

**ООО «Техника и Технология Дезинтеграции»  
(ТТД)**

## **ПРОЕКТ**

**«ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНАХ ХРАНЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
ОБОРУДОВАНИЯ»**

Автор: В.Г.Кочнев  
директор ООО «ТТД», к.т.н.

Санкт-Петербург  
2006 год

*«Мы стоим на черте, за которой начинается хаос»*

*«Нам нужен завод, который перерабатывал бы то, что лежит у нас на полигонах»*

Александр Полукеев,  
Вице-губернатор С-Петербурга,  
На совещании по итогам первого года  
реализации «концепции обращения с отходами  
Петербурга на 2006-2014 гг».

## **СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА**

Состав и объем бытовых отходов чрезвычайно разнообразны и зависят от страны, местности, времени года и других факторов. Принято считать, что в развитых странах до 40% бытового мусора составляют бумага, картон, а в России – пищевые отходы.

В последние годы в мире экологическим проблемам стало уделяться гораздо больше внимания. Постоянно совершенствуются методы очистки сточных вод, газовых выхлопов, предприятия вынуждены вкладывать огромные суммы на борьбу за снижение загрязнения воды и воздуха, часть предприятий выносятся из зоны проживания, затрачивая колоссальные средства.

При всем этом обращение с бытовыми отходами остается на прежнем уровне, по крайней мере, у нас в стране. Каждый гражданин знает, что первично мусор попадает в контейнеры, затем вывозится на свалку, или, по научному, полигон захоронения, но далеко не каждый видел эти полигоны.

Свалка – это не только место хранения отходов, но и источник пожаров, неприятных запахов, территория, где кишат полчища крыс, воронья, чаек, насекомых, которые разносят заразу по городам и весям.

Самой серьезной проблемой является загрязнение грунтовых вод. Дождевая вода, просачиваясь сквозь твердые бытовые отходы, растворяет в себе вещества, присутствующие в мусоре. Это могут быть соли железа, свинца, цинка и других металлов из ржавеющих консервных банок, разряженных батареек, аккумуляторов, разнообразных бытовых электроприборов. Не обходится здесь и без пестицидов, моющих средств, растворителей, красителей и др. ядовитых веществ. Не исключено, что весь этот «букет» может быстро попасть в подземные воды.

Есть показательный пример настоящего экономического кризиса в штате Флорида (США), когда в колодцы местных жителей попали ядовитые вещества именно из мусорных захоронений. Пришлось срочно принимать федеральную программу по очистке более 200 захоронений стоимостью 10 млн. долл. на каждое.

Второй проблемой является образование газа, в основном метана, как известно, легко воспламеняющегося. Образуюсь в толще захороненных отходов, он может распространяться в полостях земли, проникать в подвалы зданий, накапливаться и взрываться. Если метан распространяется по поверхности земли, он отравляет корни растений и микрофлору.

Проблема захоронения отходов, известная под названием «кризис свалок», особенно остро встала в развитых странах с их высокой плотностью населения. В японских гаванях насыпаны целые «острова» из бытовых отходов. Многие западные страны занимаются экспортом бытовых отходов в развивающиеся страны. Хорошо известна история баржи «Манроу», которая в течение года плавала от порта к порту, пытаясь пристроить мусор из Нью-Джерси, но так и вернулась домой, не сгрузив ни тонны. МУСОП СТАЛО НЕКУДА ДЕВАТЬ и перед человечеством встала задача – изыскать способ избавления от него.

### **ПОПЫТКА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗА СЧЕТ МУСОРНЫХ СВАЛОК**

В связи с вышеизложенным, во многих странах стали принимать более строгие законы, регламентирующие размещение свалок, их конструкцию и эксплуатацию. Основопологающее требование для таких свалок – отходы не должны вступать в контакт ни с поверхностными, ни с подземными водами, ни с воздухом. Для этого их располагают на возвышенностях и в местах с глубоким залеганием грунтовых вод. Дно свалок накрывают непроницаемым материалом – глиной или пленкой. На случай, если вода все же попадет внутрь свалки, оборудуется система коллекторов, через которую бы стекал фильтрат, подвергающийся соответствующей очистке. Предусматриваются и колодцы для контроля грунтовых вод. Образование биогаза контролируется непроницаемыми барьерами и газоотводящими системами. На некоторых свалках метан собирается и используется как топливо.

На некоторых свалках мусор укладывается слой за слоем в виде брикетов или в измельченном виде с тем, чтобы снизить объем закладываемого мусора в три раза. После каждого рабочего дня привезенный за день мусор покрывается слоем грунта и так до какого-то предела. После этого вся свалка покрывается водонепроницаемым материалом, на который насыпается плодородный слой почвы и высаживается растительность. Предполагается, что подобное захоронение позволит избежать экологических проблем, но гарантировать это вряд ли кто может. Такие мусорные полигоны появились 25-35 лет назад, а когда ученые приступили к раскопке старых полигонов, они обнаружили, что 80% пищевых отходов не разложились. Как-то удалось даже прочитать откопанную газету 30-летней давности. Отсутствие воды и воздуха не дают разлагаться отходам и они превращаются в своеобразную «бомбу замедленного действия». Никто не знает, за какое время мусор полностью разложится и к каким последствиям такие захоронения могут привести.

Немаловажно и то, что избавление от мусора таким образом требует значительных затрат. По этой причине большинство бытовых отходов даже в

развитых странах отправляется на старые, необорудованные свалки. Из 6000 городских свалок США, куда сбрасывается 75% (свыше 100 млн. т) твердых бытовых отходов в год, 3/4 из них (75 млн. т) не заизолированы.

## **ПОПЫТКА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗА СЧЕТ СЖИГАНИЯ МУСОРА**

Пока еще бытует мнение, что наиболее эффективным методом избавления от бытового мусора является его сжигание.

Первая мусоросжигательная установка была сделана в Англии в 1874 году, а к началу 20-го столетия около 15% крупнейших городов Америки сжигали свой мусор. Однако у мусоросжигательных заводов есть свои недостатки. Даже на самых современных из них не происходит полного сгорания отходов и образуются дисперсные частицы, состоящие из пепла, пыли, сажи, а также различные газообразные продукты, такие как хлористый водород, фториды, диоксид серы, оксиды азота и углеводороды. Оставшаяся в виде инертного остатка зола обогащается тяжелыми металлами и становится гораздо опаснее, чем исходные твердые отходы. Чтобы не допустить загрязнения атмосферы, современные заводы оборудуются специальными очистными устройствами – электрофильтрами, установками влажной газоочистки, флоккуляции. Это довольно дорого и не всегда делается даже в развитых странах. При строительстве завода до 50% капитальных затрат идет на воздухоочистительную систему и до 30% - на плату за захоронение золы. Но даже самые современные очистительные устройства не могут исключить загрязнения воздуха ДИОКСИНАМИ.

Широкое распространение мусоросжигательных заводов прекратилось, более того, в некоторых странах, где введены ограничения на выброс диоксинов, многие заводы закрылись.

## **УТИЛИЗАЦИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В С-ПЕТЕРБУРГЕ**

Исторически решение проблемы твердых бытовых отходов было направлено на уменьшение их отрицательного влияния на окружающую среду путем изоляции свалок от подземных вод, очистки выбросов мусоросжигательных заводов и т.д.

Бытует устойчивое мнение, что человечество в обозримом будущем вряд ли обойдется совсем без свалок. Поэтому в идеале следует стремиться к комплексной утилизации. На таком современном предприятии на первом этапе происходит сортировка мусора, а затем переработка отсортированных компонентов в соответствии с их физико-химическими свойствами. В качестве примера можно привести реконструкцию завода (МПБО-2) в поселке Янино Ленинградской области (разработчик – Механобр-техника), где после ввода в эксплуатацию новых линий (2008 г.) предполагается перерабатывать до 1,8 млн. куб. м бытовых отходов в год.

Городская концепция обращения с отходами также предусматривает строительство в Пушкинском и Выборгском районах С-Петербурга двух новых мусороперерабатывающих заводов.

Предполагается, что ЗАО «ЕвроКомплекс «ЭКОВТОР» (шведский концерн «PRESONA») построит в Красногвардейском районе мусоросортировочный комплекс мощностью 250 тыс. т отходов в год. Около 30% отходов планируется отправлять на переработку мусороперерабатывающим предприятиям, а 70% прессовать в брикеты и вывозить на полигоны.

На сегодняшний день порядка 80% всего мусора идет на полигоны без сортировки и только 20% перерабатывается во вторсырье. Учитывая, что город производит более 3-х млн. т бытового мусора в год, на полигоны отправляется 2,4 млн. т. При размещении такого количества на площади 400 тыс. кв. м высота полигона составит 5 м.

Однако с развитием (по окончании срока реализации Концепции) сортировочных и перерабатывающих заводов предполагается, что на полигоны будет отправлено не более 40%, но уже в виде брикетов, а это составит 1200 тыс. т в год, что потребует ориентировочно 300 тыс. кв. м ежегодного приращения земель.

## **ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СВАЛОК**

Как показано выше, при идеальном сочетании основных факторов строительства мусоросортировочных и перерабатывающих заводов ежегодно будет необходимо отдавать под полигоны захоронения 300 тыс. кв. м земли. Поскольку идеальное и реальное обычно не совпадает, надо говорить о 450-500 тыс. кв. м ежегодно отчуждаемой земли, на которой уже никогда ничего не будет построено и посажено.

Читая многочисленные статьи на изложенную здесь тему, видишь, что они заканчиваются ничем, выводов не делается, предложений по уничтожению свалок нет ни в России, ни за Рубежом.

Поэтому мы выдвигаем кардинальное предложение, а именно, расстаться с полигонами захоронений навсегда и в будущем забыть о них, а земли, на которых они размещены, рекультивировать и пустить в оборот.

## **СУТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

Два года тому назад одна из итальянских компаний, занимающихся подобной проблемой, прислала нам бытовой мусор (без пищевых отходов, естественно) с целью исследовать продукт, полученный после сверхтонкого измельчения в специальных мельницах, так называемых энергонапряженных. Поскольку наша компания давно разрабатывает, производит и продает подобные мельницы (планетарные мельницы), а также по мере возможности представляет их на зарубежных и российских выставках и конференциях, то выбор пал на нас.

Проведенные нами исследования показали: во-первых, что измельчение в планетарной мельнице бумаги, картона, кусков древесины позволяет получить тонкодисперсный продукт с полной или частичной аморфизацией (переход вещества в другое, аморфное, состояние); во-вторых, сравнительная оценка теплотворной способности в первичном и измельченном состоянии показала повышение теплоотдачи в 3,5 раза.

Эти исследования, а также последующие работы (2,5 года) в рамках международного консорциума (временный творческий коллектив), в котором участвует четыре европейских университета, а также шесть европейских компаний, по программе «Активация» позволили нам понять процессы, протекающие в период высокоэнергетического механического воздействия на органические и неорганические вещества.

Сегодня этот метод можно смело отнести к нанотехнологиям, поскольку дисперсность полученных частиц составляет менее одного микрона (интервал 0,05-0,8 мкм, или 50-800 нанометров), а положительный эффект достигается за счет технологических приемов в определенном виде оборудовании, планетарной мельнице, которая сама по себе является фундаментальной инновационной единицей (смотри проект по планетарным мельницам).

Таким образом, технико-технологическая основа определилась – мы хотим перевести весь материал отходов в сверхтонкое активированное (аморфное) состояние.

В этом случае токсичные вещества теряют свои ядовитые свойства и могут быть просто сожжены, не образуя диоксинов, или использованы как инертные заполнители, или, чего мы хотим добиться, применены в качестве топлива на ТЭЦ и в частных хозяйствах.

Несомненно, часть отходов (вязкие пластики различного состава, черный и цветной металлы, покрышки и т.д.) не попадет на цикл сверхтонкого помола и будут извлечены раньше (см. описание технологии ниже).

## ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ

На рис.1 представлена технологическая схема цепи-аппаратов (термин, широко употребляемый в среде горных инженеров, к которым относится и автор) установки производительностью 3-3,5 млн. т в год (370-450 т в час).

1. Установка располагается на площади 1000 м<sup>2</sup> вблизи полигона с тем, чтобы было удобно подавать отходы. На площадке также расположен бытовой комплекс, небольшая ремонтная мастерская, водозаборное устройство – скважина, медпункт, станция аэрирования воздуха, котельная, дизель-генератор, ветро-генератор, станция биохимической очистки и т.д. Установка размещена на ровной поверхности, частично покрыта бетонной подложкой небольшой толщины, т.к. применяемое оборудование не требует специальных фундаментов.
2. На подаче отходов работает бульдозер и погрузчик, количество и тип которых определяется проектом. Погрузчик 1 подает отходы в приемный бункер 2. На бункере предусмотрена колосниковая решетка с размером

ячейки 1,5x1,5 м. Не прошедший через решетку предмет, например железобетонная плита, разбивается гидромолотом, установленным на бункере и управляемым дистанционно. На бункере также установлен манипулятор-кран с тем, чтобы высвободить из ячейки застрявший предмет. Он также управляется дистанционно из диспетчерской, расположенной тут же. Прошедшие решетку отходы попадают на конвейер 3 с шириной ленты 2,0 м, который подает их уже на установку.

3. С помощью конвейера 3 отходы попадают в приемную точку 4, а из нее непосредственно в мельницу полусамоизмельчения 5. Все проходные сечения точки 4 и загрузочная горловина мельницы 5 имеют размеры, которые способны пропустить единичные куски бетонных плит или спрессованные отходы размером до 1,8 м.
4. Мельницы барабанного типа (самоизмельчения или полусамоизмельчения) широко применяются в горнорудной и нерудной отраслях промышленности для первичного дробления-измельчения материала (смотри проект по барабанным мельницам консольного типа). Дробление-измельчение в мельницах этого типа идет за счет непрерывного подъема кусков различной крупности на определенную высоту и их падения на нижележащие куски либо на футеровку. В мельницах полусамоизмельчения добавляются еще металлические шары в количестве 3-12% от объема барабана. В нашем случае потребуется применение мельницы именно этого типа, т.к. других мелющих тел (крупных кусков руды) у нас не будет. Ориентировочный размер (диаметр и длина рабочей части DxL) такой мельницы предполагается 14x4 м с установленной мощностью электродвигателя 8000 кВт. Из мельницы через внутреннюю решетку вытекает пульпа с консистенцией сметаны с максимальной крупностью отдельных включений 10 мм. Это могут быть кусочки недоизмельченного бетона, пластика, текстиля и т.д.
5. Вытекающая из мельницы 5 пульпа подхватывается грунтовым насосом 6, который подает ее в гидроциклон 7 (или группу гидроциклонов). Гидроциклоны служат для разделения твердой составляющей пульпы по крупности и для сгущения пескового (нижнего) продукта. В нашем случае гидроциклон 7 поделит ориентировочно по крупности 70-100 мкм, сгустит песковый продукт до 30-40% твердого. Как видно на схеме, песковый продукт поступает в пластинчатый сгуститель 8, чтобы получить еще более густой продукт, с приблизительным содержанием твердого 70-75%.
6. Сгущенный продукт поступает в планетарную мельницу 9 на измельчение и активацию. Планетарные мельницы – это класс машин, который решает значительную часть сложных задач практически во всех отраслях промышленности, в том числе и самых современных, связанных с нанотехнологиями. Для нашей технологии потребуется две планетарные мельницы с размерами барабана (DxL) 0,8x0,8 м и общей установочной мощностью 12000 кВт (по 6000 кВт каждая). Продукт планетарной мельницы 9 не содержит токсичных и инфицирующих веществ и представляет собой густую массу, готовую к применению.

7. Масса, выходящая из планетарной мельницы, может направляться: - на получение горючего материала в виде брикетов для использования частниками, в виде крупных блоков для действующих ТЭЦ (это примерно, на наш взгляд, 70-80%); - как активированный наполнитель для производства строительных смесей, пенно- и газобетонов (возможно, найдутся и другие сферы применения). Для того, чтобы получать брикеты, да еще в сухом виде, в схеме предусмотрен валковый пресс конструкции компании ТТД и сушильная печь СВЧ, образно говоря, большая непрерывнодействующая микроволновка, также конструкции компании ТТД. Применение печи любой другой конструкции или принципа действия не решает задачу сушки даже тонкодисперсных порошков, не говоря уже о наноразмерах. Печь СВЧ сушит в 5-8 раз быстрее и экономичнее и, что самое главное, оставляет супертонкие порошки в разрыхленном состоянии.
8. На схеме показано оборудование под номером 14 – это центрифуга. Она обеспечивает получение оборотной воды и часть твердого остатка, который направляется в планетарную мельницу 9. Обратная вода собирается в баке 15 и оттуда насосом 16 подается в нужное место, в основном в мельницу самоизмельчения и зумпф насоса 6.
9. На схеме показано условно, что получаемые брикеты посредством конвейера 12 поступают в накопительный бункер (не показан) и далее в вагоны 13.
10. Как упоминалось выше, в мельнице самоизмельчения не будут измельчены покрышки, металл и пластик (не имеются ввиду пластиковые пакеты). Периодически (один раз в смену или сутки) мельница очищается от недоизмельченного материала. Для этого конвейер 3 останавливается, мельница выработывается практически до чистой воды и недоизмельченный материал извлекается. Этот процесс механизирован и не занимает много времени. Оборудование для этой цели также разработано в компании ТТД и используется для подобной операции на одном из действующих заводов. Недоизмельченный материал (металл, пластик, покрышки) в абсолютно чистом виде, разгружается на отдельный конвейер (на схеме не показано), где сортируется и направляется на соответствующие производства на переработку. Линии для переработки покрышек и пластика существуют и работают. Металл забирает специализированная компания, как и покрышки с пластиком.
11. Таким образом, показана технология полной (100%) утилизации свалок. Производительность линии такова, что она способна переработать в течение года-полтора одну свалку, далее перемонтироваться и переработать вторую. Сегодня в России, да и в других странах, проблема ликвидации свалок буквально «кричит» во всех более-менее крупных городах. Есть большая уверенность, что ее решение начнется в нашем городе.
12. Несомненно, для реализации такой установки (а она, по меркам горно-рудных комбинатов, даже меньше средней) потребуется создать небольшую опытную линию производительностью, например, 30-40 т/час (приблизительно 300 тыс. т/год) для того, чтобы отработать все компоненты

технологии. При соответствующем графике финансирования ее можно было бы запустить в опытную эксплуатацию в течение 14-16 месяцев. Опытная эксплуатация даже в течение 5-6-ти месяцев уже позволит принять решение о строительстве производственной линии. Ориентировочная стоимость опытной установки «под ключ» может составить 190 млн. рублей.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ**

1. Предложена концепция переработки полигонов захоронения бытовых отходов на основе технологии и оборудования сверхтонкого помола и активации.
2. Показана одна из возможных технологических схем переработки. Окончательный вариант промышленной технологии определится после испытания опытной линии производительностью 30-40 т/час.
3. Технология переработки предусматривает полную дезинфекцию и обеззараживание в процессе производства готового продукта. Для этой цели будут привлечены наиболее эффективные способы, в том числе и озонирование.
4. Технология предусматривает и «сухой» режим работы, т.е. процесс сушки начнется непосредственно в мельнице самоизмельчения. В настоящее время оба процесса проходят лабораторную стадию исследований.
5. Основное оборудование, показанное на схеме, изготавливается компанией ТТД (около 85%), остальное оборудование и изделия приобретается у сторонних предприятий.

**Затраты на реализацию проекта «Переработка бытовых отходов на полигонах хранения на основе инновационных технологий и оборудования»**

<i>№ этапов работ</i>	<i>Наименование этапов работ</i>	<i>Срок выполнения, мес.</i>	<i>Стоимость этапа работ, тыс. руб.</i>	<i>Предпосылки выполнения работ Основной Исполнитель,</i>
<b>I</b>	<b>Разработка, изготовление и запуск в эксплуатацию опытной установки переработки отходов на полигонах хранения производительностью 30-40 т/час</b>	<b>16</b>	<b>190000,00</b>	Компания ТТД владеет технологией и оборудованием, а также know-how для выполнения работ
1.1.	Изготовление основного оборудования для установки	8		Около 90% оборудования изготавливает компания ТТД
1.2.	Выбор, подготовка и обустройство площадки для опытной установки	3		
1.3.	Монтаж оборудования и пуск в эксплуатацию	4		
<b>II</b>	<b>Пуско-наладочные работы и опытная эксплуатация установки 30-40 т/час с целью подготовки исходных данных для проектирования промышленной линии</b>	<b>8</b>	<b>9000,00</b>	Компания ТТД
<b>III</b>	<b>Проектирования промышленной линии производительностью 400-500 т/час</b>	<b>11</b>	<b>18000,00</b>	Инжиниринговая компания и компания ТТД
<b>IV</b>	<b>Изготовление оборудования, приобретение стандартного и ввод в эксплуатацию промышленной линии</b>	<b>16</b>	<b>1300000,00</b>	Компания ТТД
<b>ВСЕГО</b>			<b>1517000,00</b>	

Рис. 1. Технологическая схема опытной установки  
производительностью 30-40 т/ час

