Анализ и способы решения проблемы переработки строительных отходов в Тамбовской области

Содержание

Введение……..3

ГЛАВА 1. Рынок услуг по утилизации строительных отходов

1.1 Структура и виды строительных отходов…….…..8

1.2. Анализ методов переработки строительных отходов. Рециклинг бетона: утилизация бетона, переработка бетона……...…18

1.3. Характеристика технологии и оборудования для утилизации строительных отходов……...……28

ГЛАВА 2. Проблема утилизации строительных отходов

2.1 Целесообразность вторичного использования строительных отходов…51

2.2 Решение задач по вопросу утилизации строительных отходов в регионах. Рациональное применение вторичного щебня в Тамбовской области……55

2.3 Мировая практика в решении проблемы по переработки строительных отходов……...…62

ГЛАВА 3. Эколого-экономическая целесообразность переработки бетона в Тамбовской области.

3.1 Эколого-экономическая оценка эффективности вторичного использования бетонных отходов……72

3.2 Методологические подходы и рекомендации к определению приоритетности способов переработки бетонных отходов с учетом эколого-экономических факторов…….76

Заключение…….……85

Список использованных источников……...…87

Введение

Актуальность исследования. В Федеральном Законе РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ указывается на необходимость разработки и реализации государственной политики в области охраны окружающей среды, которая обеспечивает сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколения и обеспечения экологической безопасности.

Анализ практики применения действующего механизма управления природопользованием показывает, что требуется его совершенствование на основе разработки эффективных экономических и организационных мер, которые позволят достичь согласования экономических и экологических интересов и потребностей общества. К числу таких приоритетных сфер деятельности, связанных с гармонизацией отношений предприятия и окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, относится сфера обращения строительных отходов.

Актуальность исследования во многом определена отсутствием до настоящего времени методологии и организационно-экономического механизма рационального природопользования в сфере вовлечения строительных отходов в хозяйственный оборот, что предопределяет практическую ценность данной работы.

Степень научной разработанности проблемы. Вопросам изучения эколого-экономических взаимодействий, эколого-экономических проблем и поиску путей устойчивого развития экономических и экологических интересов общества посвящен ряд научных работ отечественных и зарубежных ученых -Т.А. Акимовой, О.Ф., Ю.В. Бабиной, С.Н. Бобылева, К.Г. Гофмана, И.П. Глазыриной, А.А. Гусева, В.И. Данилова-Данильяна, П.В. Касьянова, Р. Коуза, М.Я. Лемешева, Н.Н. Лукьянчикова, Л.Г. Мельника, Г.А. Моткина, Е.В. Рюминой, В.К. Резанова, Н.П. Тихомирова, Н.В. Чепурных, Т.С. Хачатурова, А.В. Шевчука В. Шульца и др.

Вопросам экономического регулирования в сфере природопользования, в том числе, в сфере обращения с отходами строительства и сноса посвящены исследования А.Д. Думнова, Р.Г. Мамина, Н.В. Пахомовой, И.М. Потравного, В.А. Улицкого, Я.Я. Яндыганова и др.

Цель исследования на основании эколого-экономической оценки эффективности вторичного использования бетонных отходов определить методологические подходы и рекомендации к определению приоритетности способов переработки бетонных отходов с учетом эколого-экономических факторов.

Для решения поставленной проблемы были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Исследовать роль и место отходов строительства и сноса в системе эколого-экономических отношений городского хозяйства.

2. Выполнить анализ направлений и методов использования и утилизации отходов строительства и сноса в России и за рубежом;

3. Исследовать возможность переработки и комплексного использования в качестве вторичного сырья отходов строительства и сноса;

4. Определить наиболее экономически и экологически обоснованные варианты сноса зданий и строений;

5. Разработать рекомендации, направленные на повышение инвестиционной привлекательности и снижение затрат на снос и дальнейшую переработку отходов строительства и сноса, по сравнению со сносом и дальнейшим захоронением;

6. Разработать методические подходы по оценке вреда от захоронения отходов строительства и сноса;

7. Выполнить анализ существующей нормативно-правовой базы по проблеме переработки и использования отходов строительства и сноса;

9. Обосновать комплексный подход по разборке зданий с последующей переработкой и повторным использованием полученных материалов.

10. Разработать методические подходы и рекомендации по совершенствованию механизма экономического регулирования и управления в области обращения с отходами строительства и сноса.

Объектом исследования являются строительные комплексы и городское хозяйство Тамбовского региона, где осуществляется деятельность по переработки отходов строительства и сноса.

Предмет исследования - экономические отношения и методы эколого-экономического регулирования и управления, возникающие в сфере обращения отходов производства и потребления в строительной отрасли.

Методология и методика исследования. Теоретической и методологической базой диссертации являются исследования в области экономики природопользования и охраны окружающей среды, материалы Конференции ООН 1992 года по охране окружающей среды и развитию, материалы Всемирного саммита ООН по устойчивому развитию «Рио +10» (Йоханнесбург, 2002 г.), Федеральный Закон РФ «Об охране окружающей среды», (2002 г.), Экологическая доктрина РФ (2002 г.) и другие нормативные акты, постановления Правительства РФ, Правительства города Москвы по вопросам природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения устойчивого развития экономики.

В процессе исследования использовались методические и нормативные материалы Министерства природных ресурсов РФ, Росстата, других министерств и ведомств, отечественных и зарубежных организаций в области экономики природопользования и охраны окружающей среды.

При решении поставленных задач применялся системный анализ, расчетно-аналитические методы и методы группировок, методы экологического картографирования, эколого-экономической оценки, расчетно-аналитический, балансовый, нормативный методы и другие.

Научная новизна исследования. В работе исследуется совокупность теоретических, методических и практических проблем, связанных с

экономическим регулированием и управлением в сфере обращения отходов строительства и сноса, на основе комплексного подхода.

ГЛАВА 1. Рынок услуг по утилизации строительных отходов

1.1 Структура и виды строительных отходов.

Мы живем в большом мегаполисе с многомиллионным населением и вопрос о вывозе и утилизации бытовых и промышленных отходов стоит довольно остро. Жители нашего города хотят видеть его чистым и поэтому предприятия и организации осуществляющие свою деятельность на территории СПБ и ЛО должны добросовестно относиться к проблеме экологии. В результате жизнедеятельности человека образуются отходы, которые можно разделить на 3 основных типа и 5 классов опасности.

По происхождению отходы делятся на:

- Твердые бытовые отходы (ТБО) — образуются в жилом секторе, в предприятиях торговли, административных зданиях, учреждениях, конторах, дошкольных и учебных заведениях, культурно-спортивных учреждениях, железнодорожных и автовокзалах, аэропортах, речных портах. Кроме того к ТБО относятся крупногабаритные отходы, дорожный и дворовый мусор. Состоят из бумаги, пластмассы, мебели, стекла, одежды и вещей отслуживших свой срок, пищевых отходов.
- Строительные отходы — образуются в результате строительства зданий и сооружений или их сноса, при проведении строительно-монтажных работ. Состоят из боя кирпича, боя керамической плитки, застывшего раствора, щебня, древесных отходов, металлолома, тара из под лакокрасочных материалов (ЛКМ), боя стекла.
- Промышленные отходы — образуются в результате деятельности различных организаций и предприятий, производства товаров и услуг. Состоят из отработанных масел, нефтешламов, кислот, щелочей, отработанных аккумуляторов, покрышек и прочих отходах образующихся в результате производственных процессов.

Утилизации подлежат многие строительные отходы, зависит это от нескольких параметров. Всего выделяют 3 категории отходов:

- 1 категория – отходы, которые образованы, как правило, в начале строительства (тяжелый крупногабаритный мусор, возникающий при сносе здания).
- 2 категория – отходы, возникающие во время строительства (упаковки от строй материалов).
- 3 категория – мусор, который образовался при выполнении отделочных работ.

Класс опасности и степень воздействия на окружающую среду, строительных отходов

Известно, что при строительных и ремонтных работах образуется большое количество отходов - так называемого строительного мусора. В эту категорию попадают разрушенные останки стен, полов и перекрытий, бетона и металлоконструкций, стройматериалов и продукции для отделки, обломки древесины и упаковка. Все, что считается ненужным, старым, разрушенным и отслужившим свой срок, является отходами, представляющими опасность и требующими своевременного вывоза и утилизации.

От ***степени воздействия на окружающую среду*** строительный мусор делится на пять классов:

- 1 – чрезвычайной опасности
- 2 – высокой опасности
- 3 – умеренной опасности
- 4 – слабой опасности
- 5 – нейтральный (неопасный)

Мусор 1 и 2 класса представляет угрозу для человека и природной экосистемы, требует осторожного обращения при сборе, специальных транспортных средств для вывоза и особых мер по нейтрализации. Его проникновение в воздушный и водный бассейн чревато неприятными последствиями для всего природного пространства. Восстановление нарушенного таким мусором естественного баланса занимает около 30 лет.

К этому типу отходов относятся мельчайшие дисперсные взвеси – лаки, краски, растворители и прочие средства, содержащие токсины и способные

причинить вред здоровью человека, вызвать аллергическую реакцию, отравление, нарушить работу систем организма.

К 3 классу относятся провода, растворители и ацетон, потерявшие свои свойства, песок с примесью масел и бензина, цементная пыль и прочие.

Отходы 4 и 5 класса – это различного вида строительный мусор: кирпич, бетон, гипсокартон, обои, оконные рамы и двери, штукатурка и упаковка, остатки природных стройматериалов.

Способы определения класса опасности

Специалисты пользуются тремя основными способами определения класса опасности. В первую очередь, это **экспериментальная методика**, предназначенная для определения токсических свойств, которыми преимущественно обладают промышленные отходы и продукты производства. В целях повышения точности исследования проводятся на основе результатов оценки токсичности применительно к нескольким видам продуктов, материалов, видов животных или штаммов растений. Применяется и **расчетный способ** определения токсикологической опасности, который базируется на данных о характеристиках отдельных веществ. Особенностью этого подхода является дополнительное использование аналитического исследования отходов. К сожалению, этот метод подразумевает целый ряд технологических ограничений в процессах исследования, поэтому его качество уступает прямому токсикологическому изучению свойств объекта. Тем не менее, финансовая доступность расчетной методики позволяет определять класс опасности отходов в менее ответственных случаях, где также нецелесообразно подключение средств экспериментального способа. Третьим же методом определения опасности отходов является **компьютерный расчет.** Это направление пока еще находится на этапе становления, но есть вероятность, что он сможет обеспечить высокую точность обследования объектов при небольших затратах

Развитие промышленного сектора и активное вхождение в бытовое пользование синтетических материалов ставит перед органами санитарно-

гигиенического контроля новые задачи в обеспечении экологической безопасности. В частности, разрабатываются более эффективные методы определения признаков опасности отходов, что позволяет использовать классификации, соответствующие реальному положению в сфере утилизации продуктов переработки. На этом фоне главным инструментом дифференциации вредных веществ и материалов становится класс опасности отходов, на основе которого подбираются средства их дальнейшей утилизации. Вместе с этим по-прежнему актуальны вопросы обращения с вредными веществами и смесями – технологии хранения и переработки регулярно совершенствуются, позволяя увеличивать экологическую безопасность.

Классификация по степени воздействия на организм человека.

Существует четыре класса опасности отходов, по которым определяется степень вредного воздействия на организм. Категории устанавливаются на основе анализа конкретных свойств объекта и дальнейшего их сопоставления с нормативными показателями. В **первый клас**с опасности отходов с точки зрения воздействия на здоровье человека входят следующие вещества: бериллий, трихлордифенил, протактиний, линдан озон, диэтилртуть, пентахлордифенил, таллий, акролеин, этилмеркурхлорид, теллур, плутоний, ртуть, оксид свинца, полоний, бензапирен, фтороводород, тетраэтилсвинец и т.д. **Второй класс** распространяется на высокоопасные вещества, среди которых гептахлор, атразин, селен, формальдегид, сероводород, хлор, четыреххлористый углерод, гексахлорбензол, кобальт, цианиды, литий, бор, бромоформ, мышьяк, фосфаты, дибромхлорметан, кадмий, свинец, молибден и другие. В **третий класс** входят опасные элементы и смеси с умеренными коэффициентами опасности: этиловый спирт, серебро, никель, алюминий, медь, железо, хром, фосфаты, барий, марганец и нитраты. К представителям **четвертого класса** относятся малоопасные вещества, такие как хлориды и симазин. Определение степени опасного воздействия на организм человек основывается на нескольких показателях смертельной дозы, требуемой для

летального исхода. В частности, класс опасности отходов в данной градации может рассчитываться в зависимости от характеристик вредного влияния при введении элемента в желудок, при контакте с кожным покровом и при воздействии в качестве воздушной концентрированной среды.

Классификация по воздействию на экологию.

В соответствии с данной классификацией выделяется 5 уровней опасности отходов, которые учитываются при обращении с веществами, хранении и утилизации. При этом важно учитывать, что данная классификация отходов условна и определяет максимально возможный вред, который способен принести конкретный материал или элемент. Иными словами, классом определяется потенциальная опасность отходов. Основой для расчета степени вреда для окружающей среды служат нормативные акты органов надзора, которые формируются при учете отраслевых документов. Как и в случае с веществами, вредными для человека, элементы, представляющие опасность для окружающей среды, могут входить в разные классы одновременно. Это связано с тем, что классификация отходов базируется на общих свойствах материалов, которые могут проявляться по-разному в зависимости от условий применения. Это относится и к химическим веществам, и к загрязнителям воздуха, и к другим категориям отходов.

1 класс это самая высокая степень воздействия отходов на окружающую среду. При контакте с объектом экологическая система нарушается с необратимыми последствиями, поэтому и период для восстановления к этой категории не применяется. В список отходов этого класса входят:

-отработанные трансформаторы и конденсаторы с трихлордифенилом и пентохлордифенилом;

- полихлорированные отходы от терфенилов и дифенилов;

- крезол в виде остатков, утративших потребительские качества;

- шлам с содержанием тетраэтилсвинца и металлоорганических соединений;

- солевые отходы твердых солей мышьяка;

-отработанные масла синтетического и минерального происхождения, которые содержат в составе терфенилы и дифенилы;

-ртутьсодержащие материалы.

Согласно правилам природоохранного надзора, вывоз отходов 1 класса должен осуществляться отдельно от вредного мусора других категорий. Также для его хранения предусматривается специальная тара с повышенной безопасностью. Как правило, для этой цели используется оцинкованный контейнер. Наполненные контейнеры маркируют соответствующими наклейками с указанием вида отходов, правил сбора и вывоза, а также описанием контактной информации организации, которая обеспечивает транспортировку и утилизацию. Стоит отметить, что наиболее опасными веществами этого класса являются ртутьсодержащие – эти отходы даже в контейнере занимают специальное место с твердой изоляцией и ограничением доступа.

2 класс - опасность воздействия отходов этого класса оценивается как высокая. Основу веществ составляют промышленные отходы и часть бытовых, при этом экологическая система в результате поражения восстанавливается через 30 лет при условии полной ликвидации источников воздействия. К отходам с влиянием высокой опасности относятся:

-отработанная аккумуляторная кислота на основе серы;

- отработанная щелочь от аккумулятора;

-медно-жильный кабель со свинцовым покрытием, который утратил потребительские качества;

- рафинированные остатки нефтепродуктов, отходы кислого дегтя и смол;

-отходы твердых свинцовых солей;

-отходы твердого хлорида меди;

- незагрязненные свинцовые опилки и т.д.

В России вопрос контроля выбрасываемых отработанных аккумуляторов стоит наиболее остро. Так, ежегодный объем таких изделий составляет порядка 3 млн. единиц. В расчете на чистый свинец это эквивалентно 90 тыс. т. Усугубляется проблема отходов 2 класса длительным

и трудноустранимым кислотным отравлением почвы. Сбор таких материалов и веществ также осуществляется раздельно от прочих отходов. В дальнейшем они содержатся в специально оборудованном поддоне с защитой от разливов электролита. Обычно поддоны хранятся на полигонах в ремонтных участках, на которых может производиться и утилизация отходов соответствующего класса. Эксплуатация контейнера предусматривает наличие навеса, который защищает отходы от осадков.

3 класс. В эту группу включаются отходы, потенциальный урон окружающей среде от которых квалифицируется как умеренно опасный. Преимущественно это бытовые отходы, а также производственный хлам и продукты химической переработки. Экосистема в случае поражения ими также нарушается, однако время на восстановление занимает в среднем 10 лет с момент принятия мер по сокращению вредного воздействия от источника. К отходам с умеренной опасностью для окружающей среды относятся:

-незагрязненный медный провод с никелевым покрытием, утративший потребительские качества;

-обтирочные материалы, которые были загрязнены вредными маслами;

-очистной шлам от емкостей и трубопроводов, обслуживающих нефтепродукты;

-цементная пыль;

-пыль табачная;

-вышедший из срока годности ацетон;

-песок, залитый бензином или вредными маслами;

-куриный свежий жир, а также утиный и гусиный помет;

-свежий навоз от содержания свиней и др.

В основном отходы этого класса не требуют отдельного содержания и сбора, однако в случае с нефтепродуктами все же требуется применение специальных емкостей. При этом располагаться тара может и в ремонтном участке, и вне его пределов. Перед тем, как осуществить вывоз отходов, предприятия оборудуют площадки сбора покрытиями и навесами для защиты

от дождя. Кроме того, емкости снабжаются поддонами, которые предотвращают розлив нефтепродуктов.

4 класс. Это класс малоопасных веществ и материалов, которые не представляют серьезной опасности для экологического фона, тем не менее, на восстановление после заражения требуется около трех лет. Облегчаются и мероприятия по обслуживанию – так, хранение отходов может осуществлять прямо на территории, которая планируется к регенерации. То есть в некоторых случаях возможно и самовосстановление экосистемы. К отходам, входящим в эту группу, относятся:

-строительный мусор, полученный в результате демонтажа конструкций и разбора зданий;

-несортированные отходы из жилищного хозяйства;

-твердые отходы от асфальта;

-отработанные покрышки;

-незагрязненная пыль от черных металлов;

-несортированные бытовые отходы от хозяйственных помещений на предприятиях;

-отходы с содержанием чугуна и бронзы;

-отходы от картона и бумаги;

-гипсовая, кирпичная и бетонная пыль;

- перья и пух;

-древесные опилки;

- свежий навоз от звероводческих ферм и др. В редких случаях в этот класс попадают нефтесодержащие вещества, которые являются наиболее вредными для данной категории. Однако утилизация отходов с элементами нефтепереработки выполняется уже без дополнительных технологических процедур – то есть путем сжигания без очистки от газов, которые выделяются в атмосферу. При этом сама организация данного процесса вполне реализуема на территории промышленных предприятий. Разумеется, определенный перечень нормативов руководители должны соблюдать, но эти правила несопоставимы с жесткостью, характерной для требований, по

которым осуществляется переработка отходов первых трех классов опасности. В последнем случае утилизация на неспециализированных площадках и вовсе может не допускаться, если организация не имеет соответствующей лицензии.

5 класс. Практически неопасные отходы, которые обеспечивают очень низкую степень вреда. Соответственно, и особых мер по реорганизации территории, на которых размещаются вещества этой группы, не предусматривается. Например, неопасные жидкие отходы практически не наносят вреда почве, хотя для ее сельскохозяйственного использования все же требуется специальная подготовка. В перечень отходов 5 класса опасности входят:

-продукты древесной переработки;

- яичная скорлупа (куриная);

- макулатура;

- гофрокартон и гипс;

-соломенная и древесная зола;

-керамика;

-щебень строительный;

- лом из разных металлов;

- незагрязненные пластмассовые емкости, утратившие потребительские качества;

- бой кирпичный строительный;

-кусковые цементные отходы;

- незагрязненная стальная стружка и т.д. Поскольку вышеописанные материалы относятся к малоопасным для экологии, их можно выбрасывать на свалку. Однако захоронение отходов в виде резины, пластика и металла позволит сохранить природные ресурсы. Кроме того, некоторые материалы могут быть отправлены на вторичное использование

В современных условиях основной объем строительных отходов образуется в результате выполнения разнообразных работ по капитальному ремонту и реконструкции зданий и сооружений, а также при новом

строительстве и производстве строительных материалов и изделий в виде брака и некондиционных железобетонных изделий. При этом отходы, образующиеся при сносе (демонтаже) зданий и сооружений, а также разборке дорожных покрытий, включены в состав капитального ремонта.

Структура строительных отходов по видам производств

Капитальный ремонт – 58.2 %

Реконструкция – 36.9%

Новой строительство 1.4%

Предприятия строительной индустрии 3.5%

Непосредственным источником образования строительных отходов в сфере предприятий строительной индустрии являются ДСК, ЖБИ, кирпичные заводы, предприятия по изготовлению ДСП, ДВП, кровельных и изоляционных материалов, фаянсовой и керамической продукции. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) выделяют следующие виды строительных отходов: отходы бетона и железо- бетона, сколы асфальта, отходы керамзитобетона, древесины, лом черных металлов, отходы рубероида, битума (мастики), линолеум.

Номенклатура и объемы отходов (Таб.1), образующихся при сносе одной секции жилого дома серии II-35 (Рис. 1).



Рис. 1 жилой дом серии II-35

Наименование отхода Лом несортированный и отходы черных металлов	Объем образования, т
Бой железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме	854,82

Бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме (керам- зитобетон)	175,49
Отходы гипса в кусковой форме	32,95
Отходы древесных строительных лесоматериалов, в том числе от сноса и разборки строений	23,64
Стеклянный бой незагрязненный (за исключением боя стекла электронно-лучевых трубок и люминесцентных ламп)	4,73
Отходы керамики в кусковой форме	1,61
Отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе (линолеум)	0,70
Отходы рубероида	1,56
Мусор строительный от разборки зданий	252,12
ИТОГО	1355,85

Таб.1 Номенклатура и объемы отходов

1.2 Анализ методов переработки строительных отходов. Рециклинг бетона: утилизация бетона, переработка бетона.

Демонтаж любой строительной конструкции неразрывно связан с проблемой поиска максимально эффективного способа осуществления такого процесса, как переработка строительных отходов, особенно – принадлежащих к категории твёрдых. Как свидетельствует практика, наиболее целесообразно прибегнуть к их предварительному измельчению. А поскольку упомянутые отходы могут быть представлены не только вышедшими из строя железобетонными изделиями, но и различными видами пластика, деревом, асфальтом и т. п., то на первый план выдвигается вопрос об их разделении.

Сортировка - начальный этап процесса переработки строительных отходов. Переработка строительных отходов - этапы приёма сырья, его внимательной сортировки и другой подготовки, предшествующие

собственно дроблению, грохоту, с ликвидацией металла, а также последующей транспортировке и складированию, очень важна. Явное изменение структурного состава отходов строительства (включая гидро- и теплоизолирующие материалы синтетического происхождения), реологические и прочностные характеристики которых далеко не постоянны, задачу утилизации строительного хлама не упрощает.

Сортировка может потребоваться не только по принципу принадлежности к той или иной группе материалов, но и внутри отобранной группы – пофракционное. Подобный подход вызван возможностью использовать бетонный либо асфальтный щебень без дополнительной переработки – в процессе дорожных работ или при оформлении ландшафта. Сортировочные работы, во время переработки строительных отходов, крайне важны ещё и потому, что существенно облегчают операции последующего измельчения, гарантируя бесперебойную работу специализированного оборудования.

Рассмотрим методы переработки строительных отходов.

Существуют статические (раскалывание, дробление, резка и расширение) и динамические (ударное, вибрационное, взрывные) методы разрушения строительных материалов, при этом удельные энергетические затраты более низкие при динамических методах. В настоящее время наибольшие результаты достигнуты в совершенствовании технологии разрушения строительных конструкций ударными методами, раскалыванием, резкой, дроблением и расширением.

Раскалывание.

При разрушении бетонных и железобетонных конструкций методом раскалывания используют гидроклинья, позволяющие работать без вредных воздействий вибраций, шума и пылеобразования. Гидроклин состоит из гидроцилиндра и расклинивающего устройства, вставляемого в высверленное отверстие и создающего усилие до 130 т, а также насосной станции, создающей давление в гидроцилиндре. Средняя

производительность гидроклиньев примерно в 510 раз выше по сравнению с ручными отбойными молотками (см. рисунок2).



Рис. 2 Гидроклинья при раскалывании бетонных конструкций

Резка

При разрушении находят применение способы резки, позволяющие расчленить сооружение или конструкцию на отдельные элементы (блоки), пригодные для повторного использования. При этом используются алмазные отрезные круги и термическая резка (рис. 3) с применением кислородного дутья, плазмы или электрической дуги. Современные машины с алмазными кругами позволяют резать железобетон на глубину до 400 мм и с механической скоростью подачи до 2 м/мин.



Рис. 3 Алмазные отрезные круги и термическая резка

Дробление

Дробление осуществляется с помощью зубьев, которые устанавливаются на бетоноломе или отдельно крепятся на экскаваторе (рис. 4). Сменное рабочее оборудование позволяет дробить железобетонные конструкции толщиной до 700 мм и фундаментов до 1200 мм.



Рис. 4 Зубья на экскаваторе

Разрушение

Для разрушения строительных конструкций с помощью расширения наиболее часто используют патроны жидкой углекислоты (кардокса)(рис. 5), действие которых основано на увеличении объема в результате перехода

углекислого газа из жидкого в газообразное состояние, при этом развиваемое давление изменяется от 125 до 275 МПа. В последнее время появились и другие расширяющиеся составы, действие которых основано на различных химических процессах, протекающих от нескольких часов до 30 мин. Разрушение конструкций происходит в результате расширения залитой в пробуренные шпуры смеси порошка с водой, но развиваемое в результате давление значительно ниже, чем при использовании каркаса (в пределах 3040 МПа). Поэтому таким способом разрушают, как правило, легкие железобетонные конструкции.

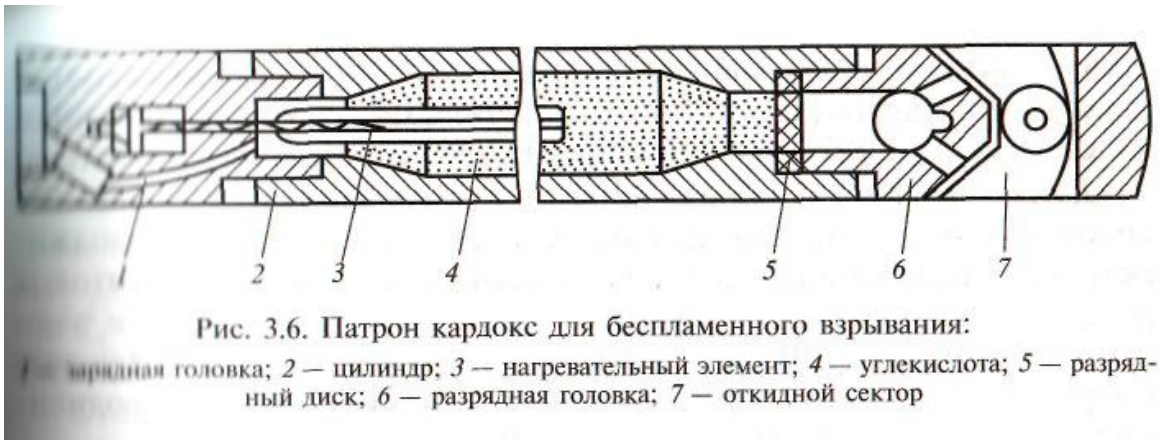

Рис. 3.6. Патрон кардокс для беспламенного взрывания:
1 — разрядная головка; 2 — цилиндр; 3 — нагревательный элемент; 4 — углекислота; 5 — разрядный диск; 6 — разрядная головка; 7 — откидной сектор



Рис. 5 Патрон кардокс

Ударные методы

Наиболее широкое распространение получили гидравлические и пневматические (рис.7) молоты на самоходных установках, отличающиеся высокой производительностью, мобильностью и возможностью точного

приложения удара. Гидравлические молоты (рис. 6) по сравнению с пневматическими имеют меньший уровень шума, вибрации и пылеобразования. Здесь лучше всего зарекомендовали себя гидравлические молоты с энергией единичного удара 9000 Дж и гидропневматические установки с нагрузкой до 3000 Дж.



Рис. 6 Гидравлический молот



Рис. 7Пневматический молот

До недавних пор, отходы строительства, полученного после сноса или завала зданий, вывозились на самосвалах и ликвидировались на полигонах для ТБО.

Принцип работы полигона (площадки) утилизации строительных отходов наиболее точно можно рассмотреть на примере переработки железобетонных изделий. Железобетонный лом, полученный на месте разрушения сносимых зданий и сооружений, транспортируется на полигон (площадку) по переработке, где предварительно складируется для подготовки к первичному дроблению.

С помощью экскаваторов такой материал ровняли, и эта площадка была фундаментом для других видов мусора. Утилизация строительных отходов, таким методом, не позволяла изымать на переработку пригодное вторсырье, такое как:

- завалы металлолома в виде арматур, перегородочных профилей, перил и прочего;
- стекло, масса которого, с учётом окон и балконов достигает нескольких тонн, на один многоэтажный дом;
- бетон, кирпичи и прочие каменные материалы.

Утилизация строительных отходов, подобный метод демонтажа, возможно, использовалась бы и дальше, но ограничение площадок и полигонов, не позволяет размещать отходы строительства в таких объёмах. Поэтому строительные отходы, с каждым годом становится все тяжелее уничтожать.

Россия, не первая страна в мире, у которой переработка строительных отходов и их вторичное использование изначально считалось перспективным. Но, тем не менее данная отрасль на сегодняшний день развивается довольно активно, во всех больших городах существуют специальные комбинаты или предприятия, занимающиеся:

- сбором;
- транспортировкой;
- сортировкой;

- очисткой;
- подготовкой;

и прочими манипуляционными действиями, подготавливающими вторсырье, к производственному процессу.

Ежегодно, отходы строительства занимают все большую площадь, их захоронение становится практически невозможным, без нанесения ущерба экологии, что в конечном результате влечёт за собой неблагоприятные последствия и для здоровья человека.

Строительные отходы, в России, ежегодно занимают сотни гектар площади, около 20 млн тонн вторичного материала, ждёт своей очереди на переработке, 60% из которых это кирпичные, каменные и железобетонные конструкции. Темп роста данного утиля, из года в год возрастает на 20%. Переработка строительных отходов, пока не может справиться даже с существующей массой на полигонах временного хранения.

Однако правительство РФ, всячески стимулирует и поддерживает подобные отрасли промышленности, позволяя им максимально быстро развиваться и работать на полную мощь. Как результат, такие действия дают положительный эффект, так как свозимые на свалки строительные отходы неуклонно уменьшаются в объёме.

Также, переработка строительных отходов, позволяет избежать ежегодного увеличения объёмов мусора на территории страны, что, в свою очередь, позволяет избежать негативного влияния на экологическую ситуацию. Ведь даже обработка земли, невозможна в тех местах, где захоронены строительные отходы.

Рециклинг бетона: утилизация бетона, переработка бетона

Утилизация строительных отходов, путём рециклинга, (рис. 8) позволяет значительно экономить финансовые средства, на сбор, транспортировку и прочие процедуры, поскольку такие отходы строительства, как бетон и кирпич, не нуждается в перемещении. При сносе здания почти всегда на его месте воздвигают новое строение, а это требует большое количество щебня для фундамента. Теперь же, переработка строительных отходов, вместо

щебня даёт измельчённый кирпич и бетон, полученные при демонтаже старого строения. Кроме экономии на погрузки и транспортировке, также не нужно платить за размещённые отходы строительства на свалках, поскольку они перерабатываются на месте их образования.

Рециклинг бетона – способ переработки остаков смеси на составляющие компоненты.

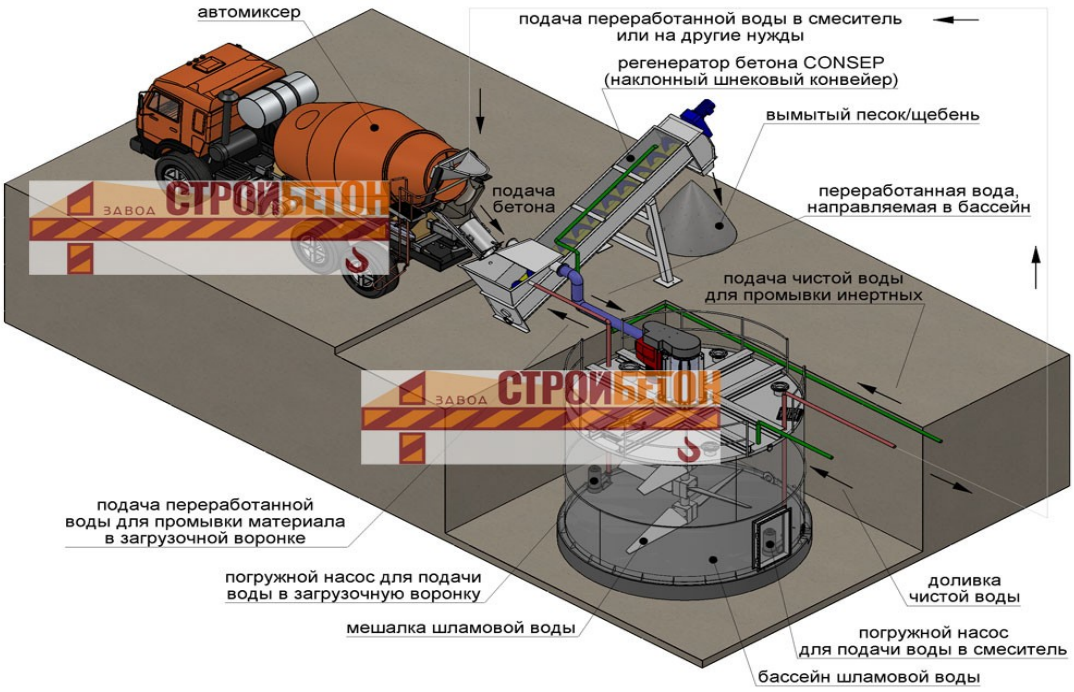

Рис. 8 Рециклинг бетона

Назначение: применение системы рециклинга направлено на снижение издержек и минимизацию количества отходов при производстве бетона и ЖБИ.

В конструкции системы рециклинга за основу взят высокопрочный шнековый сепаратор. Перерабатываемый материал разделяется на твердые частицы и «цементное молочко», которые потом используется в том же самом производстве бетонных смесей. Дополнительная очистка воды до необходимого состояния может производиться на дополнительно поставляемом оборудовании.

Производство бетона, как и любой другой производственный цикл не обходится без образования отходов. В свете все возрастающей проблемы сохранения чистоты окружающей среды повторное использование любых

производственных отходов выходит на первые строчки среди задач построения грамотного производственного цикла. Отличным примером подобной практики является повторное использование шлама и бетона, который остается на стенках и в полостях бензонасосов и бетоносмесителей в процессе их работы. В промежутках между циклами конструкции промываются и полученный состав выводится. До появления подобных технологий носящих название – рециклинг, эти отходы, как правило, сбрасывались в окружающую среду. В наше время существует возможность их повторного использования, что позитивно сказывается как на состоянии природы, так и на потреблении компонентов для производства бетона.

Для того чтобы получить из отходов производства вещества готовые к повторному использованию применяются специализированные комплексы по рециклингу бетонной смеси. Подобные комплексы позволяют использовать полученное сырье в последующих производственных циклах. Основной задачей, которую выполняет комплекс рециклинга(рис. 9), является разделение смеси на отдельные составляющие, такие как цементное молоко, щебень и песок.



Рис. 9 Комплекс рециклинга

Конструкция комплекса состоит из специального бункера имеющего прямое соединение с модулем под названием «разделитель». Разделитель оборудован шнеком винтовой формы, которому придает вращение

специальный редуктор. При работе комплекса в установку подается поток чистой воды, через которую пропускается смесь, приводимая в движение вращающимся шнеком. Поток воды подхватывает бетонные частицы и доставляет их в специальный резервуар накопитель, в то время как остальные частицы, имеющие большую массу, оседают и под воздействием шнека попадают в специальный отсек. Взвесь легких частиц бетона постоянно поддерживается в однородном состоянии при помощи смесителя. В процессе работы бетоносмесителя обе субстанции постепенно добавляются в рабочий цикл. Цементное молочко постепенно закачивается в смеситель, в то время как песчано-щебеночная смесь при помощи погрузчика отправляется в один из бункеров завода.

Подобная технология рециклинга позволяет существенно снизить количество образуемых отходов и делает возможным создание замкнутого цикла производства. Даже чистая вода, используемая для разделения фракций, находится в состоянии постоянной циркуляции и используется не один раз.

1.3. Характеристика технологий и оборудования для утилизации строительных отходов.

Общие принципы создания технологического оборудования по переработке некондиционного бетона и железобетона как в нашей стране, так и за рубежом базируются на возможности применения существующего дробильно сортировочного оборудования, используемого при переработке природного камня из карьеров. Однако при определении конструктивных параметров дробильной установки, предназначенной для переработки отходов из железобетона, необходимо учитывать наличие арматуры и невозможность точного контроля формы и размеров подаваемого материала. Необходимость пропускания арматуры через установку по переработке отходов из железобетона заставляет выбирать камнедробилку первичного дробления повышенной производительности и, соответственно, увеличенные габаритные размеры.

В качестве установок первичного дробления некондиционного железобетона можно применять различного вида дробилки (щековые, конусные, ударные, молотковые), позволяющие загружать в дробильную камеру изделия с ограниченными размерами: по длине до 3 м и по ширине до 1 м.

Наиболее эффективными являются ***щековые дробилки***. (Рис. 10) Щековая мобильная дробильная установка является новейшим дробильным оборудованием для измельчения твердых природных материалов, которое разработано нашей компанией. Это высокоэффективное оборудование, которое значительно расширяет возможности применения первичного дробления, преимуществом мобильных щековых дробилок является то, что механизм передвижения данных машин использует гусеничный привод. Это позволяет устройству перемещаться на любых производственных площадках. Аутригеры – выносные элементы – позволяют значительно снизить требовательность к рабочим поверхностям, на которых происходит установка и эксплуатация машины.



Рис. 10 Щековая дробильная установка

Также к преимуществам щековой дробильной установки можно отнести:

1. удобство переработки и дробления бетона: весь технологический процесс запускается нажатием одной кнопки;
2. компактность и высокую мобильность установка для осуществления дробильных работ;
3. возможность переработки как твердых пород, так и вторсырья;
4. высокая производительность щековой дробилки;
5. гибкость организации узла загрузки;
6. возможность широкого использования дополнительного оборудования.

Что касается процесса удаления арматуры, то лучшие результаты были достигнуты при использовании магнитного надконвейерного сепаратора, который самостоятельно освобождается от притянутой арматуры. Для более тщательного удаления металла может быть использована двухстадийная технология: после сепаратора еще смонтировать и магнитный барабан.

После извлечения из железобетона арматура разрезается на мерные куски с помощью ручных гидравлических аллигаторных ножниц для дальнейшего транспортирования к местам ее утилизации.

При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что в крупнопанельном домостроении в первые годы индустриального жилищного строительства использовался тяжелый бетон марок М75М3ОО (В5В25) и легкий бетон марок М50М150 (В3,5В10). Полное же разделение бетона по видам и маркам практически невозможно. В процессе дробления и сортировки физико-механические характеристики щебня из строительного лома могут несколько изменяться в зависимости от характеристик применяемого оборудования.

Для предварительной подготовки строительных отходов к первичному дроблению используют дополнительное оборудование, состоящее из гидравлического экскаватора с быстросменным (специальным) оборудованием «клещи», способным разрезать бетонные элементы толщиной до 300 мм с арматурой до 40 мм. При необходимости гидроножницы легко заменяются на гидромолот. Затем автопогрузчиком с ковшом шириной 45 м

и глубиной 1,4 м строительные отходы загружаются в вибрационный питатель для процесса первичного крупного дробления.

Хотелось бы более подробно остановиться на ***конусных дробилках(рис. 11)***. Дело в том, что с их помощью можно получить кубовидный щебень, который используется для посыпания дорог и в строительстве для получения бетона. Стоит заметить, что конусная дробилка для щебня хороша тем, что тут используется технология «камень о камень». Заключается она в том, что создаются стесненные условия, при которых примерно 30% щебня измельчается трением друг о друга. Но для реализации такого метода работа дробилки осуществляется под завалом. Подвижный конус при таком подходе полностью закрывается щебнем («завал»). Тут есть небольшой недостаток в виде закрупнения фракции на выходе. Для этого выгрузочная щель имеет несколько большие размеры, нежели перерабатываемый материал. О преимуществах и недостатках конусных дробилок. Есть множество плюсов и минусов, о которых обязательно нужно упомянуть. Так как форма дробящей поверхности не образует правильный конус, то на разных этапах и участках сила дробления может значительно отличаться. Но это вынужденное действие, добиться которого удалось при помощи изменения угла наклона конуса по его высоте, чего требует технология. Стоит обратить ваше внимание на то, что основным недостатком конусной дробилки (КД) является её повышенная энергоемкость. Немного раньше было сказано о том, как добиваются некоторой экономии во время работы устройства. Кроме того, конструкция сама по себе довольно емкая и громоздкая, что в некоторых случаях затрудняет её эксплуатацию. Раньше часто сталкивались с такой проблемой, как заклинивание дробилки из-за попадания твердой породы. Сегодня этот недостаток удалось устранить путем установки пружинной подвески чаши к раме. При необходимости выпускная щель увеличивается в размере, и твердый кусок породы падает вниз. За последние годы была несколько усовершенствована конусная дробилка. Чертежи новаторов имели одну отличительную делать – вибраторы дебалансного типа. Последние обеспечивают подвижному конусу дополнительную

вибрацию, которая делает дробление качественнее. Кроме того, к преимуществам КД стоит отнести высокую производительность. Важную роль играет и непрерывность процесса, и возможность запуска «с завалом», то есть с заполненным подвижным конусом. КД с гидравлическим регулированием щели Мы сказали о том, что дебалансиры относят к новаторским решениям. Несмотря на то, что конструкция дробилки стала несколько сложнее, удалось снизить вибрацию агрегата во время работы, а также нет необходимости возведения больших фундаментов, так как практически отсутствуют динамические нагрузки. Все это улучшило качество дробления и производительность, правда, вопрос энергопотребления остался на прежнем уровне. Что же касается гидравлики в конструкции КД, то это нововведение уже прижилось. Такой подход помог добиться более легкой настройки размера щели на выходе. Гидравлическое устройство может быть использовано и в качестве компенсатора, то есть предохранителя. Нужно это тогда, когда на рабочий орган попадает твердый кусок породы. Нашли свое применение и гидравлические затворы, защищающие втулки и приводные узлы от попадания пыли и грязи, и, как следствие, от повышенного износа. Но на сегодняшний день далеко не каждая компания способна изготовить такой агрегат.



Рис. 11 Конусная дробилка

Различают следующие типы дробилок ударного действия: молотковые дробилки с шарнирно-подвешенными молотками (Рис.12), роторная дробилка с жестко закрепленными билами.



Рис. 12 Молотковая дробилка с шарнирно-подвешенными молотками



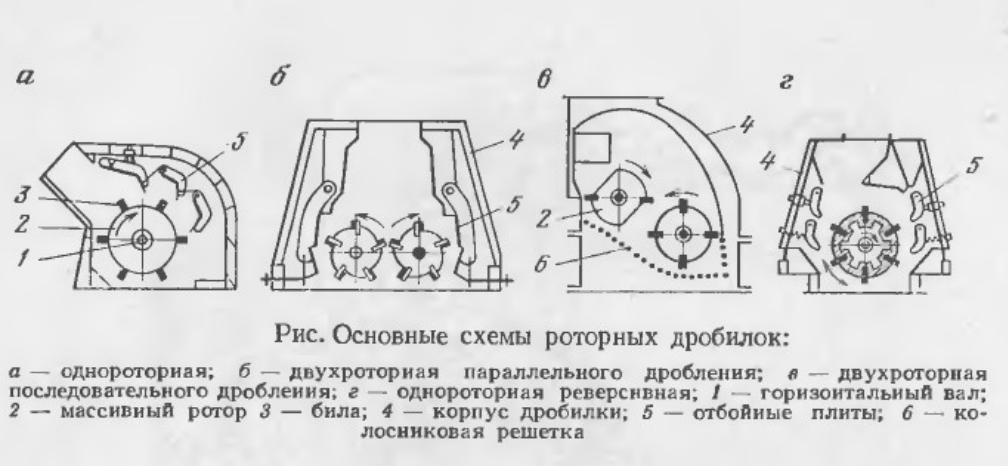

Рис. Основные схемы роторных дробилок:

а — однороторная; *б* — двухроторная параллельного дробления; *в* — двухроторная последовательного дробления; *г* — однороторная реверсивная; *1* — горизонтальный вал; *2* — массивный ротор *3* — била; *4* — корпус дробилки; *5* — отбойные плиты; *6* — колосниковая решетка

Рис. 13 Роторная дробилка

Преимущества дробилок ударного действия: высокая степень измельчения (до 30) и малые удельные энергозатраты. В них можно осуществлять крупное, среднее и мелкое дробление. Недостатки дробилок ударного действия : возможность измельчения в них лишь не абразивных пород с прочностью до 1200-1500кг*с/см2, преимущественно известняков , быстрый износ молотков , при возможности попадания в дробилку кусков металла происходит поломка, при влажности материала более 15% дробилка замазывается ,непригодность молотковых дробилок для дробления очень твердых пород.

Роторные дробилки классифицируются по следующим признакам: по количеству роторов – однороторные дробилки, двухроторные дробилки; по конструкции отбойных поверхностей – роторные дробилки с колосниковыми решетками и ударно – центробежные дробилки с гладкими отбойными плитами; по принципу дробления в двухротоных дробилках – параллельно и последовательно.

В России успешно работают технологические дробильносортировочные комплексы по переработке твердых строительных отходов.

Дробильно-сортировочные заводы представляют собой сложный комплекс технологического оборудования, работающего в единой технологической цепи оборудования и обеспечивающего следующие производственные операции: прием горной породы (массы), дробление, сортировку, мойку, обезвоживание, транспортирование, складирование и отгрузку готовой продукции. Надежность и эффективность работы завода зависят от технологических задач производства и соответствия выбранного оборудования виду перерабатываемого материала.

В зависимости от вида перерабатываемого материала и выпускаемой продукции предприятия промышленности нерудных материалов могут быть щебеночными, гравийно-песчаными и песчаными. Стационарные дробильно-сортировочные заводы сооружаются вблизи месторождений технологического сырья, если его запасы обеспечивают работу предприятия при проектной мощности не менее 25 лет. Производительность предприятий нерудных строительных материалов должна соответствовать утвержденным оптимальным мощностям (табл. 2).

Таблица 2. Мощности дробильно-сортировочных заводов,

Тыс. м'/г

	Режим работы	
Предприятия	Трехсменный	Двухсменный
Щебеночные Гравийно-песчэные	530, 800, 1600, 3200 650, 1300, 2600	400, 600, 1200, 2400 500, 1000, 2000 . '

На дробильно-сортировочных заводах материал измельчается, как правило, за несколько стадий исходя из требуемой степени измелЬчения. Степень измельчения одной дробильной машины составляет 3 ... 7. Выбор схемы дробления (одно - или многостадийной) зависит от необходимой степени измельчения. Типовые технологические схемы дробильно-сортировочных заводов показаны на рис.14.

Установки и заводы представляют собой комплекс машин и оборудования расположенного в соответствии с принятым технологическим процессом. Продукцией таких установок и заводов является уже отсортированный по фракциям щебень.

Дробильно-сортировочные установки и заводы могут работать в открытом или замкнутом цикле.

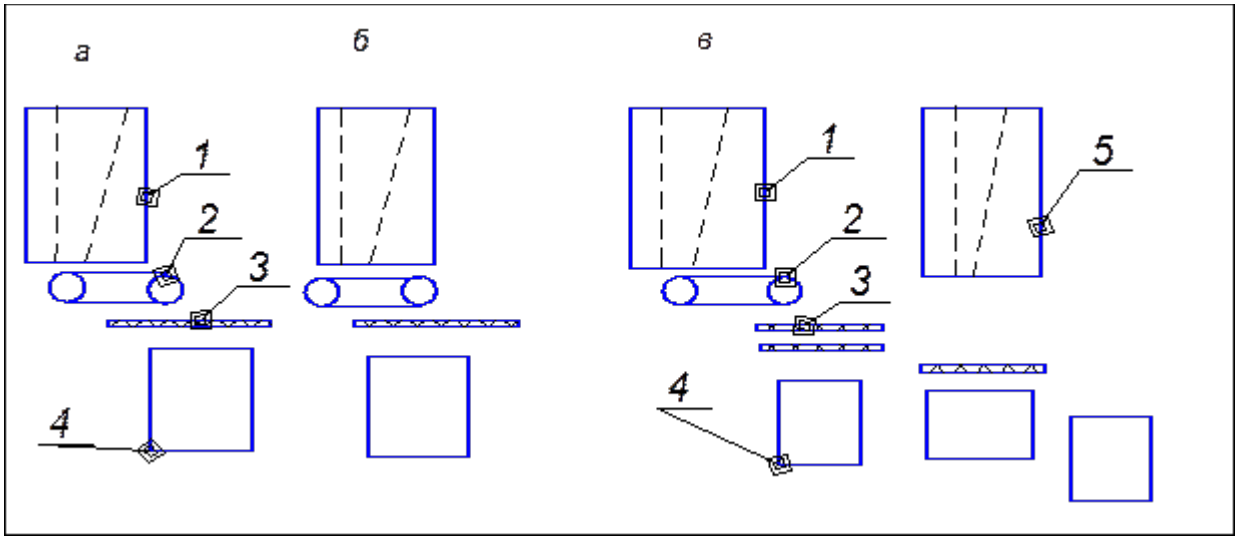

Рис.14.Технологические схемы дробильно-сортировочных уставовок и заводов:

а - одностадийное дробление с открытым циклом;

б - одностадийное дробление в замкнутом цикле;

в - двухстадийное дробление;

I - дробилка; 2 - транспортер; 3 - грохот; 4 - бункер;5 - дробилка второй стадии.

При открытом цикле материал через дробилку проходит только один раз и неизбежно получающийся сверхмерный материал повторному дроблению в этой же дробилке не подвергается. При замкнутом цикле весь сверхмерный материал подвергается повторному дроблению и сортировке на тех же машинах, т.е. он может проходить через дробилку несколько раз.

Дробление материала может быть одностадийным, при котором дробимый материал пропускается через одну или несколько параллельно установленных однотипных дробилок, после которых он направляется на сортировку. Или многостадийным, при этом дробимый материал, крупность

которого больше заданных размеров, проходит через две или три последовательно установленные дробилки. Для получения щебня стандартных фракций, как правило, применяется двух или трехстадийное дробление. Число стадий дробления определяется в основном заданными размерами фракции готового щебня и крупностью кусков исходного материала. В зависимости от характеристики дробимого материала по крупности и заданной производительности в первой стадии применяются, как правило, конусные (ККД), щековые дробилки. Во второй и третьей - конусные (КСД и КМД), роторные (ДРС), щековые со сложным движением щеки, валковые дробилки.

Дробление - процесс весьма трудоемкий и энергоемкий, по этому необходимо стремиться к току, чтобы не загружать дробилку мелкими фракциями. Для этого перед каждой дробилкой целесообразно сортировать материал на грохоте.

При разработке технологической схемы установки или завода определяются, исходя из требований к готовому продукту, характеристики горной порода и заданной производительности, число стадий дробления, вид процесса - открытый или замкнутый цикл, номенклатура дробильного, сортировочного и транспортирующего оборудования и его минимально необходимое количество, последовательность установки. Технологические схемы должны быть «гибкими» и обеспечивать получение щебня разных характеристик путем изменения режимов работы оборудования.

Щебень для строительных работ в зависимости от крупности зерен разделяют на фракции: 5 - 10; 10 - 20, 20 -40, 40-60**;**60 - 80; 80 - 120 мм.

Установки по утилизации железобетонных конструкций, основанные на электроразрядной технологии.

Представляют собой не имеющую аналогов в России и за рубежом установку, для безотходной утилизации (переработки) изношенных или некондиционных железобетонных конструкций (которая может быть исполнена как в стационарном, так и в мобильном вариантах), основанную на оригинальной электроразрядной технологии.

Сущность технологии

С помощью электроразряда в толще железобетонного изделия, погруженного в ванну с технической водой, формируются сквозные цилиндрические каналы. После заполнения каналов водой повторные электроразряды вызывают в тех же каналах взрывное повышение температуры и давления, что сопровождается генерацией цилиндрических ударных волн, нагружающих бетон с образованием радиальных трещин и отколом бетона под действием растягивающих напряжений, возникающих при отражении ударных волн от обнаженных поверхностей разрушаемого изделия. Одновременная генерация множественных пробоев, распределенных на некоторой площади, существенно усиливает процесс дробления бетона из-за взаимодействия разрушающих ударных волн многих источников (каналов пробоя). Повторные электроразряды сообщают обломкам бетона дополнительные радиальные скорости, что приводит к дальнейшему дроблению бетона, сопровождаемому очисткой от него практически неповрежденной арматуры и образованию щебеня, мелкозернистого бетона и практически чистого гравия.

В настоящее время отработаны все параметры и режимы работы электрических устройств, необходимые для разработки и создания опытно-промышленной установки для любых видов утилизируемых изделий, а также требования к необходимому стандартному и нестандартному оборудованию, электрические схемы его подключения.

Вариант реализации электроразрядной технологии.

Установки для утилизации бетона могут быть выполнены как в стационарном (для ДСК, пунктов и полигонов по утилизации ЖБ конструкций), так и в мобильном исполнении. Для опытно-промышленного образца мобильный вариант (автотранспортные средства, ж. д. платформа) представляется более предпочтительным как в силу необходимости меньших затрат и времени на его изготовление, так и с позиции проведения демонстрационных мероприятий. В свою очередь, мобильная установка может быть изготовлена в двух вариантах: первый - единый мобильный

комплекс, включающий в себя энергетическую установку и рабочий реактор (ванну с жидкостью и утилизируемым изделием), установленные на одной единой основе (автомобильный полуприцеп, ж. д. платформа и т.п.); второй - размещение силовой установки в виде мобильного универсального энергетического комплекса в 40 футовом (например) контейнере, устанавливаемом либо на автотранспортном, либо на ж.д., либо на ином шасси, и мобильного комплекса на аналогичных шасси с универсальным рабочим реактором для размешения в нем широкого ассортимента утилизируемых изделий. В пользу второго варианта выступает и то обстоятельство, что помимо утилизации железобетона, мобильная силовая установка может быть использована также для разрушения (утилизации) автомобильных шин, органических твердых отходов и материалов, для чего понадобится только модернизация мобильной системы реактора (теоретические и экспериментальные возможности чего полностью подтверждены). С учетом этого, предлагается создание опытно-экспериментальной установки со следующими характеристиками:

1. **Энергетический модуль:**
    - амплитуда импульсов генератора, кВ - 300-500
    - длительность импульса, мкс - не более 10
    - число электродов, шт. - 6-12
    - энергия импульса, кДж - не более 30
    - расход электроэнергии на 1 куб.м. разрушаемой конструкции, кВт.час - 0,6
    - производительность без учета погрузочно-разгрузочных работ, куб. м./час - не менее 20
    - степень дробления бетона, мм (при полном освобождении неповрежденной арматуры) - 3-100 мм
    - размеры модуля - не более размеров стандартных 20-40 футовых контейнеров
    - вес модуля - не более 5 тонн
2. **Рабочий модуль:**

- утилизируемые ж. б. изделия - все стандартные плиты не более 3 на 12 метров при толщине от 20- 80 см.
- габариты модуля - не более габаритов стандартного полуприцепа панелевоза.
- масса (без учета полуприцепа) - не более 3 тонн
- напряжение питания - 380 В, 50 Гц.
- установочная мощность - 2 квт/час

Сравнение с существующими установками утилизации железобетонных конструкций

Наименее эффективными из применяемых в настоящее время являются машины ударного действия, совершающие работу разрушения и дробления строительных конструкций (с деформацией арматуры) за счет ударного действия при направленном падении бабы - ударника весом до 30 тонн, подъем которого выполняется электрическим или механическим приводом в башенных и крановых копрах.

Более эффективны механические мельницы и грохоты, выполняющие разлом и дробление в результате непрерывных ударных и трущих воздействий, сопровождающихся разрушающими напряжениями изгиба, сдвига и кручения (перемалывание). Как правило, это стационарные громоздкие механические системы весом от 10 и выше тонн стоимостью от 300 000 долларов США до нескольких миллионов долларов США. Например, выпускаемое в Германии и Финляндии оборудование этого класса производительностью до 30 куб.м в час весит более 15 тонн и предназначено только для стационарной установки. Его стоимость составляет от 300 до 800 тысяч долларов в зависимости от степени дробления бетона. При этом металлическая арматура подлежит утилизации только как металлолом. Следует отметить, что при общем ресурсе этих установок 7-8 лет, ресурс режущих (дробящих) инструментов, составляющих до 30 % стоимости установки, не превышает 2-3 месяца, после которых необходима их замена. При этом, затраты на утилизации конструкций на таких установках

обходятся более чем в 7 кВт на 1 куб.м. (помимо зарплаты 5 чел. обслуживающего персонала, амортизации оборудования и запасных частей).

Предлагаемая установка аналогичной мощности имеет ресурс более 30 лет и при весе не более 8 тонн и стоимости (в серии) около 150 тысяч долларов США обеспечивает затраты на переработку 1 куб.м. конструкций 0,6 кВт, что в 10 раз эффективнее по сравнению с действующими системами. При этом установка обслуживается всего 2-мя операторами, а замена отдельных элементов, цена которых составляет доли процента общей стоимости, осуществляется не чаще одного раза в несколько лет эксплуатации. Помимо этого важно, что продукты утилизации являются 100% товарным продуктом полностью подлежащим возврату в хозяйственный оборот. Предлагаемая установка имеет обратное водоснабжение и практически бесшумна, экологически чиста.

Электроимпульсная технология

Важнейшей особенностью электроимпульсной технологии является высокая селективность разрушения материала, проявляющаяся в лучшем раскрытии зерен полезных минералов и лучшей их сохранности от разрушения.

Рабочим инструментом при электроимпульсном разрушении является искра, не возникает проблемы с загрязнением продукта измельчения аппаратурным железом, материалом мелющих тел, свойственным механическим способом измельчения материалов.

Электроимпульсное измельчение материалов, как правило, проводят в воде. Применение диэлектрических жидкостей часто бывает просто исключено из-за их воздействия на поверхностные свойства измельченных минеральных частиц. А с другой стороны, геометрия электродов такова, что формирование импульсов напряжения с требуемыми параметрами (амплитудой и длительностью фронта) не представляет особых затруднений, даже если используется техническая вода. Для повышения сопротивления

нагрузки имеется возможность максимально изолировать электроды, разделить конструкцию на параллельно работающие секции.

Данное технологическое применение электроимпульсного способа разрушения осуществляется по схеме, представленной на рисунке 15 .

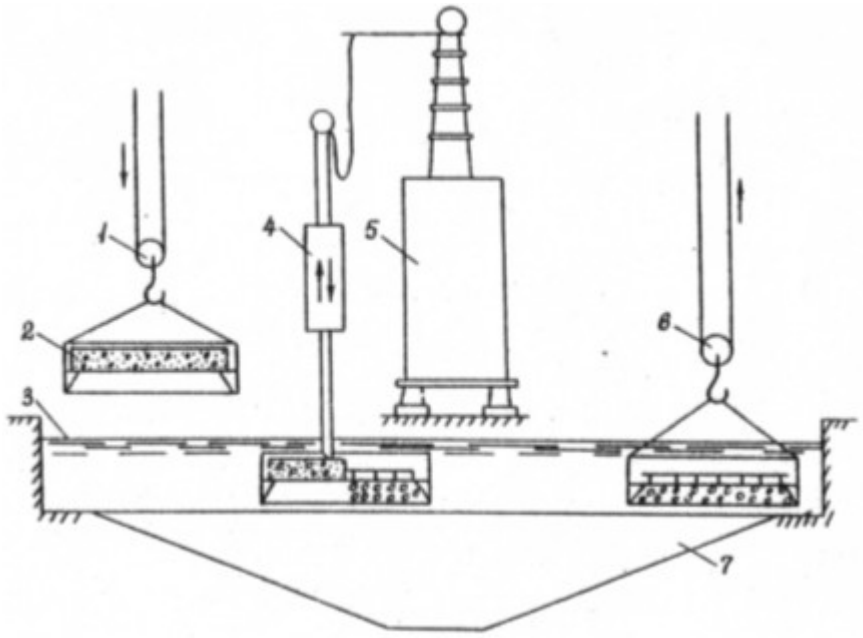

Рисунок 15 - Технологическая схема ЭИ - установки для утилизации железобетонных изделий.

Объектом разрушения служат некондиционные железобетонные изделия – брак производства или выбывающие из эксплуатации панели. Целью разрушения ЖБИ является утилизация арматурного металла и бетона. Особенностью электроимпульсного процесса в данном технологическом применении является то, что один из электродов системы является арматура ЖБИ. В тех случаях, когда арматура не обнажена, процесс электрического пробоя облегчен, так как разряд на арматуру может быть осуществлен только путем пробоя слоя бетона. Реальные процесс разрушения ЖБИ означает постепенное обнажение арматуры и может осуществляться только в режиме электроимпульсного пробоя – с внедрением разряда в бетон при наличии и альтернативной возможности перекрытия по поверхности на обнаженную арматуру. При этом не обязательно, чтобы в каждом акте пробоя электрод касался бетона, пробой может быть и комбинированным с частичным прохождением через водную среду.

Технологическая схема разрушения ЖБИ следующая: панель 2 загружается в ванну с водой 3, рабочий электрод 4 с помощью манипулятора постепенно перемещается по ячейкам изделия, при этом система контроля выдает команду для перемещения в новое положение лишь после полного разрушения ячейки. Освободившиеся после разрушения ЖБИ арматура и бетонный шлам по отдельности удаляются из ванны. Как показали опытные работы по разрушению ЖБИ, состояние арматуры позволяет ее повторное использование, так же как и бетона после дополнительного его доизмельчения.

Принципиально имеется два возможных способа разрушения негабаритов электроимпульсным способом - при пробое в системе наложенных электродов и при пробое в системе с предварительно забуренными шпурами. Здесь имеется в виду, что пробиваемые промежутки достигают длины нескольких дециметров и что обеспечивается ввод необходимого количества энергии в канал разряда. Первый способ проще технологически, однако чрезвычайно низка эффективность использования энергии канала разряда. С энергетической точки зрения случай сквозного пробоя из забуренных шпуров более выгоден, однако технологически осложнен операцией забуривания шпура, и его эффективность необходимо оценивать в сравнении с достаточно хорошо отработанной технологией электрогидравлического разрушения негабаритов.

К побочным явлениям электроимпульсного разрушения следует отнести эффекты, обусловленные воздействием на материал и жидкую рабочую среду высоких температур канала разряда, давления проходящей в твердом теле волны, электрических и магнитных полей. Фазовые превращения в материале, изменение поверхностных свойств и т.д. могут выступать не только как факторы, влияющие на эффективность последующих процессов с материалом (например, при обогащении), но и представлять самостоятельный технологический интерес, например, для ускорения химических реакций, синтеза алмазов и т.д. Именно в этой области возникает соприкосновение и взаимопроникновение исследовательских работ по

электроимпульсной, электрогидравлической, электронно-ионной технологиям. Примером этому является электроразрядное разупрочнение материала для интенсификации гидрометаллургического процесса, для повышения селективности разрушения руд.

С конца семидесятых годов в НИИ высоких напряжений проводятся работы по созданию техники и технологии электроимпульсной утилизации некондиционного железобетона.

Сущность способа основана на разрушающем действии импульсных электрических разрядов, инициированных непосредственно в толще бетона, между электродами либо между элементами арматуры, либо между внешним электродом и элементами арматуры.

В канале пробоя выделяется электрическая энергия, запасенная во внешнем накопителе, обычно емкостном, канал пробоя расширяется подобно поршню и создает переменное во времени и пространстве поле механических напряжений. За счет интенсивной дивергенции волн, их взаимодействия со свободными границами и неоднородностями разрушаемого изделия, это поле носит сложный характер с большим удельным содержанием сдвиговых и растягивающих напряжений. В генеральной картине разрушения преобладают радиальные изломы, распространяющиеся от канала пробоя, присутствует растрескивание по Гопкинсону и концентрические трещины.

Для предотвращения пробоя бетона по поверхности используются специальные изоляционные среды (например, техническая вода), координирование разрядных промежутков с параметрами воздействующего импульса напряжения, формой и местом расположения электродов.

Эффективность разрушения бетона электрическими разрядами по поверхности, а также в окружающей его среде существенно ниже по сравнению с вариантом пробоя в толще бетона.

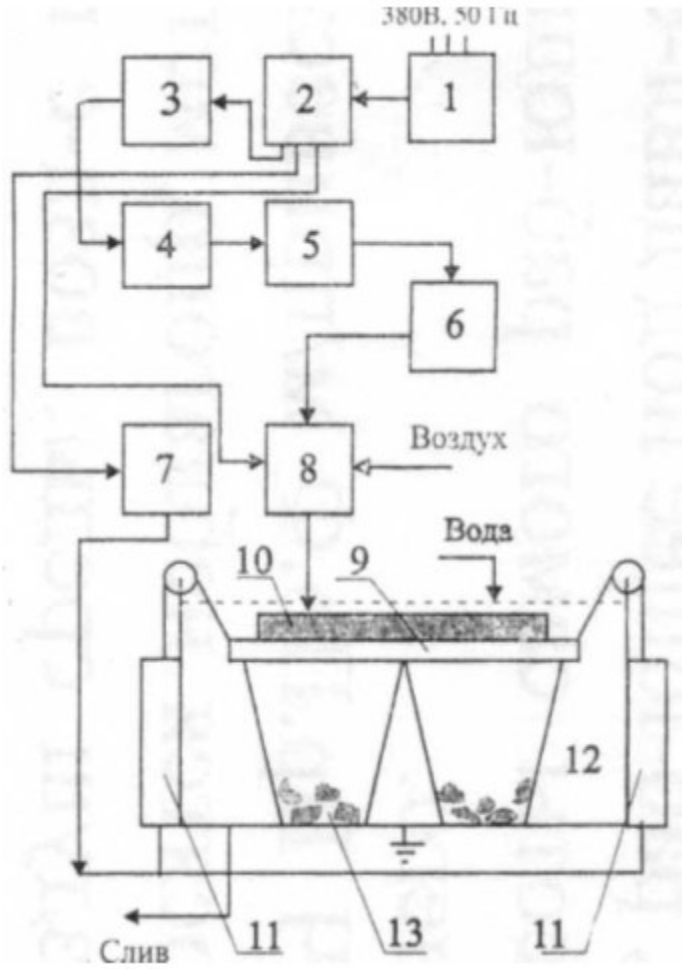

Рисунок 16 - Схема установки разрушения железобетона: 1 — щит распределительный; 2 —пульт управления; 3 — регулятор напряжения; 4 — трансформатор высоковольтный; 5 — генератор импульсных напряжений; 6 — высоковольтная шина; 7 — станция гидравлическая; 8 — электродная система; 9 — поддон; 10 — разрушаемое изделие; 11— гидроцилиндры; 12 — технологическая ванна; 13 — бункер

Поэтому одной из основных проблем ЭИТ является разработка технических приемов, оборудования и оснастки для создания условий, обеспечивающих высокую вероятность формирования канала сквозной проводимости в бетоне.

Другой проблемой является выбор параметров энергетического пакета в послепробойной стадии процесса, определяющих электрическую мощность, развиваемую в канале, энергию, выделенную в нем, и в конечном счете, параметры поля механических напряжений и эффективность разрушения.

Необходимо отметить, что технология предоставляет возможности для широкой вариации параметров энерговклада путем выбора режима протекания разрядного тока. Основным требованием при этом является согласование режима энерговыделения с характеристиками разрушаемого

изделия, вплоть до использования автоматизированных самонастраивающихся систем.

Генератор импульсных напряжения собран по схеме Аркадьева—Маркса с двухсторонней зарядкой емкостных накопителей. В качестве накопителей используются конденсаторы ИКХ-50-1-УХЛ4. Емкость одной ступени генератора 10~6 Ф, число ступеней—6. Конструкция генератора — платформенного типа. Изоляционный остав изготовлен на базе опорных изоляторов КО—110/2000. Размещен генератор в отдельном помещении, которое предохраняет электротехническое оборудование от прямых атмосферных воздействий и служит экраном электромагнитного излучения. Генератор работает на шину, которая располагается вдоль технологической ванны.

Электродная система служит для передачи высоковольтных импульсов от генератора к разрушаемому изделию, имеет двадцать два высоковольтных электрода, расположенных в ряд по ширине технологической ванны. Конструктивно электродная система выполнена в виде четырех колонн, собранных из опорных изоляторов КО—110/1250. Колонны размещаются на подвижной тележке, которая перемещается по направляющим вдоль технологической ванны. Вверху колонны связаны между собой металлическими балками. На балках крепится блок электродов. Каждый электрод снабжен индивидуальным пневмоприводом для вертикального перемещения. Электроды имеют два фиксированных и нижнее — рабочее.

В исходном положении электроды изолированы от высоковольтной шины и друг от друга. В нижнем положении электроды опускаются на разрушаемое изделие, при этом они автоматически подключаются к высоковольтной шине, на которую поступают импульсы от генератора.

Технологическая ванна представляет собой металлическую емкость сварной конструкции 4,5х9,8х2,5 м, заполненную водой. Внутри ванны располагается гидроподъемник с шестью контейнерами. Контейнеры закрыты решетками и служат для наполнителя разрушенного бетона. По мере

наполнения контейнеров они вынимаются из ванны и разгружаются. Очищенный от бетона арматурный каркас удаляется с решеток.

Управление и контроль за работой генератора, электродной системы, гидроподъемника осуществляется с пульта управления, расположенного в кабине оператора.

Работа установки осуществляется следующим образом. Изделие мостовым краном и гидроподъемником размещается на решетке контейнеров. Над изделием устанавливается электродная система. Один из электродов опускается на бетон и автоматически подключается к высоковольтной шине. Включается генератор импульсов. Импульсы от генератора через высоковольтную шину и электрод поступают в рабочую зону и производят разрушение бетона. После подачи трех—пяти импульсов бетон под рабочим электродом разрушается, электрод поднимается вверх, а другой опускается на неразрушенную часть изделия. Цикл разрушения повторяется до полного освобождения арматурного каркаса или закладных деталей от бетона, которые сохраняют первоначальную форму и могут использоваться повторно.

Таблица 3 - Фракционный состав дробленого бетона

Размер фракции, мм	Фракционный состав дробленого бетона, %	
	После разрушения стеновой панели В 15-26	После ЭИ додрабливания в сите 40мм
0-5	6,3	9,7
5-10	8,4	15,6
10-20	17,3	40,4
20-40	13,5	34,3
40-70	12,0	0
Свыше 70	42,5	

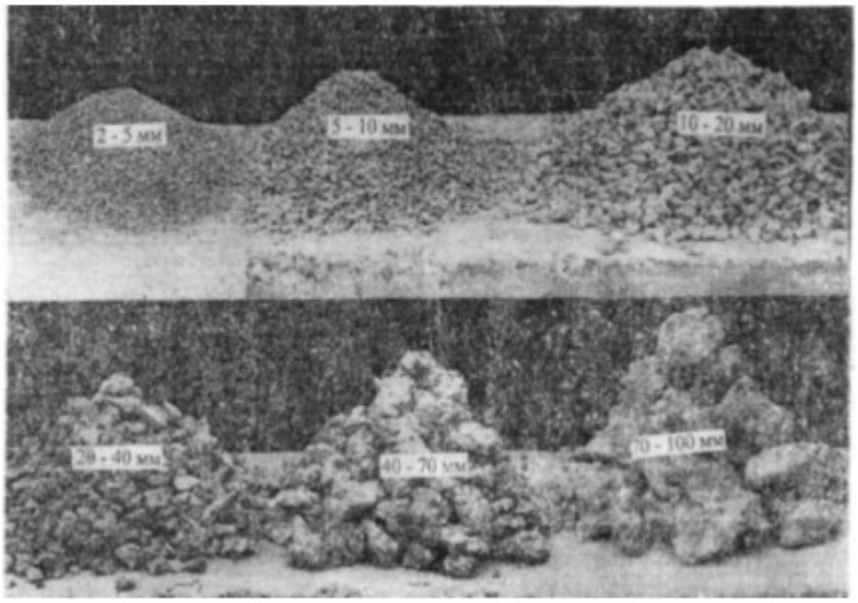

Рисунок 17 Фракционный состав бетона

Технические параметры установки:

Установленная мощность, кВт — 100

Производительность (время загрузки и выгрузки изделий не учитывается), м3/ч - 3—5

Затраты энергии, кВт • ч/м3:

при переработке изделий с однослойным армированием — не более 3

при переработке изделий с пространственным армированием — не более 7

Параметры разрушаемых изделий:

— размеры, м - 6,3х3,2х0,3

— масса, т - 10

Габариты установки, м - 12х12х4

Масса установки, т - 25

Второй этап переработки некондиционных железобетонных изделий после извлечения арматуры обеспечивает дробление бетона до фракций, пригодных к повторному использованию в новых конструкциях.

Отсутствие металла в бетоне позволяет применять технологии, аналогичные используемым для получения естественных заполнителей, обычные механические дробильные установки (для переработки природного камня в карьерах), а также электроимпульсные дробилки, которые в отличие от традиционных позволяют в определенных пределах регулировать

гранулометрический состав готового продукта путем подбора параметров источника импульсов.

Процентное содержание состава бетона по фракциям после додрабливания электроимпульсным способом приведено также в таблице . Наибольший процент составляет фракция 10—20 мм, которая соответствует размерам природного крупного заполнителя.

Результаты сравнительных испытаний образцов бетона, заполненного гравийным щебнем природного происхождения и фракцией 1.0— 20 мм, приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Результаты сравнительных испытаний образцов бетона

Марка бетона	Тип заполнителя	Прочность при сжатии,МПа	Плотность,кг/м3
М 300	Извлеченный из готового изделия электроимпульсным способом (включая стадию додрабливания)	26,1	2240
М 300	природный	25,5	2340

Таким образом, утилизация железобетона электроимпульсным способом имеет следующие особенности:

— извлечение арматурных каркасов и закладных элементов производится без их деформации;

— при додрабливании высвобождается природный заполнитель.

Преимущество предлагаемой технологии перед механическими способами состоит еще и в том, что срок службы породоразрушающего инструмента на несколько порядков выше, разупрочнение металла и бетона происходит эффективней.

Возможность повторного использования арматуры и природного заполнителя в производстве железобетонных изделий, щебня (в дорожных покрытиях, для отсыпки откосов, отработанной жидкости), для приготовления бетонных смесей со снижением расхода вяжущих материалов, делают электроимпульсную технологию не только ресурсосберегающей, безотходной, но и экологически благоприятной.

Вместе с тем при применении данной технологии требуется принять меры против отрицательных экологических факторов, вносимых при работе

высоковольтных генераторов, входящих в состав устройств: волн звукового и радиодиапазонов, электрических полей высокой напряженности. Однако традиционные приемы (эффективное электрическое заземление, использование замкнутого вне земли рабочего контура для протекания импульсных токов, использование противошумных и радиозащитных экранов) приводят к локализации указанных факторов в области, непосредственно прилегающей к установкам, и сводят их к уровню, не превышающему требований стандартов.

Преимущества технологии :

• безотходность - возможность повторного использования недеформированной арматуры, природного заполнителя, щебня, отработанной жидкости;

• экологическая целесообразность и безопасность;

• износостойкость рабочего инструмент

ГЛАВА 2. Проблема переработки строительных отходов.

2.1 Целесообразность вторичного использования строительных отходов

Уже не одно десятилетие во всем мире активно используют вторичный щебень и разрабатывают технологические процессы и установки по переработке бетона и железобетона для вторичного использования в качестве щебня. Ежегодно миллионы кубических метров строительных отходов, в том числе бетона и железобетона, образуются в результате разборки зданий, испытания конструкций и накопления некондиционных железобетонных изделий при планируемой замене жилого фонда, а также в результате стихийных бедствий и чрезвычайных обстоятельств, и т. п.

Строительные отходы делятся на группы, содержащие бетон и железобетон (более 50%), сколы асфальта и битумсодержащие материалы, кирпич и отработанный раствор, керамзитобетон, древесину, лом черных металлов и металлическую тару, рубероид, битум и линолеум, использованную минеральную вату, макулатуру, оргалит и бумажную тару, бой керамической плитки, шлаки, отработанные золу и асбест и т. п.

Отходы строительной промышленности дешевле природного сырья. Часто они почти сразу (после минимальной переработки) годятся для применения в качестве заполнителей.

Для переработки отходов бетона и железобетона используют дробильные установки, принцип действия которых достаточно прост. Установка, как правило, состоит из двух или трех конструктивных элементов. В первом осуществляется приемка и первичная переработка поступающих отходов. Для этого используются приемный бункер, пластинчатый транспортер, пост предварительной сортировки. Вручную отделяют древесные материалы, пластмассу и прочие включения (существует вариант сортировки гидравлическим экскаватором).

Затем отходы поступают в дробилку, где измельчаются, а затем поступают в магнитный сепаратор — здесь извлекаются все металлические включения. Полученная масса поступает на грохот и разделяется на фракции.

Количество фракций зависит от количества ярусов грохота. Крупные обломки, не прошедшие грохот, возвращаются обратно в дробилку или же подаются во вторую часть установки, которая по составу оборудования аналогична первой.

Анализ экспериментальных данных, полученных как в нашей стране, так и за рубежом, показывает, что применение дробленого бетона в качестве мелкого заполнителя (в нефракционированном щебне фракций размером менее5 ммсодержится до 30%) значительно снижает эксплуатационные свойства такого бетонов, в то время как применение дробленого бетона в качестве крупного заполнителя очень эффективно.

Вторичный щебень (или щебень из дробленого бетона) содержит значительное количество растворной составляющей. Кроме того, контактная зона между исходным зерном щебня и раствором, являющаяся наименее прочным и наиболее пористым звеном в бетоне, значительно снижает физико-механические показатели такого щебня. Получается, что вторичный щебень, который до дробления (во время эксплуатации) имел морозостойкость 200 циклов, изменяется до морозостойкости в 15 циклов. Однако на вторичном щебне получают бетоны прочностью до 200 кг/см^2 и морозостойкостью выше 100 циклов .

Улучшить характеристики вторичного щебня позволяет его активация, которая состоит в разрушении слабых зерен щебня или удалении остатков цементного камня, что приводит к повышению технических характеристик бетонов за счет улучшения качества контактной зоны. В качестве методов активации в основном используются механические и химические.

Механический метод заключается в самоизмельчении при перемешивании щебня в смесительных установках или его обработка в шаровых мельницах с металлическими шарами. Более высокие показатели были достигнуты в результате обработки дробленого бетона со стальными шарами после предварительного низкотемпературного обжига при температуре 600–800 ^{o}C. В этом случае был получен щебень практически свободный от растворной составляющей с показателями (по дробимости, морозостойкости и т. п.),

близкими к аналогичным показателям исходного натурального щебня. Удаление части ослабленных зерен, полученных в процессе дробления отходов из бетона и железобетона, может производиться предварительным интенсивным сухим перемешиванием крупного заполнителя в бетоносмесительных устройствах. Однако эффективность такого способа, как показали исследования, неудовлетворительна. Физико-механические свойства щебня из дробленого бетона приведены в табл. 5.

Табл. 5. Физико-механические свойства щебня из дробленого бетона

Щебень	**Фракции, мм**	**Насыпная плотность, кг/м^3**	**Водопо-глощение, %**	**Показатель дробимости, %**	
				В сухом состоянии	**В насыщен-ном водой состоянии**
Без обработки	5–10 10–20 5–20	1 170	7	22,5 20 –	29,2 23,9 –
После обработки в шаровой мельнице	5–10 10–20 5–20	1 350	3,8	11,2 12,7 12,1	13,4 11,8 12,2
После самоиз-мельчения	5–10 10–20 5–20	1 310	4,3	13,3 20,1 17,7	16,8 20,9 19,3

Химический метод заключается в «вымывании» из вторичного щебня остатков цементного камня при помощи безводных и гидратированных оксидов, что так же ведет к повышению качества щебня из дробленого бетона.

Бетон с вторичным щебнем используют для производства строительных изделий: плит дорожного покрытия, плит под фундаменты и т. п. Бетон с активированным вторичным щебнем используют для производства более разнообразной номенклатуры строительных изделий

Экономический эффект, получаемый от утилизации отходов, складывается из многих факторов, часто специфических для того или иного вида отходов. По данным ряда американских фирм, при получении щебня из бетона, расход топлива в 8 раз меньше, чем при его добыче в природных условиях, а себестоимость бетона на вторичном щебне снижена на 25% .

В то же время отходы строительного производства представляют собой вторичное сырье, использование которого после переработки во вторичный щебень и песчано-щебеночную смесь позволит снизить затраты на новое строительство объектов и одновременно уменьшить нагрузку на городские полигоны, исключить образование несанкционированных свалок, а также сократить земляные ресурсы, отводимые под размещение новых свалок.

Зарубежный и отечественный опыт показывает, что полученный после переработки строительных отходов вторичные материальные ресурсы многообразны по физико-механических характеристикам и применению.

К примеру, вторичный щебень рекомендуется использовать при устройстве подстилающего слоя подъездных и малонапряженных дорог; фундаментов под складские, производственные помещения и небольшие механизмы; устройства основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок, прогулочных аллей, откосов вдоль рек и каналов; приготовления бетона, используемого для устройства покрытий внутренних площадок гаражей и сельских дорог; в заводском производстве бетонных и железобетонных изделий прочностью до 30 МПа.

Принимая во внимание отечественный опыт по разборке большого количества зданий, в качестве основных задач по выбору технологического оборудования для переработки строительных отходов с получением товарных строительных материалов, необходимо определить следующие направления в работе:

- изучение исходного сырья с целью прогнозирования возможных направлений его использования;

- разработка рекомендаций по выбору технологий переработки различных видов вторичного строительного сырья с минимальным количеством отходов с последующим применением безотходных технологий;
- применение особых условий функционирования перерабатывающих комплексов на специальных полигонах (площадках) твердых строительных отходов;
- установление экономически обоснованных областей применения различных технологических схем переработки строительных отходов.

На основании имеющегося опыта можно сделать вывод о том, что вторичный щебень рекомендуется использовать при устройстве подстилающего слоя подъездных и малонапряженных автодорог, фундаментов под складские или производственные помещения, устройстве основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок, откосов вдоль рек и каналов, приготовлении бетона для устройства покрытия пешеходных дорожек, внутренних площадок гаража и сельских дорог, заводском производстве бетонных и железобетонных изделий прочностью до 30 МПа (для бетонных изделий до 20 МПа), замоноличивании стыков сборных элементов. Исключением являются предварительно напряженные железобетонные конструкции, а также железобетонные элементы, подвергаемые воздействию знакопеременной и многократной повторной нагрузки. Кроме того, бетонные конструкции на щебне из дробленого бетона не рекомендуется применять при изготовлении длинномерных (более 12 м) неармированных и слабо армированных монолитных конструкций (процент армирования менее 0,4%), а также для конструкций, к которым предъявляются повышенные требования по истираемости.

2.2 Решение задач по вопросу утилизации строительных отходов в регионах. Рациональное применение вторичного щебня в Тамбовской области.

После введения обязательной сортировки мусора перед захоронением, резко выросла инвестиционная привлекательность отрасли. Регионы

разрабатывают программы по рекультивации опасных свалок и созданию комплексных систем управления отходами. Программы включают в себя, в том числе и рекультивацию старых свалок, которые не соответствуют экологическим нормам и представляют серьезную угрозу безопасности граждан. Инвестиционные проекты уже успешно реализуются в Астраханской, Липецкой, Нижегородской, Белгородской областях, Пермском крае и др. В ближайшее время строительство комплексных проектов по управлению отходами начнется еще в ряде субъектов РФ.

22 апреля 2014г. состоялась премьера документального фильма «Вторая жизнь вещей», который рассказывает о ситуации с утилизацией отходов на территории Московской области. Площадь Московской области составляет 0,27% от общей территории Российской Федерации, при этом на такой сравнительно небольшой территории захоранивается до 20% от общего объема твердых коммунальных отходов страны. Половина этих отходов привозится из столицы – до 5 млн тонн в год. «В Московской области наблюдается острый дефицит земли, колоссальная плотность населения области не позволяет строить необходимое количество полигонов в достаточном отдалении от жилых районов. При этом область принимает к захоронению отходы всей Москвы, что существенно усугубляет экологическую обстановку. Одно из возможных решений, которое мы предлагаем, организовать транспортировку отходов столицы по железной дороге в менее загруженные области и там построить современные технологичные комплексы сортировки, переработки и захоронения», - комментирует Андрей Якимчук, генеральный директор ОАО УК «Эко-система».

Вопрос экологии остро стоит во всех регионах страны. Число безопасных полигонов на территории РФ невелико, в основном же мусор продолжают бесконтрольно вывозить на старые свалки. По разным оценкам, ежегодно в стране образуется до 60 млн тонн твердых коммунальных отходов, при этом, по самым оптимистичным оценкам, на вторичную

переработку отправляется лишь 10%, остальные отходы десятилетиями отравляют окружающую среду.

«Свалка представляет из себя некое сооружение через которое проходит вода. Это дожди, снег. Вода сорбирует и растворяет все, что находится в свалке, образуя фильтрат. О фильтрате стали говорить не более 10-15 лет назад, это опаснейшая токсичная жидкость. В одной из лабораторий мы разводили фильтрат 10 тысяч раз и его токсичность не менялась» - комментирует Лев Скворцов, доктор технологических наук, академик РАЕН.
Современные полигоны – сложное технологичное сооружение, которое полностью безопасно для окружающей среды. Дно полигона не пропускает влагу и ядовитый фильтрат не попадает в землю. Воду из колодцев, расположенных рядом с таким объектом, можно безбоязненно пить. Переход к новым технологиям и рекультивация старых свалок – процесс, который займет не одно десятилетие. Но уже сегодня есть регионы, которые выстроили у себя полный комплекс управления отходами и успешно зарабатывают на производстве вторичного сырья.

Такие комплексы успешно работают в Астрахани. Область уже получила более 1 млрд рублей инвестиций. Общий объем инвестиций до 2018 года составит 1.5 млрд рублей.

Большинство проектов комплексных систем управления отходами реализуются на условиях концессии. Этот механизм государственно-частного партнерства уже доказал свою эффективность.
Например, в Рязани за городом начинается строительство нового полигона, соответствующего всем современным экологическим требованиям. Это позволит в скором будущем закрыть на рекультивацию опасную свалку в черте города, на протяжении многих лет отравляющую жизнь горожан. Рязанский проект комплексной системы обращения с отходами составит около 1.5 млрд рублей инвестиций.

В ряде регионов процесс перехода к цивилизованному рынку обращения с отходами существенно ускорила единая позиция органов власти и горожан. Так недавно в Пермском крае был дан старт масштабному проекту на 2,5

млрд рублей инвестиций. Первым этапом проекта стало открытие в пригороде Кунгура нового современного полигона, что позволило закрыть на рекультивацию старую свалку, которая располагалась вблизи уникальной Кунгурской ледяной пещеры, привлекающей внимание туристов со всего мира.

Московская область планирует к 2020 году запустить современные мусороперерабатывающие кластеры. Всего предполагается семь таких комплексов в Дмитровском, Истринском, Можайском, Каширском, Павлово-Посадском, Воскресенском и Шатурском районах.

Рациональное применение вторичного щебня в Тамбовской области.

Щебень является результатом дробления скальных пород. Прочность, водонасыщение и морозостойкость - это лишь отдельные свойства, характеризующие его как отличный строительный материал. Тамбовская область не богата скалами и горами и следовательно поставка щебня дело затратное (транспортные перевозки) и долгое (требуется время на перевозку. Поэтому следует уделить внимание целесообразности применения вторичного щебня.

Вторичный щебень – дробленые отходы строительной отрасли, в частности кирпич, бетон, асфальт; один из самый популярных наполнителей для бетонных изделий; благодаря технологии производства цена на такой щебень примерно в два раза ниже, чем на гранитный.

Таким образом, вторичный щебень можно считать наиболее удачным примером производства строительных материалов из некондиционных материалов, отличным решением проблемы утилизации отходов строительной отрасли.

Способ производства вторичного щебня.

Так как вторичный щебень – результат переработки отходов, то и производство его начинается со сбора строительного мусора.

Чаще всего на производство вторичного щебня пускается так называемый бой – результат сноса домов или замены асфальта на дорогах. **Сам процесс производства выглядит следующим образом:**

• Оценка пригодности строительного боя для вторичной переработки;
• Сбор строительного мусора и транспортировка его к месту переработки;
• Измельчение остатков бетона, кирпичей или асфальта с помощью гидромолота или гидрножниц;
• Переработка измельченных кусков материала в питателе, а затем в дробилке;
• Выборка различных включений, в частности, стекла и металла, из полученного щебня;
• Сортировка щебня по фракциям на специальном сите – грохоте.

Стоит заметить, что последний шаг часто исключается из общего процесса производства – в качестве наполнителя для бетонных конструкций и основания фундаментов (наиболее частые способы использования) вторичный щебень применяется без отсева по фракциям, достаточно лишь удалить из него металлический мусор электромагнитом.
В общем-то, сравнительно простая технология позволяет значительно снижать затраты на производство вторичного щебня. Соответственно, весьма заметно снижается и конечная стоимость строительства различных объектов.
Вторичный бетонный щебень

Среди щебня, полученного из различного строительного сора, отдельной группой выделяют бетонный вторичный щебень. И эта обособленность вполне закономерна.

В процессе сноса здания наиболее массовым видом отходов является бетон и железобетон – до половины от общей массы мусора. Порядка 75% из него признаются годными к повторной переработке. То есть практически три четверти бетона, который раньше признавался лишь никуда не годным мусором и прямиком отправлялся на свалку, в наше время можно вновь использовать в строительстве, зачастую на той же площадке, где сносилось здание.

Многие строительные организации создают собственный производственный комплекс: после сноса здания строительный мусор не вывозится на специальные свалки, а перерабатывается. С помощью

специального навесного оборудования – гидромолота или гидроножниц, цепляемого к экскаватору, остатки бетонных конструкций измельчаются. Затем в дело вступает передвижной дробильный комплекс. Особый плюс такого комплекса – возможность извлечения металлического сора уже в процессе дробления. В дробильный бункер встроены специальные сепараторы – по сути большие магниты, которые и выделяют остатки арматуры и прочие металлические включения.

Полученный щебень зачастую даже не делится на фракции, а используется тут же – как прослойка для фундамента и как заполнитель для бетонных растворов. Около 50-60% от общей массы щебня, необходимого на строительство объекта, можно заменить вторичным, переработанным бетонным щебнем. А использование мобильного оборудования позволяет создать рециклинг, то есть замкнуть строительное производство, используя отходы.

Вторичный щебень: сферы применения

Вторичный щебень, полученный путем переработки строительных отходов, в частности, кирпича, бетона, асфальта, выделяется значительной прочностью. И потому сферы применения его ширятся вместе с ростом его производства. На сегодняшний день вторичный щебень готов заменить до 60% всего объема щебня при строительстве зданий. Стоит рассмотреть подробнее различные сферы применения вторичного щебня как строительного материала.

• **Бетонный заполнитель.** Это наиболее популярный метод применения вторичного щебня; в качестве заполнителя для бетонных и железобетонных сооружений используется как крупный, так и непросеянный щебень.

• **Укрепление грунтов.** Щебень часто используется как фиксатор подвижных или слабых грунтов при строительстве сооружений. Вторичный щебень разрешен ГОСТом для использования в качестве подсыпки при строительстве инженерных коммуникаций (водоснабжение, водоотведение и прочие).

• **Подсыпка дорог.** Вторичный щебень, особенно с включениями асфальта, часто используется как подсыпка при строительстве дорог и автомобильных стоянок, в качестве нижнего слоя таковой подсыпки.

• **Дренаж.** Дренажные качества щебня позволяют использовать его для водоотведения при устройстве фундаментов и котлованов.

• **Дорожное строительство.** Для проселочных дорог либо дорог в частных домостроениях разрешается использование вторичного щебня вместо обычного гранитного. Однако при строительстве дорог с большой нагрузкой (федеральных трасс, например), использование вторичного щебня запрещено.

• **Устройство полов в промышленных зданиях.** В качестве наполнителя при обустройстве полов в сооружениях промышленного назначения (цехах, склада и прочих) используется вторичный щебень как наиболее экономичный материал без потери качества строительства.
• **Декоративное применение.** Так как благодаря исходным материалам вторичный щебень получается весьма красивым и необычным на вид (красновато-оранжевые кусоки кирпича, бело-серые камешки бетона, черные точки асфальта), его активно используют для различных декоративных работ. В частности, таким щебнем подсыпают дорожки в парках и садах, обустраивают русла «сухих ручьев» и «альпийские горки», делают отсыпку вдоль берегов искусственных водоемов и садовых зданий.
Стоит заметить, что здесь указаны лишь наиболее часто встречающиеся варианты применения вторичного щебня, однако в действительности сфера его использования намного шире. Переработка строительных отходов в столь полезный материал как щебень – это не просто дань экологии, но и значительная экономия средств при строительстве.

Преимущества и недостатки вторичного щебня

Все более расширяющаяся сфера применения вторичного щебня заставляет обратить на этот материал самое пристальное внимание. Итак, чем же так хорош вторичный щебень, какие его качества можно считать достоинствами, а какие – недостатками?

Начнем, пожалуй, с минусов. И самый главный из них таков – низкая прочность. Уточним: относительно низкая, то есть уступающая эталону – гранитному щебню. Однако ГОСТ позволяет использовать вторичный щебень как наполнитель для бетона и железобетонных конструкций.

Еще одно отрицательное качество – низкая морозоустойчивость. И это сказывается на сфере применения вторичного щебня: категорически запрещено его использование при строительстве дорог, на которые планируется большая нагрузка. Так, вторичный щебень нельзя встретить в перечне материалов для возведения федеральных трасс, городских улиц и площадей. Однако он вполне годиться для отсыпки проселочных дорог и пешеходных дорожек.

Однако плюсов у этого материала намного больше. И главным из них является низкая стоимость вторичного щебня – цена на него практически в два раза ниже, чем на гранитный. Это обусловлено как исходным материалом – строительным мусором, так и низкими энергозатратами на его производство.

Второй немаловажный плюс – весьма обширная сфера применения вторичного щебня. Его с готовность используют и в строительстве дорог, и при возведении зданий, и как дренажный материал.

2.3 Мировая практика в решении проблемы по переработки строительных отходов.

В мировой практике применяются два основных принципа организации переработки тяжелых строительных отходов и некондиционной продукции стройиндустрии:

- переработка образовавшихся отходов на месте их возникновения (на стройплощадке);
- переработка отходов на специальных комплексах.

Первый вариант не позволяет применять высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее получение чистого и фракционированного

продукта. Кроме этого, оно требует особых мер экологической защиты близлежащих жилых домов, исключает возможность непрерывной работы дробильной установки.

Второй вариант предусматривает дополнительные транспортные расходы на доставку отходов к месту переработки, которые компенсируются эффективной работой дробильно-сортировочного комплекса большой мощности, возможностью более глубокой переработки, отбором всех посторонних включений, возможностью организации постоянной логистики и маркетинга, относительно простым решением экологических проблем.

Например, в Германии в каждой земле существуют крупные перерабатывающие комплексы . Только в Берлине (где снос построенных во времена ГДР панельных пятиэтажек даже не планируется) их более 20.

Как правило, комплекс состоит из нескольких участков.

Участок приема отходов, где осуществляется их складирование, предварительная сортировка и разделка негабаритных плит или обломков до размеров, которые способна пропустить дробилка. Этот участок обычно обслуживают экскаваторы с гидрокусачками.

Участок подготовленного материала, где работают фронтальные погрузчики с емкостью ковша 4 - 5 $м^3$ способные обеспечить непрерывную работу высокопроизводительной дробилки.

Перерабатывающая установка, включающая приемный бункер, дробильный агрегат, магнитный сепаратор и сортировочный узел. На крупных перерабатывающих предприятиях в состав установки входят также дробилка вторичного дробления, более полный набор грохотов, система воздушной сепарации легких частиц (остатки утеплителя, обоев, линолеума и др.), а иногда и установка для мойки вторичного щебня.

Склад готовой продукции может быть укомплектован поворотными конвейерами, отсыпающими щебень разных фракций в конические отвалы, или автоматизированными силосными складами, где в силосах хранится щебень, распределяемый по фракциям и но прочности, откуда он автоматически отгружается заказчику в заданном процентном соотношении.

Обычно комплексы оборудованы автомобильными весами для взвешивания поступающего материала и отпускаемой продукции.

В качестве первичных дробильных агрегатов чаще всего используют щековые дробилки, а также роторные агрегаты ударно-отражательного действия, причем последние часто не требуют установки дробилки второй ступени.

Работающие за рубежом комплексы не только выполняют важную экологическую и экономическую задачи государственного значения, но также являются высокорентабельными предприятиями. Их доходы складываются из платы за приемку материала на переработку (поставщик экономит транспортные расходы на доставку к месту свалки и плату за свалку) и доходов от продажи вторичного щебня, который дешевле природного и ему обеспечен сбыт. Производительность комплексов в зависимости от их комплектации и загрузки составляет 100-800 тыс. т в год.

Специалисты научно-исследовательского центра германского города Карлсруэ (Forschungszentrum Karlsruhe - FZK) разработали электрическую машину для переработки бетонных отходов, которая обеспечивает получение смеси продуктов, готовых к утилизации: песка, щебня и цемента. Построена опытная установка под наименованием "Franka" часовой производительностью 1 т бетона. Основной принцип ее действия заключается в измельчении бетонных отходов с помощью электродуги при напряжении 350 кВ. Куски бетона диаметром около 10 см помещаются в резервуар с водой, в котором установлен крупный электрод. Разрушение бетонных кусков осуществляется с помощью действия двух сил: электрический разряд создает в воде ударную волну, а электродуга вызывает разрыв кусков изнутри благодаря имеющимся в них полостям. Главной задачей было обеспечить контроль за длительностью разряда. Это было достигнуто с помощью цилиндрического конденсатора, установленному между генератором и электродом. Для отделения песка, щебня и цемента возможно применение различных технологий, в частности, центрифугирования, седиментации, процеживания и т. п. Потребляемая

мощность установки не превышает 10 кВт, в результате чего эксплуатационные расходы составляют всего несколько марок в час. Компания ищет промышленного партнера для инвестиций в установку часовой производительностью 100 т.

Немного истории.

После Второй мировой войны, когда в восстанавливаемых мегаполисах Европы стремительно дорожала земля, застройщики стали искать любую возможность, чтобы на месте старых домов возвести жилые или административные здания, ведь каждый дополнительный квадратный метр здания давал немалую и при том неуклонно растущую прибыль. Так, в Париже за период с 1954 по 1964 гг. на месте 6 тысяч снесенных квартир появилось 525 тысяч новых. Такой масштабный строительный проект нуждался в комплексном решении двух важнейших проблем: сначала — как быстро и безопасно для окружающих зданий снести старые здания, а затем — куда девать огромное количество строительного мусора. Поскольку уже в то время наиболее распространенным видом отходов был бетон, в странах Европы начали перерабатывать строительные отходов с целью использования продуктов переработки в качестве вторичного сырья.

В настоящее время в Германии каждая федеральная земля располагает крупными комплексами по переработке отходов строительства новых и сноса старых зданий. Производительность таких комплексов составляет порядка 100–800 тыс. т вторичной продукции в год. Доходы предприятий формируются из платы за приемку стройотходов на переработку (поставщик экономит транспортные расходы на доставку к месту свалки и плату за свалку) и прибыли от продажи вторичного щебня.1 Вообще же в Германии функционирует более 400 заводов, перерабатывающих строительный мусор. Только в Берлине около 100 перерабатывающих центров. Из 59 млн т строительного лома, образующегося на стройплощадках Германии, перерабатывается только 17%. Гораздо выше этот показатель в тех странах, где ощущается острая нехватка территорий. Так, в Нидерландах в повторное использование идет 90% строительных отходов, в Бельгии — 87%, в Дании

— 81%, в Великобритании — 45%. В целом же в странах Европейского союза средний уровень переработки строительных отходов составляет 28%, и доля вторичного строительного сырья там неуклонно растет.

Растущие объемы рынка привели к образованию в 1976 г. Европейской ассоциации по сносу зданий, в которую сегодня входят более 50 фирм из 17 стран мира.

Сегодня во многих странах размещение отходов на полигонах законодательно допустимо только в том случае, если компания-утилизатор докажет, что ни одна из известных технологий не позволяет выполнить их переработку. Например, в Нидерландах такое законодательство действует с 1997 г.2

Факт отставания нашей страны в управлении отходами лежит на поверхности и виден, как говорится, невооруженным глазом. Однако необходимо напомнить: в 1980-х годах в СССР сбору и переработке основных видов отходов удалось придать промышленные масштабы, сформировав целостные самостоятельные сегменты. В соответствии с «Комплексной программой научно-технического прогресса СССР» уровень переработки большинства видов отходов по некоторым видам должен был в 2010 г. приблизиться к 100%. К сожалению, в 90-е годы прошлого века созданные в 70–80-х гг. инструменты государственной политики управления вторичными материальными ресурсами были утрачены, что во многом и привело к нынешнему положению дел.

В Беларуси проектным институтом «Белкоммунпроект» разработана Концепция обращения с твердыми коммунальными отходами в Минске на период до 2015 года. Концепция включает несколько этапов: 1) анализ существующей в Минске ситуации, связанной с управлением отходами, 2) анализ мирового опыта обращения с отходами, 3) перспективы развития Минска и 4) задачи, которые предстоит решать в данной области. Приоритетная задача концепции — предотвращение вредного воздействия отходов на окружающую среду и организм человека.5

В числе первоочередных задач также развитие раздельного сбора отходов. Концепцией, в частности, предусмотрено: для термометров — приемные пункты по месту нахождения медицинских учреждений; для элементов питания — по месту реализации батарей и аккумуляторов. Специальные организации будут заниматься разборкой бытовой техники с целью получения компонентов (пластмасса, металлы), которые можно использовать повторно. Собранные коммунальные отходы должны быть рассортированы по видам, пластмассы и стекло — по цветности, металлы — на цветные и черные.

В Казахстане на базе Карагандинского Государственного технического университета была разработана технология сортировки и переработки твердых бытовых отходов (СПТБО), в основу которой заложена технология, применяемая в горно-обогатительном оборудовании. Способы и устройства технологической линии защищены 18-ю патентами Респуб-лики Казахстан. В 2007 г. в Астане начал работать еще один завод по производству силикатного кирпича из отходов. В качестве продукта для производства используются золошлаки ТЭЦ. В течение года ТЭЦ, работающая на полную мощность, сбрасывает до 600 тыс. т золошлаковых отходов. Технология завода позволяет в течение года перерабатывать 230–240 тыс. т отходов и выпускать 80 млн кирпичей.6

В нашей стране спешно апробирован зарубежный (и в частности германский) опыт утилизации строительных отходов в виде шлама и остаточного бетона. Причиной появления данного вида отходов, в основном, является промывка миксера и бетононасосов. Западные производители стройматериалов уже долгое время практикуют различные, более или менее результативные, технологии переработки строительных бетонных отходов. В большинстве стран СНГ переработка и рециклинг отходов после промывки бетононасосов и миксеров заключается в том, что содержимое смесителя сливается в яму, где бетонная смесь после некоторого времени высыхает и растрескивается, а затем транспортируется на полигон. Такой рециклинг бетона крайне неэффективен, поскольку, кроме загрязнения большой зоны

территории и затрат на транспортировку, он противоречит действующему законодательству. А это в свою очередь влечет ощутимые штрафные санкции.

Именно поэтому многие отечественные предприятия постепенно переходят на более современный и эффективный рециклинг отходов производства посредством приобретения рециклинговых установок или прибегнув к услугам специализированных станций. Современное оборудование для рециклинга работает по принципу разделения смеси бетонных отходов на фракции щебня, песка и раствора цементного молочка. Подобная технология утилизации предпочтительна тем, что полученные отдельные фракции используются в производстве стройматериалов либо реализуются в качестве вторичного сырья. Рециклинг бетонных отходов — экологичный, эффективный способ управления производственными отходами, позволяющий сократить временные и финансовые затраты.

Утилизация бетона предусматривает сбор и вывоз полученной смеси. Для выполнения этой задачи оптимальным решением будет использование вакуумных погрузчиков. Рециклинг отходов бетонного производства с помощью современного оборудования существенно ускоряется, так как ямы, предназначенные для слива бетонной смеси, опустошаются в кратчайшие сроки. Затем вакуумный погрузчик транспортирует содержимое ямы к рециклинговым установкам либо на полигон, где выгрузка отходов производится в считанные минуты.

Для решения проблемы различного вида отходов необходимы не только новые технологии, но и совершенствование отечественной нормативно-правовой базы. В соответствии с международным экологическим законодательством необходимо закрепить, во-первых, приоритет утилизации строительных отходов над их размещением, а во-вторых, принцип ответственности производителей за утилизацию своих отходов. Следует, наконец, рассматривать отходы как вторичный ресурс. Компетентного решения требует и проблема распределения ответственности и полномочий федеральных, региональных и муниципальных органов

власти: в их ведении должен находиться весь цикл утилизации отходов, а не только контрольно-надзорная функция и организационная инициатива. Также следует обратить внимание и на совершенствование строительных технологий (в особенности демонтажа и сноса), делая упор на минимизацию экологических последствий. В этом отношении определенный интерес может представлять опыт передвижки зданий и сооружений, известный в нашей стране с 1934 года . Внедрение передовой современной техники для рециклинга (как, например, при утилизации бетонной смеси) также должно стать одним из приоритетов. Опираться при этом следует как на лучшие зарубежные, так и отечественные образцы.

В Японии технологические линии по производству вторичных заполнителей из бетонного лома, как правило, перерабатывают предварительно расчлененные куски бетона до размера 400 мм. Комплект технологического оборудования линии содержит щековую первичную дробилку, производящую бетон (точнее его лом) в количестве 60 т/ч, грохоты, конусную вторичную дробилку производительностью 27 т/ч, систему ленточных конвейеров и бункеры склада готовой продукции. Последовательность выполнения технологических процессов на линии аналогична выполнению технологических процессов в производствах по переработке некондиционного бетона и железобетона, созданных европейскими фирмами.

Технологическая линия фирмы "Бойес" (США) предназначена для дробления железобетонных колонн длиной до 5,4 м и бетонных отходов, поступающих с площадок сноса зданий и сооружений. Линия оснащена установкой, первичного дробления, разработанной фирмой "Айова Мануфактринг" совместно с "Бойес".

Бетонный лом размером до 130 см подается в первичную щековую дробилку, а колонны поднимаются краном и одним концом опускаются в нее. Из щековой дробилки материал свободно падает с высоты 5,4 м на ленточный конвейер, оборудованный ременной передачей. По опыту использования ленточных конвейеров фирма "Бойес" не рекомендует

располагать их непосредственно за дробилкой, так как они в данном случае быстро изнашиваются. Производительность перерабатывающей технологической линии составляет 200 т/ч, а в перспективе при модернизации ее — 300 т/ч.

Отходы могут быть ресурсом

Отходы содержат ресурсы как энергию, так и материалы, которые можно утилизировать в процессе рециркуляции. Большой опыт в этой области накоплен у наших ближайших соседей - в Финляндии. Рециркуляция материалов подразумевает использование этих материалов при новом производстве товаров. При этом также сберегается энергия, которая была бы необходима для производства еще не бывших в употреблении материалов. Органические отходы с большим содержанием энергии могут быть использованы для получения энергии. Во многих странах из таких отходов добывают газ, который используют для отопления или перерабатывают в электроэнергию. Если отходы не размещаются на свалках, а используются для замены ископаемого топлива, то выброс парниковых газов в дальнейшем сокращается. Вот на это в первую очередь не мешало бы обратить внимание нашим властям, а не строить Мусоросжигательные заводы отравляя и без того не идеальную атмосферу в наших городах.

Многие страны предпочитают использовать мусоросжигательные машины. Они не только позволяют уничтожать отходы, но и дают возможность преобразовывать тепло в полезную энергию. Наибольший эффект от утилизации 5 класса отходов можно получить при использовании комплексной технологии – переработки материала одного типа и сжигания мусора другого вида. Мировые специалисты в этой области утверждают, что в ближайшем будущем переработка отходов 5 класса с производством электрической и тепловой энергии будет главным способом утилизации. Они предполагают, что государства должны создавать мусоросжигательные установки, на которых будет происходит сортировка и размещение отходов 5 класса опасности для последующей обработки. То есть будут создаваться целые системы по переработке, в структуре которых станут работать

специализированные заводы по утилизации отдельных видов сырья – стекла, бумаги, дерева, металла и т. д.

Особенно актуален вопрос утилизации в странах с ограниченной территорией. Например, в Швеции запрещено проводить захоронение отходов. В этой стране мусор используется как источник сырья и топлива. Поэтому размещение отходов 5 класса опасности на свалках там даже не рассматривается. Местные власти считают бытовой и промышленный мусор рентабельным ресурсом, на котором можно неплохо зарабатывать. Сейчас Швеция использует перерабатывающие технологии, позволяющие обеспечить теплом и энергией целые города.

ГЛАВА 3 Эколого - экономическая целесообразность переработки бетона в Тамбовской области.

3.1 Эколого-экономическая оценка эффективности вторичного использования бетонных отходов.

Определение реальной эколого-экономической эффективности – достаточно сложная проблема. Социальные, моральные, экологические последствия вреда, причиненного хозяйственной деятельностью окружающей среде, не поддаются количественному выражению и не могут быть отображены в экономической оценке. Эколого-экономическая оценка эффективности производства характеризуется тем, что непосредственно к хорошему экономическому результату (т.е. выгоде) добавляется прогнозируемый длительный эффект, который учитывает экономические последствия от изменения окружающей среды в будущем.

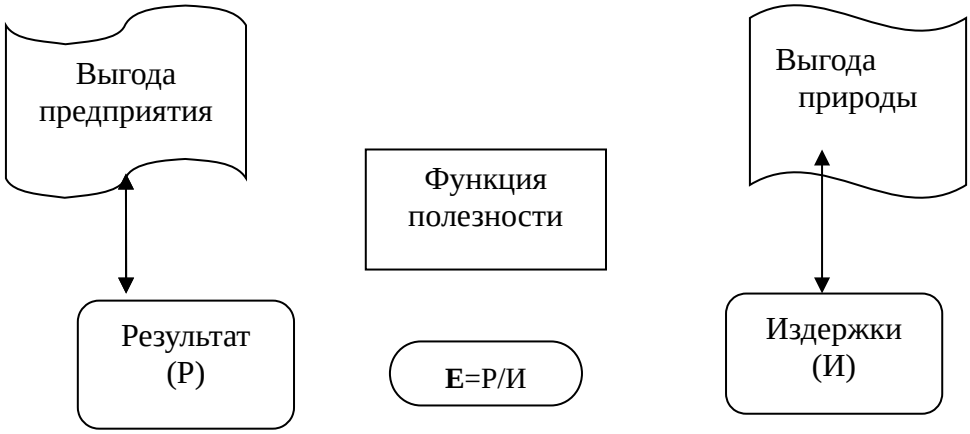

Рис. Структура компонентов эколого-экономической эффективности

Структура компонентов эколого-экономической эффективности представлена на рисунке, из которого видно, что достижение эколого-экономической эффективности возможно только при условии объединения усилий государства и предприятия в области контроля.

Один из показателей эффективности производства – эколого-экономическая эффективность (Е), которую (в денежном выражении) следует

рассчитывать как разницу между общим экономическим эффектом (E_0) и суммой стоимости использованных природных ресурсов, эколого-экономического вреда (ЕВ) и природозащитних мероприятий (С) :

$$E = E_0 – (P + ЕВ + С).$$

Экологизация производства позволяет сохранить и улучшить окружающую естественную среду. Конечным результатом абсолютно экологизованного производства является продукция, полученная по безотходным технологиям с обобщающим показателем экологической оценки на основе стоимостного выражения этой продукции .

Показателями экономической эффективности применения сырьевых ресурсов являются экономия первичного сырья в натуральном и стоимостном выражениях, экономия трудовых и финансовых ресурсов на подготовку и освоение запасов первичного естественного сырья и строительство новых мощностей, экономия земельных ресурсов за счет уменьшения потребности для складирования потенциальных вторичных ресурсов и отходов производства, а также снижение потребностей в земельных участках для освоения новых ресурсов.

После сноса объектов недвижимости, отслуживших свой век, остаются груды кирпичного и бетонного боя. Долгое время было принято вывозить их на свалку, что влекло за собой дополнительные расходы. После того, как по примеру цивилизованных стран к экономии стали относиться более рационально, появился современный подход к решению проблемы.

Он состоит во вторичном использовании отработанных материалов. Результатом дробления строительного лома, из которого извлекаются арматура и другие посторонние включения, становится вторичный щебень. Получает вторую жизнь замечательный материал, по своим характеристикам не много уступающий природному щебню. Для его выработки применяется такое же оборудование, при помощи которого производятся другие виды щебня. Последняя стадия процесса – фракционирование, хотя спросом пользуется и не отсортированный материал.

Вторичный щебень получается вследствие дробления отходов от строительных материалов (кирпича, бетона).

Основное достоинство вторичного щебня – вдвое меньшая стоимость, чем гранитного. Себестоимость бетона, с использованием его в качестве крупного заполнителя, уменьшается на четверть. Несмотря на то, что по морозостойкости и прочности этот материал уступает натуральному щебню, он находит свои ниши для широкого применения.

Стоимость вторичного щебня

Наименование	Цена за куб (м3)
Вторичный щебень фракции 5-20	от 980 руб.
Вторичный щебень фракции 20-40	от 930 руб.
Вторичный щебень фракции 40-100	от 880 руб.

Вторичный щебень, полученный из бетонного, асфальтового и кирпичного боя используют:

- в качестве основания под дорожное покрытие;
- при благоустройстве, как подсыпку под асфальтированные площадки, тротуары, автостоянки и т.д.;
- при засыпке котлованов, взамен использованного грунта;
- для укрепления слабых и болотистых грунтов при разработке котлованов и траншей для инженерных сетей;
- для устройства временных дорог;
- как фильтрующую прослойку для воды при сооружении искусственных водоемов, колодцев и дренажных систем;
- для засыпки канав и временного ремонта выбоин на дорогах.

Технические нормы допускают применять вторичный щебень для устройства нижних слоев дорог, которые не имеют статуса федеральных.

Использование вторичного щебня – это не только экономическая выгода, но и содействие охране окружающей среды.

Конечно, по характеристикам прочности и морозоустойчивости вторичный щебень уступает другим видам щебня. Однако все это, при

грамотном использовании вторичного щебня, компенсируется значительной экономической выгодой.

Рассмотрим стоимость природного щебня и какие расходы связаны с его перевозкой.

Стоимость природного щебня

Наименование продукции	Цена в руб. /т
Гранитный щебень 5-20мм, 20-40мм	1600
Щебень из доменного шлака 5-20мм, 20-70мм	1300
Гранитный щебень "замчаловский" 5-20мм	1400
Доломит 5-20 мм, 20-40 мм, 40-70мм	1300
Известняк 8-25мм	1200
Отсев гранитный 0-5 мм	1300

Большая востребованность гранитного щебня обусловлена быстрыми темпами в сфере гражданского, промышленного и автодорожного строительства. Небольшие строительные организации закупают и транспортируют щебень автомобильным транспортом. Крупные потребители предпочитают завозить гранитный щебень вагонами железнодорожного транспорта.

Именно такой вид перевозки является оптимальным вариантом, в случае закупки большой партии материала. Но данная перевозка затратная. Расходы при перевозке, не включая стоимость самого щебня:

- аренда вагонов;
- погрузочно-разгрузочные работы (техника, рабочие)
- контроль - сопровождение при перемещении груза.

Расчет стоимости перевозки груза

Станция отправления	АДЛЕР
Станция назначения	ТАМБОВ I
Груз	Щебень грани

Кол-во вагонов в отправке 1

Вес (тонн) 20

Итого (вкл. НДС):

29295.86 руб./вагон
1464.79 руб./т

Расстояние: 1526 км

Срок доставки: **7** сут.

Итак, сравнивая природный щебень и вторичный можно сделать следующие выводы. Безусловно, природный щебень по своим природным свойствам качественней и лучше, он незаменим при строительстве, но он дороже и засыпать им котлованы, укреплять слабые болотистые грунта, делать временную обсыпку дорог им никто не будет, не выгодно. Здесь целесообразней будет использование вторичного щебня, и по цене и по энергозатратам.

3.2 Методологические подходы и рекомендации к определению приоритетности способов переработки бетонного производства с учетом эколого-экономических факторов.

Переработка отходов бетонного производства позволяет значительно повысить доходы и избежать многочисленных расходов на транспортировку, утилизацию, а также штрафов за нарушение экологических норм и правил.

Сложившиеся условия бетонного производства требуют незамедлительных действий в области утилизации и переработки отходов. На государственном уровне отношения производителей и окружающей среды призваны регулировать Федеральный закон No309 и Постановление Правительства РФ No 53 от 27 января 2009 г. Последняя редакция Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 30 декабря 2008 г. значительно ужесточает меры наказания за несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления или иными опасными веществами (ст. 44, п. 8.2) и предусматривает наложение штрафа на юридических лиц от 100 до 250 тыс. руб. Потенциальный штраф и административное приостановление

деятельности на срок до трех месяцев заставляет руководителей многих заводов задуматься и начать поиск решения проблемы. Эффективный и экономически обоснованный подход к данному вопросу — установка качественной системы рециклинга для повторного использования отходов, полученных при производстве товарного бетона и бетонных изделий на заводах ЖБИ, ЖБК, ДСК.

Приведем пример использования системы рециклинга.

Предприятие ООО «ООО Тамбовстройсервис» выполняет все виды строительно-монтажных работ по обустройству строительных объектов - от подготовительных работ до стадии сдачи объекта в эксплуатацию. На базе предприятия имеется растворо-бетонный узел (РБУ), снабжающий строительную площадку бетоном, который доставляется к объектам строительства автобетоносмесителями.

Современное оборудование для приготовления и транспортировки цементных растворов нуждается в профессиональном обслуживании и, в первую очередь, в отмывании его от остатков цемента после эксплуатации. После выгрузки бетона миксеры автобетоносмесителей промываются, чтобы избежать налипания бетона на стенки. Смесительный барабан некоторое время вращается, потом вода с остатками щебня, песка и цемента сливается в организованный шламонакопитель и затем передается на захоронение специализированному предприятию.

В год на предприятии образуется 1195,2 тонн отходов от очистки миксеров автобетоносмесителей. Согласно Приказу от 02.12.2002 № 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» отходы бетонной смеси с содержанием пыли менее 30% относятся к V классу опасности и хранятся в металлических контейнерах с крышкой на асфальтированных площадках, контролируются визуальным наблюдением за состоянием и герметичностью тары. При обычном способе утилизации данных отходов безвозвратно теряются значительные площади земель, наносится вред окружающей природной среде.

Оптимальным современным решением проблемы утилизации жидких

отходов, образующихся от промывки автобетоносмесителей, является использование технологии рециклинга бетона. Установка рециклинга производит разделение бетона на твердые составляющие и воду, позволяя повторно использовать все отходы, получившиеся в процессе мойки, и не нанося вред окружающей природной среде.

Переработка отходов бетонного производства позволяет значительно повысить доходы предприятия за счет вторичного использования ресурсов, таких как вода (цементное молочко), щебень и песок, исключить платежи за размещение отходов и избежать расходов на транспортировку и утилизацию отходов, а также возможных штрафов за нарушение экологических правил.

Из всего модельного ряда установок рециклинга бетона выбрана наиболее дешевая установка немецкой фирмы «Hartmann» (таблица 1), полностью удовлетворяющая по показателям производительности и прочим техническим характеристикам

Наименов ание установки рециклингаа бетона	Объем переработки смеси, $м^3/ч$	Потребляемая мощность кВт	Объем бассейна, $м^3$	Количество обслуживаем ых средств	Стоимость тыс. руб
«Hartmann»	15	7,5	36	1-2	765

Таблица 1 – Технические характеристики установки рециклинга бетона

№	Емкость миксера автобетоносмесит елей, $м^3$	Количест во миксеров	Количество рейсов, совершаемых в		Объем воды,требущий ся для очистки, $л/ м^3$	Остаток бетона на стенках миксера автобетоносме сителя после 1 выгрузки, м3
			день	год		
1	10	2	2	960	70/0,07	0,3
2	5	2	2	960	50/0,05	0,15
итого					120/0,12	0,45

Таблица 2 – Данные для определения некоторых рабочих параметров установки

1) Расчет экономии на экологических платежах за размещение и хранение отходов

Масса образующихся отходов от чистки автобетоносмесителя за год может быть рассчитана по формуле:

$$M_{отх} = N_р \cdot (M_в + M_б) \quad (1)$$

где $N_р$ – число рейсов, совершаемых автобетоносмесителем за год, раз/год;
$M_в$ – масса воды, требуемой для очистки миксера автобетоносмесителя после выгрузки, кг;
$M_б$ – масса бетона, остающегося на стенках миксера после выгрузки, кг.

Масса воды, требуемая для очистки миксера автобетоносмесителя, определяется по формуле:

$$M_в = V_в * \rho_в \quad (2)$$

где $V_в$ – объем воды, требуемой для очистки миксера автобетоносмесителя после выгрузки, $м^3$ (таблица 2);

$\rho_в$ – плотность воды, $кг/м^3$.

Массу бетона, оставшегося на стенках миксера автобетоносмесителя после выгрузки за 1 рейс, найдем по формуле:

$$V_{б(ост)} = V_{б(ост)} \cdot Р_в \quad (3)$$

где $V_{б(ост)}$ – объем бетона, оставшегося на стенках миксера автобетоносмесителя после выгрузки, м3 (составляет 3 % от объема миксера автобетоносмесителя, таблица 2);

$Р_в$ – вес 1 м3 бетона, кг/м3 (вес бетона напрямую зависит от применяемых заполнителей, таблица 3).

№	Тип бетона	Тип бетона Вес 1 м3 бетона (Рв), кг/м3	Состав бетона	Назначение
1	Особо легкие бетоны	$Р_в \leq 500$	ячеестые бетоны с большим количеством (до 85% от общего объема бетона) мелких и средних воздушных ячеек размером до 1-1,5 мм	Используются в качестве теплоизоляции
2	Легкие бетоны	$Р_в$=500-1800	бетоны, заполненные облегченными пористыми заполнителями, такими как керамзит или без заполнителей, но имеющие пористую структуру, такие как пенобетон или газобетон	бетон используется в виде готовых строительных блоков
3	Особо тяжелые бетоны	$Р_в$=1800-2500	в состав бетонных смесей входит тяжёлый и крупный заполнитель Основная масса бетона: щебень или гравий - 1150-1300 кг, песок - 600- 750 кг, цемент - 250-450 кг, вода - 150-200 л	Очень широкий диапозон назначений
4	Тяжелые бетоны	$Р_в$=2500-3000	состав бетонных смесей входят: магнетит, барит, гематит, различные виды металлического скрапа. Основную массу бетона составляет крупный заполнитель	Особо тяжелые бетоны применяются для защиты

				персонала на атомных электростанциях от радиоактивных излучений

Таблица 3 – Классификация бетонов по весу

По формуле (2) найдем массу воды, требуемой для очистки автобетоносмесителей после одного рейса (два миксера объемами 10 м^3 и 5 м^3):

$М_{в} = 0,07 \cdot 1000 + 0,05 \cdot 1000 = 70 + 50 = 120$ (кг)

В большинстве случаев, при проведении строительных работ используются цементные бетоны, имеющие средний вес 2300 - 2500 кг/м^3. Для расчетов возьмем значение веса бетона – 2500 кг/м^3.

Подставив значения в формулу (3), получаем, что после одного рейса со стенок автобетоносмесителей удаляется:

$Мб_{10} = 0,3 \cdot 2500 + 0,15 \cdot 2500 = 750 + 375 = 1125$(кг)

По формуле (1) находим общую массу бетонного шлама за год:

$М_{отх} = 960 \cdot (120 + 1125) = 1195200$ (кг) = 1195,2 (тонн)

Плата за размещение и хранение отходов определяется по формуле:

$$П_{отх} = \sum_{i=1} К_{инд} \cdot КЭ_{отх} \cdot Н_{бн/отх} \cdot М_{iотх} \quad (4)$$

где $К_{инд}$ – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей среды (устанавливается Законом «О бюджете», на 2014 г. $К_{инд} = 1,79$);

$К_{эотх}$ – коэффициент, учитывающий экологическое состояние почв по территориям экономических районов РФ (для Республики Коми, Северного экономического района $К_{атм} = 1,4$);

$Н_{бнотх}$ – базовый норматив платы за размещение 1 тонны отходов i-го класса опасности в пределах, не превышающих лимит, руб./т (устанавливается Постановлением РФ от 12 июня 2003 г. N 344, для отходов 5 класса опасности – 597,6 руб./т);

$М_{iотх}$ – фактический объем (масса) отходов i-го вида, тонн/год. Таким образом, размер платы за размещение и хранение бетонного шлама составит:

Таким образом, размер платы за размещение и хранение бетонного шлама составит:

$П^{отх}$ = 1,79 · 1,4 · 8 · 597,6 = 11980,7 (руб./год)

Данный шлам сливается в организованный шламонакопитель и передается специализированному предприятию, по договору с которым уплачивает 14376,8 руб. в год за вывоз и захоронение отходов.

Таким образом, при использовании собственной системы рециклинга бетонной смеси, предприятие будет экономить 26357,5 руб. в год на расходах с предприятием-подрядчиком и экологических платежах за размещение отходов.

2) Расчет экономической выгоды предприятия от вторичного использования отходов

Рециклинг бетонных отходов позволяет существенно сэкономить на исходном сырье для производства бетона. Результатом работы установки является восстановление до 15 % сырья (песок и щебень), остальные 85 % – инертные материалы (вода с легкими частицами размером менее 0,2 мм).

Количество бетона, удаляемого со стенок миксера автобетоносмесителя после выгрузки за год, можно определить по формуле:

$V_{б} = V_{бост} \cdot N_{р}$, (5)

где $V_{бост}$ – объем бетона, оставшегося в миксере автобетоносмесителя после выгрузки, м3;

$N_{р}$ – количество рейсов, совершаемых автобетоносмесителем при перевозке бетона в течение года, раз/год.

$V_{б}$ = (0,3+0,15)·960 = 432 м3

Количество сырья (песок, щебень), содержащегося в отходах очистки миксеров автобетоносмесителей после выгрузки бетона можно определить по формуле: $V_{с}$=15%/100% · $V_{б}$ (6)

где $_{б}$ – количество бетона, удаляемого с миксеров автобетоносмесителей в течение года, $м^3$

Затем, по формулам (7) и (8) найдем пропорционный состав бетона – количество песка и щебня:

$V_{с}$= 15%/100% · 432=64,8 $м^3$

Наиболее часто при строительстве используется бетон марки М-400

(возведение фундаментов зданий, в качестве несущего слоя при строительстве высокопрочных полов).

Марка бетона	Массовый состав Ц;П;Щ, кг	Процентный состав Ц;П;Щ, %	Объемный состав цемента на 10л, П;Щ, л	Количество бетона из 10 л цемента, л
200	1 : 3,5 : 5,6	9,9 : 34,7 : 55,4	32 : 49	62
300	1 : 2,4 : 4,3	13 : 31,2 : 55,8	22 : 37	47
400	1 : 1,6 : 3,2	17,2 : 27,6 : 55,2	14 : 28	36
450	1 : 1,4 : 2,9	18,9 : 26,4 : 54,7	12 : 25	32

Таблица 4 – Состав бетона из цемента (Ц) М-500, песка (П) и щебня (Щ)

Так, в бетоне М-400 доля щебня составляет 55,2% от общей массы отходов миксера, доля песка – 27,6%, значит, можно вычислить, сколько кг этого сырья содержится в бетонной смеси, утилизируемой при очистке миксеров автобетоносмесителей:

$V_{щ} = 55{,}2\% / 100\% \cdot V_c$ (7)

$V_{п} = 27{,}6\% / 100\% \cdot V_c$ (8)

Затем, по формулам (7) и (8) найдем пропорционный состав бетона – количество песка и щебня:

$V_{щ} = 55{,}2\% / 100\% \cdot 64{,}8 = 35{,}77$ м^3

$V_{п} = 27{,}6\% / 100\% \cdot 64{,}8 = 17{,}88$ м^3

Обычно все это сырье вместе с 57,6 м^3 воды вместе с другими отходами утилизируются предприятием, с применением же технологии рециклинга и песок и щебень и вода буду обратно возвращаться в процесс производства.

Поэтому общую экономию от вторичного использования сырья можно

определить по формуле:

$Э_{коном} = V_п \cdot Ц_п + V_щ \cdot Ц_щ + V_в \cdot Ц_в$, (9)

Где $V_п$, $V_щ$, $V_в$ – количество песка, щебня и воды, содержащихся в отходах бетона, $м^3$

$Ц_п$, $Ц_щ$, $Ц_в$ – рыночная цена на песок, щебень, водоснабжение, руб.

$Э_{коном} = 35,77 \cdot 2200 + 17,88 \cdot 1000 + 115,2 \cdot 264,67 = 127064$ (руб.)

Таким образом, общая годовая выгода от применения технологии рециклинга составит более 160 тыс. руб., в т.ч.:

- экономия на расходах за вывоз и хранение отходов – 9,42 тыс. руб.;
- экономия на экологических платежах за размещение отходов – 23,55 тыс. руб.;
- экономия от вторичного использования отходов – 127,064 тыс. руб.

За год вторично используются ресурсы:

- щебень – 35,77 м3;
- песок – 17,88 м3;
- вода – 115,2 м3.

Проведенная оценка экономической эффективности показывает, что использование технологии рециклинга бетонной смеси является экономически обоснованным мероприятием. Инвестиции в покупку установки в размере 785 тыс. руб. окупаются через 9 лет и 3 мес.

N п/п	***Показатели***	***Значение, тыс. руб.***
1	Капитальные вложения $К_в$	785,00
	В т. ч.: - Закупка установки рециклинга	765,00
	- Доставка	10,00
	- Установка	10,00
2	Годовые эксплуатационные затраты $З_г$	23,67
3	В т. ч.: - Амортизационные отчисления $А_г$	15,70
	- потребление электроэнергии	0,115
	- капитальный ремонт	7,85
4	Экономический результат от мероприятия $Э_г$	160,03
	В т. ч.: - экономия на расходах за вывоз и хранение отходов	9,42
	- экономия на экологичексих платежах за размещение отходов	23,55
	-экономия от вторичного использования отходов	127,064

	Чистый дисконтированный доход ЧДД$_t$	50,05
	Индекс доходности Ид	1,05
	Внутренняя норма доходности $E_{вн}$	17%
	Срок окупаемости Ток	9 лет и 3 месяца

Таблица 5 – Итоговые показатели экономической эффективности проекта

Вывод: Проект можно считать экономически обоснованным, а инвестиции в него оправданными, так как все показатели эффективности имеют удовлетворительные значения уже к десятому году его реализации:

- чистый дисконтированный доход положительный и составляет 50,05 тыс. руб. при заложенной годовой инфляции 10 %;

-индекс доходности больше 1, т. е. на каждый вложенный рубль инвестор получит 1,05 рубль дохода;

-внутренняя норма доходности превышает норму дисконта (10 %)и составляет 17 %;

-срок окупаемости капитальных вложений приемлемый и составляет 9 лет и 3 месяца.

Итак, выгоды рециклинга при производстве бетона очевидны. Это – во-первых, экономия на материалах, во-вторых, экономия на утилизации, в-третьих, на использовании водных ресурсов, в-четвертых – на штрафах за нарушение природоохранного законодательства. В пользу рециклинга говорит и тот факт, что оборудование для него достаточно быстро окупается. считается выгодным вариантом инвестиции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы и рекомендации.

1. На основании комплексного анализа развития строительного комплекса города Тамбова обоснованы направления по использованию отходов строительства и сноса для применения их в качестве вторичного сырья в целях оздоровления окружающей среды.

2. В условиях ограниченности первичных природных ресурсов, возрастания негативного влияния строительной деятельности на окружающую среду, исследованы отходы строительства и сноса как социально-экономическая категория экономики природопользования.

3. На основании эколого-экономической оценки эффективности вторичного использования бетонных отходов определены методологические подходы и рекомендации к определению приоритетности способов переработки бетонных отходов с учетом эколого-экономических факторов.

5. Для стимулирования деятельности строительных организаций и переработчиков в сфере обращения отходов строительства и сноса предложены мероприятия, которые охватывают: а) разработку специальных городских программ по утилизации отходов строительства и сноса, связанных с конкретным объектом; б) финансовую поддержку из бюджета города и субсидирование затрат на создание производств по переработке отходов; в) введение поощрительных налоговых и кредитных стимулов, льготных тарифов на транспортировку отходов, мер ценовой поддержки на вторичное сырье, произведенное из отходов.

6. В настоящем исследовании сформулированы рекомендации по формированию рынка отходов строительства и сноса, которые включают: создание специализированных центров сбора и первичной переработки отходов, информационных банков данных об образовании отходов и потребности во вторичных ресурсах, внедрение системы государственного заказа на использование изделий из отходов и вторичных материалов в городском хозяйстве.

7. Как показывает опыт предприятий по переработке отходов строительства и сноса, этот вид деятельности может стать высокорентабельным производством, решающим экологические и экономические задачи; так себестоимость бетона снижается на 25% при использовании вторичного щебня вместо природного и в 8 раз снижаются энергозатраты.

8. Предложены методические рекомендации по переводу отходов строительства и сноса в категорию вторичного сырья.

.