Комплексная переработка свалок ТКО с рекультивацией их территорий

Проект предлагает коммерчески рентабельное, комплексное и безотходную переработку ТКО в востребованную продукцию без вреда окружающей среде. Технологические решения основаны на уже имеющихся системах промышленной техники, но содержат ряд новых российских разработок, что увеличивает эффективность и доходность всего проекта и конкурентоспособность его выпускаемой продукции на базе ТКО.

Особенности технологии переработки ТКО на свалках связаны со спецификой свойств, не допускающих непосредственно известную сепарацию на компоненты с прямым вывозом ТКО на мусоровозах из придомовых контейнеров. Это - высокая степень бактериального, физико-химического загрязнения, резкое ухудшение перерабатываемости ТКО с большим снижением ценности выделяемых компонентов для рыночных приложений. В результате существуют большие экономические и экологические проблемы свалок ТКО. Для инвесторов сейчас переработка лежалых ТКО на свалках не привлекательна из-за малой рентабельности, высокого фактора риска, причем создание типовых объектов переработки и утилизация по известным процессам пиролиза с необходимыми системами очистки дымовых выбросов и шлаков требуют значительного долгосрочного финансирования при неприемлемо больших сроках окупаемости.

Средний состав ТКО (по сухому весу) приведен в таблице 1.

Таблица 1. Средний состав ТКО

№	компоненты	%, масс.
1	Полимерные отходы (термопластичные/термореактивные)	25 (16/9)
2	дерево	7
3	РТИ, отходы резины	3
4	Металл цветной (сплавы алюминия, меди)	0,5
5	Металл черный	3
6	Текстиль	3
7	Стекло	6,5
8	Камни, керамика	4
9	Бумага,картон	22
10	Биологические отходы, включая пищевые	26

Примечания:

- влажность ТКО на свалках выше 50%, достигая 60-70%;
- из-за активных процессов разложения органики свалок высока концентрация токсикантов в ТКО и фильтрате, который непрерывно проникает далеко вокруг в почву и почвенные воды;
- происходит сезонное изменение состава ТКО в связи с периодом отпусков, ремонтов домов и квартир, изменением климата, режима питания и пр., в итоге меняются объем ТКО и доли ряда компонентов: пищевые отходы, тара и упаковка ПЭТ, тара из стекла, алюминия, картона, пластика, например, напитков, причем рост совокупной доли тары из ПЭТ, стекла, алюминия, упаковок «Тетра-пак» возможен в 2,5-3 раза.

Цели проекта:

- разработка технологии и технологического комплекса безотходной комплексной переработка всех видов ТКО, вывозимых службами ЖКХ с территории города и его пригородов, а также стихийных свалок;
- переработка лежалых ТКО на существующих официальных свалках и очистка их площадей;

- выпуск на базе ТКО ценной продукции: концентраты лома черных и цветных металлов, все концентраты термопластичных (полиэтилен, ПВХ, ПЭТ и др.) и термореактивных полимеров и/или изделия на базе их комплексной переработки, RTF- продукт, измельченный стеклобой и/или продукты его глубокой комплексной переработки, органоминеральные удобрения для рекультивации территорий свалок, продажи садоводам или парниковым хозяйствам.

Переработка ТКО - в специализированных модулях путем классификации, сепарации ТКО с выделением концентратов для потребителей. Производственная система состоит из связанных модулей А и В. В модуле А в виде транспортабельных контейнерных систем непосредственно на свалке ТКО, производится выемка и первичная обработка ТКО, а в модуле В (вблизи от А) идут: комплексная переработка обезвреженного ТКО от модуля А и комплексная переработка ТКО из города и пригородов путем сепарации компонентов ТКО, а также переработки отходов стекла, резины и полимеров в дополнительные виды продукции.

Предложенная технология переработки ТКО на их свалках обеспечивает: перевод ценных компонентов в продукцию при безотходной переработке ТКО, решение создавшихся проблем вокруг свалок ТКО, освободить и рекультивировать территорию свалок с очисткой почвы от опасного фильтрата и ликвидировать в санитарно-курортной зоне городов экологическую опасность. Схема переработки ТКО на свалках приведена на рис. 1.

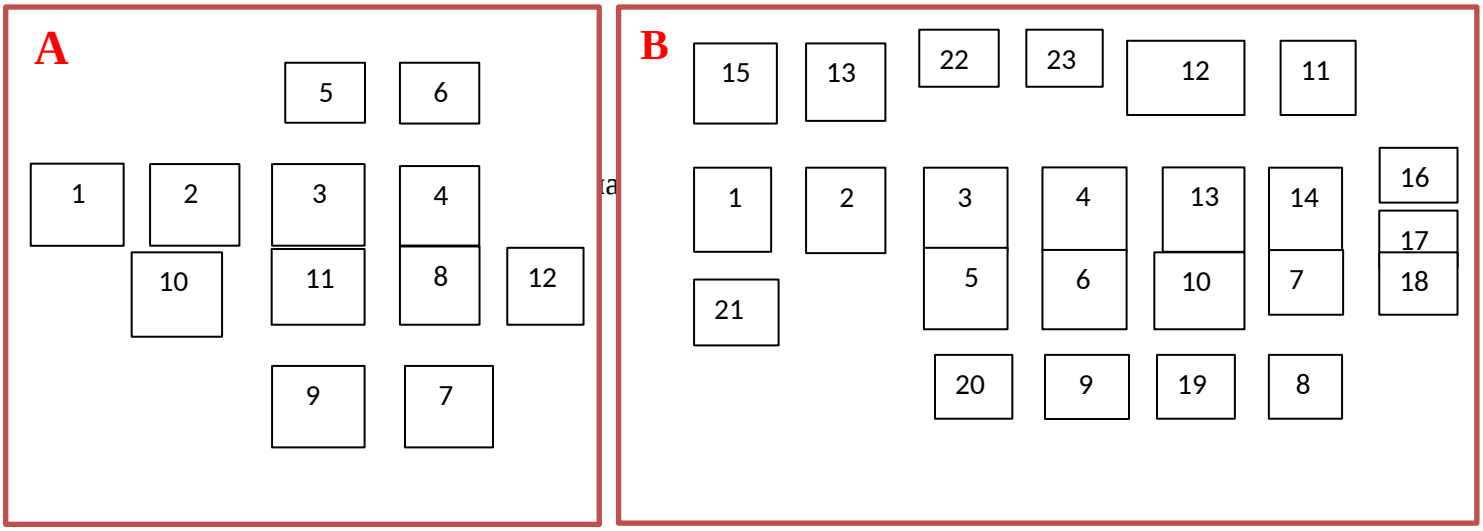

Рис. 1. Схема переработки разных видов ТКО.

Модуль А производит выемку, первичную обработку лежалых ТКО, а на участке В идет их переработка, а также переработка ТКО, привозимых из города и прилегающих территорий для утилизации и получения ценной продукции.

Обозначения для модуля А:

1. Участок выемки ТКО на свалке (экскаватор и погрузка ТКО в сменную кассету).
2. Транспорт кассеты, в том числе и автопогрузчиком (грузоподъемность до 6 т).
3. Электрофизический жидкостный реактор (зона 1-го блока электродов)
4. Электрофизический жидкостный реактор (зона 2-го блока электродов)
5. Фильтр рабочей жидкости
6. Насос рабочей жидкости.
7. Проточный реактор обработки рабочей жидкости.
8. Фильтр-сепаратор органического коагулята
9. Система пополнения рабочей жидкости и дозатор
10. Система электропитания реакторов.

11. Насос циркуляции рабочей жидкости.
12. Емкость органо-минеральной пасты для компоста.

Примечания:

- рабочая жидкость - водный раствор на базе фильтрата, выделяемого из почвы вокруг свалки мелиоративными методами, что позволяет блокировать загрязнение и очистить почву;
- используется рецикл и очистка рабочей жидкости с ее постоянным пополнением из почвы;
- участки А и В отдалены не более, чем на 100-150м.

Обозначения для модуля В:

1. Площадка разгрузки кассет-емкостей с удалением рабочей жидкости. 1-1 – площадка разгрузки ТКО, поступающих из городских и пригородных контейнеров.
2. Предварительная сортировка с отбором крупных фракций и стекла.
3. Грохочение с отделением биоотходов.
4. Грохочение с доотделением биоотходов.
5. Емкость биоотходов, выделяемых на системе грохочения (3).
6. Емкость биоотходов, выделяемых на системе грохочения (4).
7. Магнитный сепаратор-1 лома черных металлов.
8. Магнитный сепаратор-2 лома черных металлов.
9. Сепаратор-1 лома цветных металлов.
10. Емкость биоотходов для их утилизации в органо-минеральном компосте.
11. Емкость концентрата цветных металлов.
12. Выделение и дробление крупных фракций.
13. Участок сепарации «полимер - неполимер».
14. Участок сепарации «ПЭТ+термопласты – термореактопласты».
15. Система сбора рабочей жидкости (с зумпфом и насосом) и подачей на участок А.
16. Емкость для ПЭТ и термопластов.
17. Емкость для термореактопластов.
18. Емкость и дробилка лома черных металлов.
19. Сепаратор «неметаллы - лом цветных металлов».
20. Сборная емкость и дробилка лома цветных металлов.
21. Сборная емкость бумаги, картона, текстиля, дерева.
22. Дробилка отходов стекла и стеклобоя.
23. Емкость дробленого стекла.

Технология первичной переработки ТКО, сепарирования и компостирования концентратов биотходов.

Модуль А (на свалке). Выемка и первичная обработка ТКО.

На участке (1) модуля А ТКО после выемки экскаватором (до 2 м^3) перегружается им в специальные сменные контейнеры-кассеты, которые транспортируются автопогрузчиком (2) на расположенную рядом (не более 30-100 м) с участком выемки площадку промышленной переработки, где погружаются краном грузоподъемностью до 6 т в активную зону жидкостного электрофизического реактора (3) для нейтрализации ТКО и обезвреживания. Для производительности по ТКО на 80м^3/сут. с насыпным весом до 1,8т/м^3 предложена мобильная контейнерная система модулей, например, на базе шасси КамАЗ-4310, снабженная: прицепами с внешними емкостями, реакторами разной мощности, расходными дозаторами, блоками и известными системами сепарации компонентов ТКО. В процессе применяется полная нейтрализация всех ТКО с фильтратом и вмещающим грунтом. В зоне (3) реактора происходит отмывка и обеззараживание ТКО с переходом органических и неорганических загрязнений в рабочую жидкость, где происходит их разложение. В зоне (3)

размещается до 4 кассет (загрузка кассеты до 1 м^3). Из зоны (3) краном кассеты поочередно перегружаются в зону (4) с другими значениями pH и редокс-потенциала рабочей жидкости, где идет дообеззараживание содержимого кассеты и коагуляция органических веществ, выделяемых в виде органо-минеральной пасты фильтром (5), выполненным, например, в виде вакуумного барабанного фильтра. Эта паста используется как компонент органо-минерального компоста. Насос (6) подает рабочую жидкость в проточный реактор (7), где происходит коагуляция органических веществ (преимущественно белков и продуктов их разложения), с выхода (7) рабочая жидкость проходит через фильтр-сепаратор органического коагулята (8) и подается в зону (3) реактора для непрерывной обработки кассет с ТКО. Выделенная фильтром (8) паста органического коагулята подается на выход фильтра (5), где объединяется с уже выделенным в (5) осадком в (12) и в виде органо-минеральной пасты удаляется на утилизацию в компост. Для пополнения рабочей жидкости используется система ее пополнения (9) с дозатором подачи, выполненная в виде системы мелиоративных скважин с зумпфом и трубопроводами в почве со стороны стока фильтрата со свалки ТКО. Насос (11) подает выделенную рабочую жидкость с участка В. Электрофизический реактор использует систему электропитания (10) от стандартной 3-фазной сети. Потребление участка А от сети – 50 кВтч/смена (с насосами).

Модуль В. Переработка и сепарация компонентов всех видов ТКО.

На площадке (1) модуля В - разгрузка кассет-емкостей с удалением рабочей жидкости, которая через систему (15) ее сбора (с зумпфом и насосом) подается на модуль А (на насос циркуляции рабочей жидкости (11 – модуль А), получая ее дополнительную цепь рецикла. Для приемки ТКО из городских и пригородных контейнеров служит площадка (1-1). От (1) и/или (1-1) ТКО поступают на предварительную сортировку (2) с отбором крупных фракций и стекла в (12), где крупные фракции дробятся, отходы стекла поступают в дробилку (22), а уже дробленое стекло подается в сборную емкость (23). Все отходы с (12) поступают на магнитный сепаратор-1 (7) лома черных металлов. С выхода (2) отходы поступают на каскад грохочения (3,4) с отделением биоотходов, которые поступают с каждого этапа грохочения в емкости (5,6), из (6) объединенные биоотходы поступают на магнитный сепаратор-2 (8) лома черных металлов, с выхода которого лом черных металлов подается на общий магнитный сепаратор-2 (7), откуда лом черных металлов идет на емкость с дробилкой (18) для получения продукта - измельченного лома черных металлов. С другого выхода каскада (4) лом черных металлов, выделяемый магнитным сепаратором-2 (7), идет на (18), как выходную емкость ферромагнитного продукта. С другого выхода (8) немагнитные отходы поступают на сепаратор-1 лома цветных металлов (9), откуда выделенный лом цветных металлов подается на емкость (11) концентрата цветных металлов, откуда он поступает на сборную емкость концентрата цветных металлов с дробилкой (20). С другого выхода (9) очищенные биоотходы подают на сборную емкость биоотходов (10) для их утилизации в органо-минеральном компосте. С выхода сепаратора-2 (7) немагнитный отход подается на участок (13) сепарации «полимер – неполимер», а выделенные отходы полимеров от (13) поступают на участок сепарации (14) «ПЭТ+термопласты – термореактопласты», с его выхода «ПЭТ+термопласты» поступают на их сборную емкость (16), а с другого выхода (14) выделенные термореактопласты поступают на их сборную емкость (17). Неполимерная часть отходов с выхода (13) поступает на сепаратор «неметаллы - лом цветных металлов» (19), с его выхода лом цветных металлов поступает на их сборную емкость и дробилку (20), как продукт. С другого выхода (19) отходы бумаги, картона, текстиля, дерева поступают в (21), как их сборную емкость в виде продукта RDF.

Примечания:

- отходы «ПЭТ+термопласты» при необходимости можно сепарировать на ПЭТ-отходы и отходы термопластов для их прессования и раздельного использования;
- возможно использование отходов полимеров после участка (13) без их сепарации для последующего измельчения и применения как компонент в полимеркомпозитных изделиях совместно с полимернанокомпозитным связующим, разработанным в консорциуме «Рентабельная экология-2014»;- горючие отходы из (21) могут быть применены как RDF-топливо в сушилке очищенных ТКО на участке В (при необходимости) или перерабатываются в картонажную продукцию;
- выделенные полимерные отходы можно применять для выпуска полимерных труб, конструкций для детских и спортивных площадок, в изделиях химической промышленности, в дорожном, жилищном строительстве для выпуска ограждений, дорожной инфраструктуры, пластиковой тары, скамеек, урн, пакетов, хозтоваров и т.п.;
- извлекаемые кассеты раскрываются на площадке сепарации со стоком для сбора воды и подачи ее в системы рецикла, а кассеты возвращаются на площадку их первичной загрузки.

Продукция переработки ТКО без глубокой переработки полимеров, отходов стекла, стеклобоя и биоотходов.

- концентрат лома черных металлов;
- концентрат лома цветных металлов;
- концентрат термопластичных полимеров (полиэтилен, ПЭТ и др);
- концентрат термореактивных полимеров;
- бумага, текстиль, картон;
- дерево;
- отходы стекла и стеклобой;
- концентрат биоотходов, утилизируемый в виде компоста для его укладки на освобождаемой территории свалки ТКО для ее последующей рекультивации.

Таблица 1. Продукция на базе ТКО, ее цены и доход от переработки 100 тыс.тонн/год ТКО

Наименование продукции	Цена, тыс. руб./тонна	Общий объем выпуска, тыс. тонн	Общий доход, млн. руб.
концентрат лома черных металлов	20,0	15,0	300,0
концентрат лома цветных металлов	80,0	0,5	40,0
отходы стекла и стеклобой	4,0	6,0	24,0
фракция «ПЭТ+термопласты»	25,0	13,0	325,0
фракция «термореактопласты»	30,0	8,0	240,0
фракция «бумага, текстиль, картон»	3,0	20,0	60,0
Компост из биоотходов	2,0	30,0	60,0
Итого, млн. руб.:			1.049
Примечания: Использованы демпинговые цены на продукцию (концентраты металлов).			

Параметры проекта переработки ТКО без глубокой переработки полимеров, отходов стекла и стеклобоя:
- перерабатываемые отходы – лежалые ТКО на свалках и свежие ТКО;
- производительность проектная – 50 тыс. тонн/год;
- производительность пиковая – до 100 тыс. тонн/год;
- число смен – 1, для пиковой производительности – 2 (возможна круглосуточная работа в 3 смены с производительностью до 140 тыс. тонн/год), что позволяет гибко реагировать на все изменения объемов переработки ТКО;
- число рабочих/смена – 33;
- количество рабочих дней в году – 330, возможен непрерывный круглосуточный цикл в случае переработки в зимнее время свежих ТКО ;
- число видов продукции – 10;
- степень переработки ТКО – до 100%;
- потребление электроэнергии - до 390 кВтч;
- площадь – участок А – 0,45 га, участок В – 1,2 га.

Участки по переработки ТКО располагаются на лицензированных полигонах в отапливаемых быстровозводимых сооружениях. Полимеры, резина и стеклобой перерабатываются по технологии консорциума «Рентабельная экология-2021» на производственной площадке в городских условиях. Обустройство участков на полигоне и производственной площадке в городе не включены в общую стоимость проекта.

Социальные преимущества:
- улучшение экологической обстановки в регионе, с обезвреживанием свалок и их фильтрата;
- освобождение территории свадок и ее рекультивация;
- создание новых рабочих мест с их большой мультипликативностью и развитием;
- переработка любых видов ТКО;
- производство востребованной продукции.

Глубокая переработка отходов полимеров и резины, выделенных из ТКО.

База проекта: применение разработанных в консорциуме «Рентабельная экология-2014» высококачественных дешевых полимернанокомпозитных (ПНК) связующих на базе доступных низкокачественных смол путем их электрофизической обработки с малыми энергозатратами. Улучшаются все параметры полимеров и изделий без дорогих импортных компонентов. Эффект - за счет генерации в связующем наночастиц углерода и металлов при диспергировании вводимых компонентов. Независимые испытания эпоксидных смол с полученными ПНК показали: даже при введении в стандартную эпоксидную смолу только 10% полученных ПНК происходит резкое улучшение физико-механических свойств ПНК, соответствуя секторам рынка для разных применений ПНК с пониженной вязкостью, высокими адгезией и способностью пропитки разных наполнителей: частиц полимеров, резины, угле- и стеклотканей, минеральных и металлических порошков, измельченных отходов деревопереработки и пр. ПНК по стандартным технологиям при низких затратах надежно склеивает их в формах с получением различной продукции. Разработан проект оперативного выпуска ПНК (до 350 т/мес.) для разных потребителей, включая переработку ТКО.

Применения ПНК- связующего в композитных изделиях из отходов полимеров, резины:
- атмосферо-морозостойкие элементы (столбики, указатели, защитные ограждения и пр.) инфраструктуры дорог с отражающими, люминесцирующими ПНК-покрытиями для долгого послесвечения от фар автомобилей, изделия для «малой архитектуры города»;
- детали корпусов, узлов автомобилей (кузова, бамперы, амортизирующие прокладки и пр.);

- шпалы и их прокладки для рельсового транспорта: трамваев, метрополитена, поездов, что дает их долгую эксплуатацию при агрессивных условиях в широком диапазоне температур (особенно в северных условиях), снижение ударных нагрузок, амортизацию, шумоглушение;
- электролизные емкости-ванны для химической и металлургической промышленности;
- оборудование и его компоненты для комплексной переработки отходов;
- детали ЖКХ (термо- и сейсмоустойчивые узлы каналов, труб, крышки колодцев ЖКХ, дорожные плиты и др.), элементы крыш с защитой от обледенения;
- дорожные композитные плитки, бордюры,
- погонажные стройматериалы на базе отходов полимеров, резины и деревопереработки;
- детали, узлы транспорта с повышенной демпфирующей способностью, стойкостью к износу и интенсивным знакопеременным ударным нагрузкам, например, амортизаторы сооружений, арматура транспортеров, трубопроводов, плиты покрытий аэродромов, дорог и дорожек.

Конкурентные преимущества для потребителей.

- высокая трещиностойкость благодаря уникальному сочетанию твердости и эластичности;
- высокая технологичность даже при малом объеме переработки отходов (от 7-10 т/мес.);
- безотходный процесс с рециклом материала без ухудшения основных технических свойств;
- получение пористых и вспененных материалов, что облегчает их, снижает цену продукции;
- выпуск из измельченных отходов полимеров и/или с резиновой крошкой готовых изделий;
- выпуск качественных композитных изделий, армированных наполнителями и закладными деталями, препрегами;
- высокая удельная прочность в широком интервале температур;
- высокое соотношение «качество/цена» и увеличенный срок службы;
- адгезия (по стандартному методу решетчатых надрезов) — 1–2 балла;
- термостойкость ПНК выше 160°С, стойкость к изменению температуры (-70- +200°С);
- оптимальная логистика безотходной переработки отходов полимеров и резин в продукцию;
- снижение себестоимости изделий, включая сложные изделия с набором свойств (прочность, электропроводность и др.) для работы при разных температурах и в агрессивных средах;
- получение изделий: с применением всех видов отходов термопластичных, термореактивных полимеров и эластомерных материалов, что удешевляет продукцию, расширяет рынок сбыта;
- ПНК-связующее улучшает формовку, свойства изделий, упрощая рецикл отходов резины и полимеров в качественные изделия, создавая новые сегменты рынка дешевой продукции;
- становится возможна переработка отходов полимеров и резины сразу на производствах;
- новое сочетание роста твердости, прочности при растяжении с увеличением относительного удлинения при растяжении, что нельзя получить допированием композиций любым набором эластомеров с их трудоемким смешиванием;
- ценная способность устранять слабые места в полимеркомпозитах без ухудшения свойств;
- надо всего до 20% ПНК-связующего в изделиях из отходов полимеров и резины;
- получение изделий на базе отходов термопластичных и термореактивных полимеров, когда механические свойства улучшаются, обеспечивая легкую формовку тонких стенок изделий.

Таблица 2. Экономика переработки отходов полимеров (из ТКО) с ПНК-связующим.

№	Затраты и прибыль	Ед. изм.	месяц	год	3 года
1	Отходы полимеров	Тыс. тонн	2,0	24,0	72,0
2	Наполнитель минеральный цена Затраты	Тыс. тонн Тыс. руб./тонна млн. руб.	0,25 2,0 0,50	3,0 2,0 6,0	9,0 2,0 18,0
3	ПНК-связующее Цена затраты	Тыс. тонн Тыс. руб./тонна млн. руб.	0,4 500,0 2,88	4,8 500,0 34,56	14,4 500,0 103,68
	Электроэнергия	млн. руб.	0,1152	1,3824	5,4736

4	Материальные затраты, итого:	млн. руб.	2,9552	41,9424	125,8272
5	Производственные затраты: Амортизация капитальных затрат Административные Цеховые и транспортные ФЗП	 млн. руб. млн. руб. млн. руб. млн. руб.	 2,0 0,2 0,3 1,6	 24,0 3,6 7,2 19,2	 72,0 21,6 21,6 57,6
6	Производственные затраты, итого:	млн. руб.	2,2	26,4	79,2
7	**Полные затраты**	млн. руб.	7,8952	94,7424	245,6000
8	**Доход от продажи изделий (в среднем)**	млн. руб.	106,6	1272,0	3816,0
9	**Прибыль**	**млн. руб.**	98,1048	1177,2576	3531,7728

Примечания:
- с учетом широкой номенклатуры производимых изделий для упрощения расчетов принята средняя цена изделий 80 руб/кг, что соответствует их заниженной демпинговой оценке;
- видно, что прибыль от выпуска полимеркомпозитных изделий 1177,26 млн.руб/год выше дохода от продаж выделяемых из ТКО отходов полимеров (1 049 млн. руб/год, таблица 1);
- не учтена переработка отходов резины в композитные изделия, что еще увеличит доход.

Глубокая переработка отходов стекла и стеклобоя (ОССБ).

Проблемы рентабельной переработки ОССБ:
- засоренность металлическими, в том числе и неферромагнитными, примесями;
- ОССБ - смесь цветного, глушеного, матового, прозрачного стекла, а крупнотоннажным потребителям, например, стеклозаводам, для применения при выпуске товарной продукции нужна тщательная сортировка ОССБ по видам цветности, что удорожает производство;
- предварительная сепарация в городах ОССБ только по цветности в определенные емкости, как это делают в Европе, в РФ невозможна реально по очевидным всем причинам;
- прямой сбыт ОССБ мал, ввиду ограниченных применений - подсыпка в основания дорог или наполнитель в стройматериалы, например, бетон;
- низкие сбытовые цены существующих ОССБ (до 8 тыс.руб/тонна).

Применения ОССБ в стройматериалах по ряду причин принципиально ограничены:
- гранулометрический состав ОССБ не подходит для эффективного использования в новых стройматериалах с большое содержанием дисперсной фракции крупностью меньше 50мкм;
- прямое дробление ОССБ затруднено и невыгодно, т.к измельчение до высоких степеней дисперсности требует дорогого оборудования и высоких удельных энергозатрат, значительно растущих по мере измельчения. Это усугубляется известной высокой твердостью стекла (и ОССБ), по шкале Мооса сравнимой и/или превосходящей твердость конструкционных сталей, приводя к быстрому износу оборудования и еще большему удорожанию продукции;
- экологически вредные ионы тяжелых металлов, например, свинца, висмута перекрывают применения дешевых ОССБ в новых стройматериалах, из-за роста требований экологии.

Тем самым ОССБ необратимо "замыкаются" в существующей, но сужающейся нише рынка дешевых компонентов, рентабельность продаж которых также сокращается. Это требует дополнительных затрат на хоть какую-то утилизацию ОССБ, снижая ее доходность. **Возникают взаимосвязанные проблемы**, порождающие замкнутый круг: низкий уровень переработки ОССБ ведет к невыгодности их сбора и сепарации, что в свою очередь требует разработки и неукоснительного применения в РФ новых разветвленных законов и экономических механизмов, стимулирующих сбор, сепарацию ОССБ гражданами РФ, что для РФ маловероятно по явным причинам, а крупнотоннажный сбор ОССБ пока невыгоден.

Известные промышленные технологии на базе дробления-сепарации не обеспечивают без сепарации по цветности экологичную переработку любых ОССБ в рентабельную продукцию.

В консорциуме «Рентабельная экология-2014» разработаны новые электрофизические

технологии комплексной переработки минерального сырья, включая стекла, методы получения из него полупродуктов, их рентабельные приложения в товарной продукции. Обработка сырья обеспечивает тут раскрытие зерен минерала по межфазным границам со стимулированным извлечением ценных компонентов. При этом сырье в электрофизическом реакторе подвергается объемной комплексной переработке с выделением ценных компонентов в растворы и/или осадки, из которых извлекаются полупродукты в виде микро- и/или нанопорошков металлов и/или их оксидов, минеральных порошков разной степени дисперсности, включая субмикронные.

Продукция, получаемая при комплексной переработке ОССБ.

При переработке ОССБ получается рентабельная востребованная продукция, например:

- микропорошок кремнезема для полимеркомпозитов, резины и автошин;
- жидкий концентрат для комплексных органо-минеральных удобрений;
- жидкое стекло;
- концентрат для производства пеностекла, керамики, пенокерамита;
- сорбенты и системы для очистки стоков, воды и нефтепродуктов;
- упрочняющие добавки для бетона и асфальтобетона;
- высокодисперсный металлический порошок с высоким содержанием железа (до 75%);
- высокодисперсный минеральный экологичный порошок для рентабельных применений;
- различные стройматериалы, неорганические пигменты.

Соответствующие проработки и ноу-хау имеются. По предварительным оценкам процесса достигается рентабельность переработки ОССБ до 80-90% для части применений, а для наукоемких приложений продукции на базе ОССБ – до 150-200%.

Рынок продукции комплексной переработки ОССБ в РФ.

1. Металлический порошок.

Крупные потребители: порошковая металлургия, сварочное производство, нефтехимическая и химическая промышленность, энергетика, ЖКХ (очистные сооружения, «Водоканал»), дорожная, транспортная и сельскохозяйственная техника.

Потребность рынка: по РФ - 600 тыс. тонн/год. По среднему городу (1 млн. жителей) и его логистической доступности (150-200 км) минимальные оценки (в зависимости от развития промышленности, инфраструктуры, включения в сеть территориально-экономических связей региона) 1,5-4,5 тыс. тонн/год.

2. Минеральный порошок нефракционированный.

Применение: тепло- и звукоизоляционные материалы, керамики, активные функциональные наполнители, композиты, специальные цементы, сырье для выпуска катализаторов, сорбентов, наномастербатчей резин и полимерных композитов, работающих при высоких нагрузках и температурах, в агрессивных средах, в нефтегазовом секторе (тампонажные материалы для скважин, буровых растворов, перспективные проппанты), в изоляционных и теплоизоляционных веществах, покрытиях, огнеупорах, строительных смесях, строительных материалах и легких бетонах, в том числе – компонент пено- и газобетонов, в новых красках, защитных, кровельных, звуко- и теплоизоляционных покрытиях, как наполнители пластиков, полимеркомпозитов, в системах мощных амортизаторов, в автомобилестроении (материалы качественных тормозных колодок, износостойкие шины, зимние армированные протекторы), в полимеркомпозитных стройматериалах, качественных асфальтобетонах, толстослойных антикоррозийных теплоизоляторах для систем ЖКХ, в композитах и грунтовках.

Потребность рынка: по РФ — 3,5-4 млн. тонн/год минимально. По среднему территориально-промышленному кластеру (2 млн. жителей) и его логистической доступности (150-200 км) минимальные оценки (в зависимости от его развития) 55-85 тыс. тонн/год.

Выпуск 64 тыс.тонн/год порошка даст запуск производству ряда востребованных продуктов, например: 32 тыс. тонн теплоизоляционных паст, для теплоизоляции систем ЖКХ, 32 тыс. тонн грунтовок, 85 тыс. тонн пено- и газобетонов или 215тыс. тонн полимеркомпозитов.

3. Минеральный порошок фракционированный.

Примерное распределение фракций по массе исходного нефракционированного порошка:
Минеральная фракция субмикронная – 15%.
Минеральная фракция 1-3 мкм – 25%.
Минеральная фракция 3-30 мкм – 60%.

Доля рынка продаж и применений фракционированного минерального порошка на базе кремнезема — 25% от рынка нефракционированного минерального порошка.

Некоторые применения фракций высокодисперсного кремнеземного порошка:

- получение карбида кремния для машиностроения – керамика, керамические детали, абразивы, наполнители конструкционных прочных материалов;
- активный наполнитель резин, эластомеров и полимерных композитов;
- носитель катализаторов и химических средств защиты растений;
- сорбенты и фильтрпорошки для регенерации нефтепродуктов из нефтешламов;
- как высококачественный флюс в процессах цветной металлургии;
- как сырье для производства экологически чистого стекла, стеклотары и хрусталя;
- фильтрующие порошки для пива, масел, соков, добавки в лаки и краски;
- для синтеза искусственных цеолитов в нефтехимии - крекинг нефти;
- наполнитель в бумагу, картон для чистых упаковочных материалов.

Конкурентные преимущества:

- универсальный подход к комплексной переработке разных видов ОССБ, комплексная переработка всей массы ОССБ **без предварительной сепарации** по цветности;
- низкие удельные капитальные и текущие затраты на переработку ОССБ;
- малочисленный обслуживающий персонал модульного перерабатывающего оборудования;
- возможность полной комплексной переработки ОССБ в экологически чистую рентабельную продукцию и широкий спектр ее востребованных наукоемких приложений;
- доступность ОССБ, как сырья с малой стоимостью, что снижает затраты на переработку.

Таблица 3. Продукция и доход от переработки ОССБ (6 тыс.т./год), сепарированных из ТКО

№	Продукция и ее сбыт	Ед. изм.	месяц	год	3 года
1	Порошок ферромагнитный				
	продажа Цена Доход	тонн Тыс. руб/тонна млн. руб.	2,0 600,0 1,2	24,0 600,0 14,4	72,0 600,0 43,2
2	Минер. фракция — до 1 мкм				
	продажа Цена Доход	тонн Тыс. руб/тонна млн. руб.	75,0 140,0 10,5	900,0 140,0 126,0	2700,0 1400,0 378,0
3	Минер. фракция 1-3 мкм				
	продажа Цена Доход	тонн Тыс. руб/тонна млн. руб.	125,0 40,0 5,0	1500,0 40,0 60,0	4500,0 40,0 180,0
4	Минер. фракция 3-30 мкм				
	продажа Цена Доход	тонн Тыс. руб/тонна млн. руб.	300,0 20,0 3,0	3600,0 20,0 36,0	10800,0 20,0 108,0
5	Итого, доход:	млн. руб	22,7	272,4	817,2

Таблица 4. Экономика переработки ОССБ (6 тыс.т./год), сепарированных из ТКО

№	Затраты и прибыль	Ед. изм.	месяц	год	3 года
1	ОССБ	тонн	500,0	6000,0	18000,0
2	Дополнительные компоненты, реагенты Вода Электроэнергия	млн. руб. млн. руб. млн. руб.	6,5 0,0008 0,0528	84,48 0,0096 0,6336	253,44 0,0288 1,9008
3	Материальные затраты, итого:	млн. руб.	7,0936	85,1232	255,3696
4	Производственные затраты: Амортизация капитальных затрат Административные Цеховые и транспортные ФЗП	 млн. руб. млн. руб. млн. руб. млн. руб.	 2,50 0,6 1,5 2,52	 30,0 7,2 18,0 30,24	 90,0 21,6 54,0 90,72
5	Производственные затраты, итого:	млн. руб.	7,12	85,44	256,32
6	Полные затраты	млн. руб.	14,2136	170,56392	511,6896
7	Прибыль	млн. руб.	4,4864	101,8368	305,5104

Примечания:

- видно, что прибыль от переработки ОССБ 101,8368 млн.руб/год выше дохода от продаж отходов стекла, выделяемых из ТКО (24 млн. руб/год, таблица 1), причем не учтена еще переработка получаемых порошков в подукцию, что еще увеличит доход.

Продукция переработки ТКО с глубокой переработкой полимеров, отходов стекла, стеклобоя и биоотходов по методам разработанным авторами проекта.

Таблица 5.

Наименование продукции	Цена, тыс. руб./тонна	Общий объем выпуска, тыс. тонн	Общий доход, млн. руб.
концентрат лома черных металлов	20,0	15,0	300,0
порошок металлов на базе железа	80,0	0,5	40,0
концентрат лома цветных металлов	80,0	0,5	40,0
1.Глубокая переработка отходов стекла и стеклобоя			
1.1порошок ферромагнитный	48,0	300,0	14,4
1.2 минер. фракция — до 1 мкм	1800,0	70,0	126,0
1.3 минер. фракция 1-3 мкм	3000,0	20,0	60,0
1.4 минер. фракция 3-30 мкм	7200,0	10,0	72,0
Полимеркомпозитные изделия	40,0	32,0	1722,0
фракция «бумага, текстиль, картон»	4,0	20,0	80,0
органо- минеральное удобрение гранулированное	40,0	30,0	1200,0
Итого, млн. руб:			3624
Примечания: Использованы демпинговые цены на продукцию.			

Уровень используемых разработок и техническая осуществимость проекта.

Предлагаемые решения обеспечивают максимальную универсальность переработки всех ТКО

с высокой рентабельностью, экологичностью, простотой процесса в разную продукцию. Технологически по комплексной переработке отходов в ценную продукцию представлены на совещаниях по нанотехнологиям (2006-2009гг), международном конгрессе по управлению отходами и их переработке «WasteTech-2015» (г. Москва, 28-30. 05. 2015г) и международной конференции «Чистые технологии и переработка отходов» (г. Москва, 29.10.2015 г.). Часть решений патентуется в РФ.

Наша компания и ее партнеры имеют все возможности по комплектации оборудованием, включая изготовление нестандартного. Наш опыт и компетенции предлагают этот проект создания комплексной системы переработки ТКО на их свалках, включая изготовление современных объектов по сортировке, обезвреживанию, переработке отходов в рентабельную продукцию. Готовые к применению процессы, их техническая документация и партнерские отношения с производителями позволяют реализовать проект в сжатые сроки. Основные показатели будут определены в процессе разработки техдокументации и ТЭО, когда также будут выполнены работы по планированию площадки, необходимые согласования, заказ оборудования и материалов.

Как видно из анализа, проект комплексной переработки разных ТКО сочетает высокую рентабельность с достаточной экологичностью переработки при значительном потенциале его развития с созданием вертикально-интегрированного территориально-производственного кластера предприятий, объединененных выпуском востребованной продукции на базе ТКО.

1. **Реализация проекта.** Предполагается реализация проекта в в несколько этапов.

Этап1 (12 мес.).

Таблица 6.

Календарный план 1-го этапа.

№	Наименование затрат и сроки	Затраты, млн. руб.	Сроки, месяцы
1	Проектирование и изготовление пилотного реактора для обработки ТКО с их сепарацией на промышленные компоненты с тестированием технологии обеззараживания и нейтрализации лежалых ТКО.	18,9	12
2	Проектирование, изготовление пилотного реактора ПНК- связующего, тестирование и выпуска ПНК- связующего для переработки выделенных полимерных компонентов ТКО в рентабельную продукцию	34,3	6
3	Проектирование и изготовление технологического комплекса для изготовления пилотных образцов продукции на базе ПНК и полимерных компонентов ТКО для тестирования рынка, сертификации продукции	6,3	12
4	Разработка и изготовление промышленного модульно-контейнерного комплекса переработки ОССБ для изготовления пилотных образцов продукции на базе ОССБ для тестирования рынка, сертификации продукции.	22,0	12
5	Проектирование, изготовление пилотного модульно-контейнерного комплекса для переработка органической фракции ТКО в качественное органо- минеральное удобрение, на работка и тестирование удобрения	6,5	12
	Итого, млн. руб.:	**88,0**	

Примечания: работы производятся 4- мя группами специалистов с перекрытием по времени, что сокращает их общую продолжительность.

Этап 2 (24 мес.):

Таблица 7.

Календарный план 2-го этапа

№	Наименование затрат и сроки	Затраты, млн. руб.	Сроки, месяцы
1	Проектирование промышленного модульно-контейнерного комплекса микроплазменной обработки ТКО и сепарации компонентов.	8,0	6
2	Закупка стандартного оборудования, изготовление нестандартного оборудования, сборка и испытание промышленного модульно-контейнерного комплекса микроплазменной обработки ТКО и сепарации компонентов	240,0	18
3	Проектирование промышленного модульно-контейнерного комплекса переработки ОССБ	12,9	6
4	Закупка стандартного оборудования, изготовление нестандартного оборудования, сборка и испытание промышленного модульно-контейнерного комплекса переработки ОССБ	46,3	18
5	Проектирование промышленного комплекса переработки полимерных компонентов ТКО с применением ПНК- связующего.	10,4	
6	Закупка стандартного оборудования, изготовление нестандартного оборудования, сборка и испытание промышленного комплекса переработки полимерных компонентов ТКО с применением ПНК- связующего в рентабельную продукцию	72,9	24
6	Проектирование промышленного комплекса переработки органической компоненты ТКО в органо- минеральное удобрение для его продаж и рекультивации территории свалок ТКО	4,5	6
7	Закупка стандартного оборудования, изготовление нестандартного оборудования, сборка и испытание промышленного комплекса по переработки органической компоненты методами ускоренной ферментации в высококачественное органо- минеральное удобрение (разработка авторов проекта) для рекультивации территории свалок и продаже на рынке удобрений	22,0	18
	Итого, всего, млн. руб.:	417,0	

Длительность 2 стадии - 24 мес. Работают 4- группы. Ввод отдельных комплексов в эксплуатацию по мере их готовности и проработки потребителей продукции. В затратах не учтены затраты на инфраструктуру, на временные или капитальные строения для размещения отдельных модулей комплексов, но возможно использование уже имеющейся промышленной базы в Нижегородской обл. (с уже готовой инфраструктурой и соответствующими помещениями).

Данный проект очень подходит для закрытого г. Саров, где накапливается 50-80 тыс.т ТКО в год и вывоз компонентов за город нежелателен.