.2020).

Бадмаев В. С. Государственное регулирование в сфере ТКО: анализ ключевых направлений // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2019. № 10. С. 12–13.

Батова Н., Сачек П., Точицкая И. Финансирование циркулярных бизнес-проектов. BEROC Green Economy Policy Paper Series. 2019. № 6. 20 с. [Эл. ресурс]. URL: http://www.beroc.by/webroot/delivery/files/PP_GE_6_financ..pdf.

Владимиров С. Н. Проблемы переработки отходов строительной индустрии // Системные технологии. 2016. № 19. С. 101–105.

Волкова А. В. Рынок утилизации отходов. Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. 2018. 87 с.

Вопросы, требующие решения. Актуальное интервью // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2019. № 4. С. 8–9.

Голиков Р. А., Суржиков Д. В., Кислицына В. В., Штайгер В. А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 5. С. 20–31.

Григорьева Л. С. Перспективы переработки строительных отходов // Естественные и технические науки. 2015. № 6. С. 590–592.

Гузь А. В., Петров И. Б. Законопроект Минпромторга России о регулировании обращения со вторичными ресурсами // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2019. № 9. С. 48–52.

Дубинчина С. В. Операционная стадия инвестпроекта. Какие риски учесть инвестору // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2019. № 2. С. 23–27.

Краснощечков В. Н., Лунев Г. Г. Методика оценки экономико-экологической эффективности комплексного использования вторичных строительных ресурсов // Международный журнал «ЭПОС». 2017. № 1 (69). С. 101–111.

Лунев Г. Г. Развитие методологии комплексного использования вторичных строительных ресурсов (монография). М.: Издательство ООО «Научтехлитиздат», 2019. 284 с.

Лунев Г. Г., Прохоцкий Ю. М. Проблемы комплексного рециклинга вторичных строительных ресурсов // Научно-практический журнал «Компетентность». 2018. № 8. С. 23–33.

Морозова Г. А., Трофимова Т. В. Экономическая оценка рационального использования вторичных ресурсов. Экономические науки // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2012. № 2 (2). С. 214–218.

Никулчев Ю. В. Управление отходами. Опыт Европейского союза. Аналит. обзор/РАН ИНИОН. Центр научн. – информ. исследов. глоб. и регионал. пробл. Отд. проб. европ. безопасности. (Сер.: Социальные и экономические проблемы глобализации). М., 2017. 55 с.

Олейник С. П. Единая система переработки строительных отходов. М.: СвР – АРГУС, 2006. 336 с.

Олейник С. П., Чулков В. О. Управление обращением с отходами строительства и сноса // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2016. Т. 3. № 1. [Эл. ресурс]. URL: [// resources.today/PDF/03RRO116.pdf](http://resources.today/PDF/03RRO116.pdf).

Тенденции и практика экономики замкнутого цикла в сфере обращения с отходами. Обзоры и аналитика // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2019. № 5. С. 26–30.

Третьяков В. М. Об отдельных вопросах организации деятельности по обращению с ТКО // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2019. № 12. С. 18–23.

Хорошаевин А. В. Практика реализации РОП в России // Научно-практический журнал ТБО (Твердые бытовые отходы). 2020. № 2. С. 16–21.

Чулков В. О. Производство и использование строительных материалов, изделий и систем: Т. 3. Остатки деятельности: мусор и отходы. Обращение с отходами, их рециклинг и использование. Серия «Инфографические основы функциональных систем» (ИОФС). Изд. второе, перераб. и доп. М.: СВР – АР-ГУС, 2011. 288 с., ил.

Статья поступила 14.07.2019.

Статья принята к публикации 13.03.2020.

Для цитирования: *Лунев Г. Г., Прохоцкий Ю. М.* Рециклинг вторичных строительных ресурсов. Проблемы и перспективы отрасли на примере г. Москвы // ЭКО. 2020. № 4. С. 166–192. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-4-166-192.

Summary

Lunev, G.G., Ph D. (Econ.), Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, development "Recycle materials", corresponding member AIN A.M. Prokhorov, Department of biological science, environmental and technological challenges to sustainable development AIN, Prokhotzkiy, Yu. M., Doct. Sci. (Techn.), AIN A.M. Prokhorov, Academy of Military Sciences, Moscow.

Recycling of Secondary Building Resources. Problems and Prospects of the Industry on the Example of Moscow

Abstract. The article analyzes the problem of recycling construction and demolition waste in Russia, which is particularly relevant in connection with the activation of housing renovation projects and the implementation of national projects. The most effective method of utilization is recycling, i.e. processing as secondary building resources, but in terms of the share of recycled construction waste (about 10% of their total volume), Russia lags far behind developed countries. On the example of Moscow, the preliminary results of the initial stage of renovation of dilapidated housing stock are considered and the main problems that determine the development and efficiency of investment in the construction waste processing industry are identified. The main ones are the insufficient capacity of existing enterprises and the complexity of organizing the process of collecting and sorting waste directly on the construction site. In order to overcome these limitations, the authors offer a flowchart of the structure and stages of complex recycling of secondary construction resources. The main cost-effective technologies of secondary building resources, processing that are promising for investment in the development of small and medium-sized businesses using market mechanisms and state regulation are identified and considered.

Keywords: *secondary material resources; secondary building resources, investment project; demolition work; construction and demolition waste; renovation; waste recycling; resource conservation; economic and environmental efficiency; environmental safety, market of secondary resources.*

References

- Anopchenko, T.Yu., Kirsanov, S.A., Chernyshev, M.A. (2014). Foreign experience of management in the sphere of solid waste. *Russian academic journal*. No. 1. Pp. 8–14. Available at: <http://oaji.net/articles/2014/1391-1415278466.pdf>. (In Russ.).
- Badmaev, V.S. (2019). State regulation in the field of TKO: analysis of key areas. *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 10. Pp. 12–13. (In Russ.).
- Batova, N., Sachek, P., Tochitskaya, I. (2019). Financing of circular business projects. *Outreach Green Economy Policy Paper Series*. No. 6. 20 P. Available at: http://www.beroc.by/webroot/delivery/files/PP_GE_6_finance.pdf. (In Russ.).
- Chulkov, V.O. (2011). *Production and use of building materials, products and systems*: Vol. 3. *The remains of activities: rubbish and waste. Waste management, recycling and use*. Seriya «Infograficheskie osnovy funktsional'nyh sistem» (IOFS). Moscow, SVR-ARGUS. Publ. 288 p., il. (In Russ.).
- Dubinchina, S.V. (2019). Operational phase of the investment project. What risks should the investor consider. *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 2. Pp. 23–27. (In Russ.).
- Golikov, R.A., Surzhikov, D.V., Kislitsyna, V.V., Steiger, V.A. (2017). Impact of environmental pollution on public health (literature review). *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. No. 5. Pp. 20–31. (In Russ.).
- Grigorieva, L.S. (2015). Prospects for recycling construction waste. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. No. 6. Pp. 590–592. (In Russ.).
- Guz', A.V., Petrov, I.B. (2019). Draft law of the Ministry of industry and trade of Russia on regulating the treatment of secondary resources. *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 9. Pp. 48–52. (In Russ.).
- Issues that need to be addressed. Current interview. (2019). *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 4. Pp. 8–9. (In Russ.).
- Khoroshavin, A.V. (2020). The practice of implementation of ROP in Russia. *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 2. Pp. 16–21. (In Russ.).
- Krasnoshchekov, V.N., Lunev, G.G. (2017). Methods of assessment of economic and environmental efficiency of complex use of secondary construction resources *Mezhdunarodnyi zhurnal «EPOS»*. No. 1 (69). Pp. 101–111. (In Russ.).
- Lunev, G.G. (2019). *Development of methodology of complex use of secondary construction resources (monograph)*. Moscow, “Nauchtekhlitizdat” Publ. 284 p. (In Russ.).
- Lunev, G.G., Prokhotskiy, Y.M. (2018). Problems of complex recycling of secondary construction resources. Moscow, *Nauchno – prakticheskii zhurnal «Kompetentnost»*. No. 1. Pp. 23–33. (In Russ.).
- Morozova, G.A., Trofimova, T.V. (2012). Economic assessment of rational use of secondary resources. *Economic Sciences Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N. I. Lobachevsky*, No. 2 (2). Pp. 214–218. (In Russ.).
- Nikulichev, Yu.V. (2017). *Waste management. Experience of the European Union. Analyte. review*. RAN INION. The center for scientific. – inform. research. globe. and regional. prob. Ed. samples'. europeans'. safety. (Ser.: Social and economic problems of globalization). Moscow. 55 p. (In Russ.).

Oleynik, S.P. (2006). *Unified system of processing of construction waste*. – Moscow. SVR-ARGUS Publ. 248 p. (In Russ.).

Oleynik, S.P., Chulkov, V.O. (2016). Management of construction and demolition waste management. *Online magazine "Waste and resources"*. Vol. 3. No. 1. Available at: // resources. today /PDF/03RRO116.pdf. (In Russ.).

Trends and practices of the closed-cycle economy in the field of waste management. Reviews and analytics. (2019). *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 5. Pp. 26–30. (In Russ.).

Tretyakov, V.M. (2019). On certain issues of organization of activities for the treatment of TKO. *Scientific and practical journal of solid waste (Solid waste)*. No. 12. Pp. 18–23. (In Russ.).

Vladimirov, S.N. (2016). Problems of waste processing in the construction industry. *System technology*. No. 19. Pp. 101–105. (In Russ.).

Volkova, A.V. (2018). *The recycling market*. National research University. Higher school of Economics. 87 p. (In Russ.).

For citation: Lunev, G.G., Prokhotskiy, Yu.M. (2020). Recycling of Secondary Building Resources: Experience of Problems Setting in the Renovation of Housing in Moscow. *ECO*. No. 4. Pp. 166-192. (In Russ.)/ DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-4-166-192.