



R H R Balances Venture Capital Investments, SA

Federal Identification Number: CH-660.6.636.008-4
Address: Switzerland, 1207 Genève, Place Des Eaux-Vives 6
Tel. +41 76 336 00 13
+41 79 416 14 86

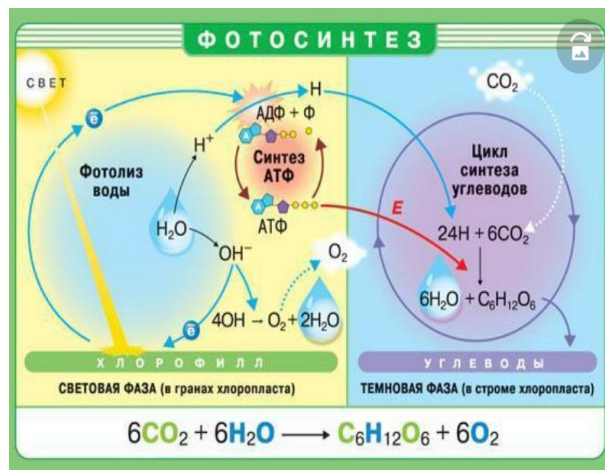
Внедрять энергетику будущего или остаться в прошлом.



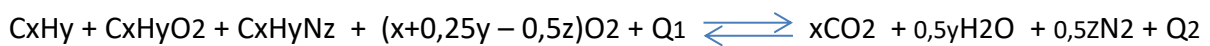
В год в России образуется более 60 миллионов тонн твердых бытовых отходов состоящих из десятков миллионов органических соединений, созданных человеком для потребления. Если с веществами созданными Природой имеются механизмы рекультивации (круговорот в Природе), то огромная масса искусственно созданных органических соединений требует новых технологий утилизации отходов для сохранения среды обитания живой Природы и Человека. В ТКО и промышленных отходах заложена химическая энергия, которую нужно эффективно преобразовывать в синтез газ получая водород для развития экологической эффективной водородной энергетики, метанол, топливо, продукты химического производства, а не сжигать, загрязняя Землю.

Растения - химические реакторы, строят сложные органические вещества (углеводы, жиры, белки) из воды, углекислого газа и минеральных веществ, используя энергию Солнечных лучей для синтетической деятельности, в процессе фотосинтеза превращая в их химическую энергию. Животные организмы – химические реакторы, нуждаются в пище, состоящей из воды и минеральных компонентов, сложных веществ органической природы белки, жиры, углеводы для проявления жизнедеятельности и синтеза веществ, входящих в состав тела, обеспечиваются за счет химической энергии, освобождающейся при распаде (окислении) сложных органических соединений. В природе вся масса органических соединений, входящих в состав растительных и животных остатков, через синтез новых очень сложных органических веществ, разлагаясь в почве, воде, воздухе превращается в сложные органические соединения, служит источником для образования гумусовых, перегнойных, веществ. Содержащиеся в них элементы питания азот, фосфор, сера и другие переходят в доступную для растений минеральную форму.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ		
1) по составу		
Углеводороды C, H	Кислородсодержащие соединения C, H, O	Азотсодержащие соединения C, H, N
2) по углеродному скелету		
Циклические		Ациклические
3) по кратности связей углерод-углерод		
Предельные		Непредельные
4) по функциональным группам		
Классы соединений	Функциональная группа	Примеры соединений
Углеводороды	Нет	CH ₄ , C ₂ H ₂ , C ₆ H ₆
Спирты и фенолы	-OH	C ₂ H ₅ -OH, C ₆ H ₅ -OH
Альдегиды и кетоны	-C(=O)-	H-C(=O)-H, CH ₃ -C(=O)-CH ₃
Карбоновые кислоты	-C(=O)OH	H-C(=O)OH, CH ₃ -C(=O)OH
Амины	-NH ₂	CH ₃ -NH ₂ , C ₂ H ₅ -NH ₂



Химическое свойство органических веществ – окисление (горение) в Природе в виде пожаров также применяется и человеком с древних времен. Сжигание применяется в быту и производстве, в том числе для уничтожения отходов, превращая органические вещества в неорганический углекислый газ, воду, минералы при их полном окислении.



Наука о сжигании.

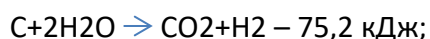
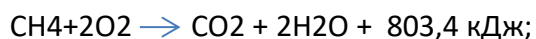
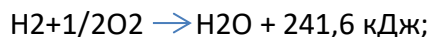
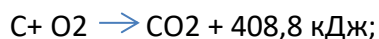
Сжигание отходов основано на химическом свойстве органических веществ к окислению (горению), соединению углерода с кислородом, обратной реакции фотосинтеза, с образованием диоксида углерода CO₂, воды H₂O, азота N₂, тепловой энергии Q₂ при условии полного окисления (горения), для чего необходимы: горючее вещество, окислитель O₂ и источник зажигания для начала цепной реакции Q₁ или постоянная подача горючего газа для сжигания органики с низкой теплотой сгорания. Рис. 2.

При горении протекают химические реакции, с выделением - экзотермические и поглощением - эндотермические тепла принципиальной особенностью которых является их обратимость; ни одна реакция не идет до конца, а лишь до состояния его равновесия при котором имеются все соотношения компонентов реакции, температуры, давления.



Первичные химические реакции

Полного горения



материальный баланс

$$1 \text{ кг } C + 2,66 \text{ кг}(1,86 \text{ м}^3) O_2 = 3,66(1,86 \text{ м}^3) CO_2$$

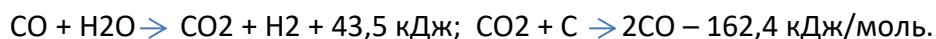
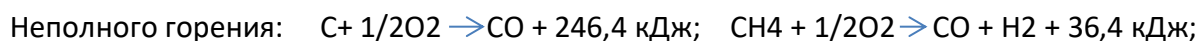
$$1 \text{ кг } H_2 + 8 \text{ кг}(5,55 \text{ м}^3) O_2 = 9 \text{ кг}(11,8 \text{ м}^3) H_2O$$

$$1 \text{ кг } S + 1 \text{ кг}(0,7 \text{ м}^3) O_2 = 2 \text{ кг}(0,7 \text{ м}^3) SO_2$$

$$1 \text{ кг } CH_4 + 4 \text{ кг } O_2 = 2,75 CO_2 + 2,25 H_2O$$

$$1 \text{ кг } C + 3 \text{ кг } H_2O = 3,66 \text{ кг } CO_2 + 0,34 \text{ кг } H_2$$

Высокотемпературное горение органических соединений, процесс окисления в двуокись, это фактически цепные реакции, которые проходят с образованием активных частиц в виде атомов, молекул, радикалов и ряда промежуточных молекулярных соединений.



Термическая переработка отходов ТКО

Согласно директивы ЕС 2017 (Brussels, 26.1.2017 COM(2017) 34 final. The role of waste-to-energy in the circular economy) процессы термической переработки: газификация, пиролиз, переработка биогаза, плазмохимическая в синтез газ это приоритетные технологии, относятся к технологиям преобразования отходов. Сжигание отходов в энергию на колосниковых решетках, вращающихся печах, инсинераторах исходя из их низкой энергоэффективности процесса выработки электроэнергии (КПД электроэнергии 15-26%) и опасных выбросов, микрочастиц, шламов, зольных остатков - это низшая в иерархии приоритетов технология и она определена как утилизация.

Слоевое сжигание отходов МСЗ на колосниковых решетках.

В 1930-е годы были применены печи для непрерывного слоевого сжигания ТБО, осуществляемого на колосниковой решетке, установленной в нижней части печи при температуре 850—1000°C, которые позволили утилизировать большие объемы, в том числе и без предварительной подготовки и использовать выработанную тепловую энергию и для переработки в электроэнергию.

Процесс сжигания ТКО протекает в реальных условиях со сложной структурой потоков тепло- и массопереносов, гетерогенными системами, переменными параметрами протекания реакций, с переходами режима горения от кинетического к диффузионному и наоборот является одним из самых сложных физико-химических процессов. Процесс горения газов, жидкостей, твердых веществ, проходит в газовой фазе с образованием пламени. Горят (окисляются) H₂, CO, сера, фосфор, металлы, CmHn (углеводороды в виде газов образующиеся при газификации органических соединений). Окислителями служат кислород, озон, галогены (F, Cl, Br, J) закись азота NO₂, аммиачная селитра NH₄NO₃, для металлов CO₂, H₂O, N₂. Энергия активации реакций в процессе сжигания ТКО определяет высоту энергетического барьера и возможность, и скорость протекания химических реакций, и в том числе за ультракороткие (нано, пико) временны отрезки. Большое влияние на протекание химических реакций играет катализ. Катализаторами могут быть и промежуточные продукты реакции – автокаталитические реакции ускоряют процесс. Твердые катализаторы адсорбируют молекулы, ослабляю связи физической адсорбцией с незначительным выделением теплоты или химической адсорбцией с выделением большего количества теплоты тем самым ускорить химические реакции и снижение температуры воспламенения. Теплосодержание органических соединений ТКО накопленное веществами

при их образовании – энтальпией определяет возможное количество накопленной химической энергии, которую можно использовать в преобразовании в другие вещества. Общее уравнение реакции горения любого углеводорода: $C_mH_n + (m + n/4) O_2 = mCO_2 + (n/2) H_2O + Q$, где m, n — число атомов углерода и водорода в молекуле; Q — тепловой эффект реакции, или теплота сгорания.

Шведский ученый Таннер установил, что без дополнительного топлива при содержании влаги не более 50%, золы не более 60%, горючих веществ С-углерода не менее 25% и нижним пределом теплоты сгорания Q_{\min} от 3,35 до 4,19 МДж/кг, возникновение цепной реакции для самостоятельного горения не возможно. Зона обозначена, синим цветом на Рис.3 .



Рис. 2. Тетраэдр горения.

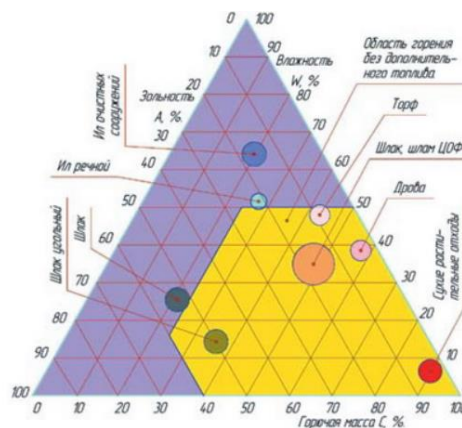


Рис. 3.Треугольник Таннера

Тепловой эффект (теплота сгорания) Q — количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кмоль, 1 кг или 1 м³ газа при нормальных физических условиях. Различают высшую Q_v и низшую Q_n теплоту сгорания: высшая теплота сгорания включает в себя теплоту конденсации водяных паров в процессе горения (в реальности при сжигании водяные пары не конденсируются, а удаляются вместе с другими продуктами сгорания). Технические расчеты ведут по низшей теплоте сгорания, без учета теплоты конденсации водяных паров (около 2400 кДж/кг). КПД, рассчитанный по низшей теплоте сгорания, формально выше, но теплота конденсации водяных паров достаточно велика, и ее использование целесообразно, для активного применения в отопительной технике контактных теплообменников

Теоретическая температура горения и температура газов на выходе из топки зависит в основном от четырех факторов: теплоты сгорания и, следовательно, от вида и свойств сжигаемого топлива (в Q^p/p входит $Q_{рн}$); коэффициента избытка воздуха, основное влияние которого сказывается на величине объема продуктов сгорания; температуры подогрева воздуха; совершенства организации процесса горения (т.е. от величины химического недожога q_3), что определяет КПД топки.

Основным «сырьем» для работы МСЗ в энергию, фактически ТЭС, является органическое топливо, содержащее запас химической энергии, измеряемый *теплотой сгорания* $Q_{сг}$. Для его сжигания в котел подается окислитель – воздух. В зависимости от состава и теплоты сгорания для полного сжигания 1 кг топлива требуется 5–15 кг воздуха. Воздух – это природное «сырье» для производства электроэнергии, для доставки которого в зону горения необходимо иметь мощные высокопроизводительные нагнетатели. В результате химической реакции сгорания, при которой углерод - С топлива превращается в оксиды CO_2 и CO , водород H_2 – в пары воды H_2O , сера S – в оксиды SO_2 и SO_3 и т.д., образуются *продукты сгорания топлива* – смесь различных газов с высокой температурой. Именно *тепловая энергия продуктов сгорания топлива является источником электроэнергии, вырабатываемой ТЭС.*

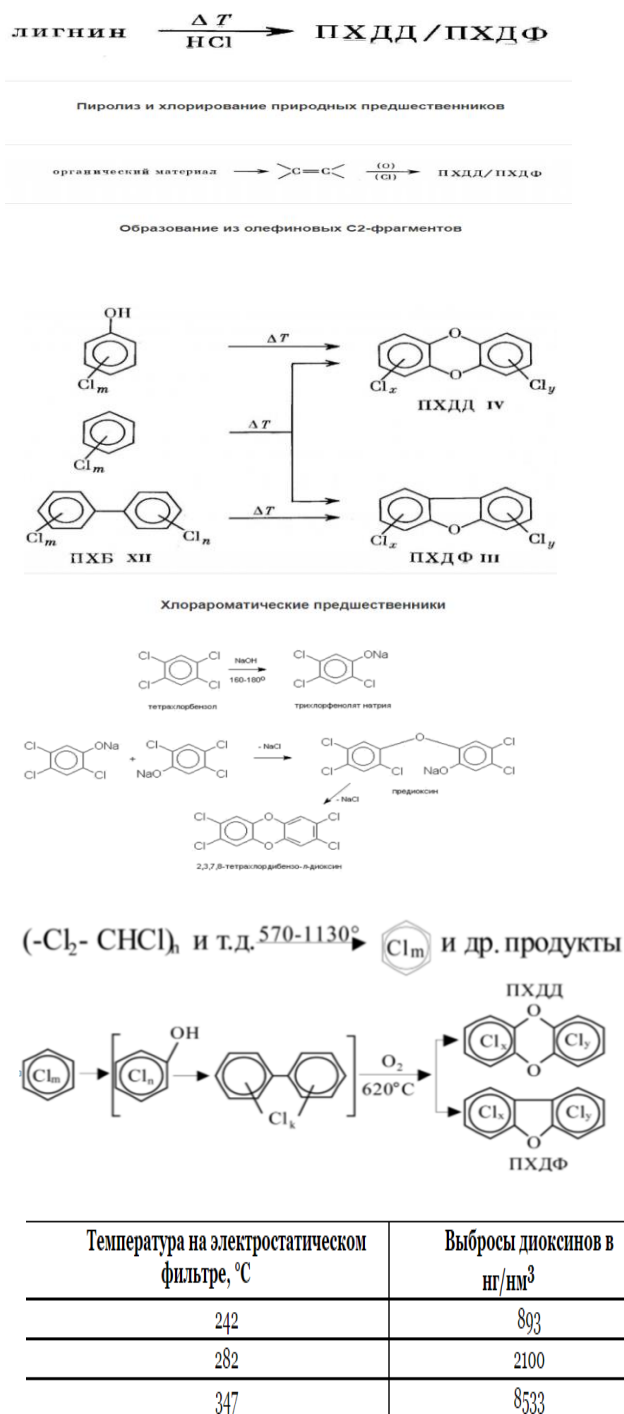
Паропроизводительность, парогенераторов мусоросжигательных установок в 3—4 раза ниже по сравнению с энергетическими установками, работающими на ископаемом топливе из-за низкой теплотворной способности отходов. Вырабатываемая тепловая мощность (МВт) зависит от производительности печи по твердому топливу (т/ч ТБО) и калорийного потенциала отходов (МДж/кг). При сжигании отходов с теплотворной способностью менее 8,4 МДж/кг требуется подача дополнительного тепла. Области стабильной работы печи (автогенный процесс) соответствует теплотворная способность отходов в пределах 8,4—13 МДж/кг. В случае пониженной теплотворной способности сжигаемых отходов, уменьшается производство пара. Для организации потока увеличивающее продолжительность пребывания газов в топке при высокой температуре более 2 секунд, в конструкции печи должно предусмотрено под сводом топочного пространства образование вихревых потоков, что необходимо и для выгорания вредных газовых компонентов и твердых частиц. При необходимости применяется дополнительная горелка для поддержания высокой температуры

Продукты сжигания ТКО.

МСЗ и установки, использующие термические методы сжигания обезвреживания твердых промышленных и бытовых отходов являются источниками выбросов чрезвычайно токсичных веществ, в частности, полихлорированных дибензодиоксинов (ПХДД) и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ). Образование этих веществ определяется разнообразием органических соединений в составе ТКО, включая хлорбензолы, полихлорбифенилы (ПБХ), хлорфенолы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и ПХДД/Ф, или возможного их образования в процессе горения и после окончания реакций соединения, так и синтезом диоксинов непосредственно в термическом реакторе. В низкотемпературных зонах тракта дымовых газов в присутствии катализаторов в виде металлических поверхностей тракта, поверхностей частиц летучей золы, возможен дополнительный синтез диоксинов. Для достижения высокой экологической эффективности термических установок необходимо обеспечить полное окисление органических компонентов в термическом реакторе и перевод всех соединений хлора в минеральные хлориды непосредственно в высокотемпературной зоне с последующим глубоким обеспыливаем газом. В связи с этим необходимо поддерживать температуру газов в термическом реакторе на уровне $T \geq 1250^\circ\text{C}$, время пребывания газов в реакционной зоне при указанной температуре не менее 2 секунд. Следы опасных органических веществ в газообразных продуктах сгорания могут быть в паровой фазе, в виде конденсата или абсорбированы на тонкодисперсных частицах. Наряду со стойкими органическими загрязнителями (например, диоксинами) и тяжелыми металлами (например, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Hg), в составе выбросов образуются оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x), летучие органические соединения (НМЛОС и метановые (CH_4)), оксид углерода (CO), углекислый газ (CO_2), закись азота (N_2O), хлороводород (HCl) и аммиак (NH_3). Оксиды азота образуются как конечный продукт любого процесса сгорания топлива + воздуха. Оксид азота (NO) является главным компонентом NO_x ; однако, образуются, хотя и в меньших количествах, двуокись азота (NO_2) и закись азота (N_2O). В процессе горения отходов происходит окисление азота и образование оксидов азота, окисления атмосферного азота. Процесс химического превращения азота в отходах протекает при сравнительно низких температурах (менее 1090°C), в то время как процесс окисления атмосферного азота протекает при более высоких температурах. Из-за сравнительно низких температур эксплуатации коммунальных мусоросжигательных установок 70-80 процентов образовавшегося, в них NO_x , связано с присутствием в сжигаемой массе отходов азота. Количество NO, образующегося в процессе горения, в диапазоне (0.01-100) атм. практически не зависит от давления.

Диоксины обладают высокой термостойкостью. Эффективное разложение этих веществ, происходит при температурах выше 1250°C Цельсия. Их термическое разложение

при меньших температурах является обратимым процессом. При охлаждении газового потока до 200-450 °С они синтезируются вновь, в том числе и электрофильтрах (замерено на МСЗ во Флориде). Это происходит при любой технологии мусоросжигания, где образование диоксинов наблюдается также на выходе охлажденного газа из котла-утилизатора за счет реакций хлора (HCl, Cl₂, хлорорганических соединений и др.) и органического углерода в присутствии катализаторов (например, меди).



Диоксины, фураны, ПХБ образуются во всех высокотемпературных процессах, включающих углерод, кислород и любые соединения хлора в любом валентном состоянии. Катализаторами в сложных, гетерогенных системах оказываются как металлические поверхности, так и поверхность частичек летучей золы. Происходит превращения ПВХ и других хлорорганических полимеров в смесь ПХДД и ПХДФ в МСЗ. Количество ПХДФ и ПХДД, образующихся в присутствии кислорода, в 10 - 1000 раз больше, чем в пиролитических условиях без доступа кислорода. Действует прямое соответствие между количеством ПВХ в МСП, МСЗ и объемом диоксиновых выбросов (ранее предполагалось отсутствие микропримесей ПХДФ и ПХДД при сжигании ПВХ). При этом в термические процессы, сопровождающиеся возникновением заметных количеств диоксинов, включаются не только хлорароматические (полихлорбензолы, ПХБ, хлорфенолы и их соли, полихлорированные дифениловые эфиры), но и хлоролефиновые соединения. Наличие фиксированного источника углерода, летучей золы, кислорода обеспечивает возможности синтеза *de novo* в области дожигания или охлаждения.

Диоксины образуются в МСЗ на всех этапах: при сжигании, очистке, в трубе для выбросов с микропылью в атмосферу.

Диоксины это не где-то на другой планете. В 2011 году в немецких фермерских хозяйствах в течении 6 месяцев куры, индейки, свиньи получали корм с содержанием яда диоксин, что привело к диоксиновому отравлению сельскохозяйственных животных и к закрытию более 4500 хозяйств, забоя десятков тысяч животных, изъятию продукции в сети. Народ Германии, Англии, и других стран попробовал на вкус диоксины.

Загрязнение территорий вредными выбросами от МСЗ и промышленных предприятий вынудили развитые Государства заставить предприятия провести реконструкции и значительно улучшить системы очистки топочных газов и закрыть большое количество МСЗ.

По мере получения знания о выбросах проходила и модернизация на заводах по сжиганию отходов в странах ЕС, США и Японии. В период до 1990 годов МСЗ оснащались одним электрофильтром для очистки дымовых газов. С начала 90-х в систему очистки газов добавили мокрый скруббер, который снизил концентрацию “кислотных” газов (HCl, HF, SO₂) до требований экологического стандарта TA Luft, принятого в 1986 г. После принятия закона 17BImSchV в 1996 г. на заводах были установлены дополнительные ступени газоочистки, включающие в себя угольный фильтр, реактор для каталитического восстановления оксидов азота, рукавные фильтры. После 2000 года продолжили модернизацию технологий очистки и это позволило снизить выбросы вредных веществ до нормативных значений и в том числе по диоксинам, (Система ADIOX) фуранам, ПХБ. Эксплуатационные данные показали, что для обеспечения в отходящих газах концентрации диоксинов менее 0,1 нг/м³ температура газов в реакторе должна составлять не менее 1250°C, а время их пребывания при такой температуре – не менее 2 с. Однако для установок большой агрегатной мощности помимо решения проблем достижения высокой экологической эффективности важно получение вторичной продукции – пара, горячей воды и т.п. и если температура отходящих газов поддерживается выше 500°C, степень утилизации энергии значительно снижается. Поэтому на МСЗ упор сделан на высокую эффективность очистки выбросов требующих значительных финансовых затрат, но снижает необходимость поддержания чрезмерно высоких температур в огневом реакторе.

При сжигании ТБО в атмосферу выделяются хлористый и фтористый водород, сернистый газ, оксиды азота, а также металлы и их соединения (Zn, Cd, Pb, Hg и т. д. в основном в виде аэрозолей) и в процессе горения отходов образуются диоксины, дифенилы, ПХБ что значительно осложняет их очистку отводящих газов из-за малой концентрации этих высокотоксичных соединений. Современные установки, а также старые установки, прошедшие процесс модернизации, снабжены различным оборудованием для устранения загрязнений окружающей среды от выбросов чтобы минимизировать три основных последствия процесса сжигания отходов, наносящих вред окружающей среде: выбросов кислого газа, тяжелых металлов и диоксинов, фуранов, ПХБ. Основные используемые методы можно следующие: • тканевые фильтры (для регулирования выбросов твердых частиц); • электрофильтры (для регулирования выбросов твердых частиц); • мокрые газоочистители (для удаления кислых газов); • полусухие газоочистители/система распылительного абсорбера (для удаления кислых газов); • системы ввода сухих веществ (для удаления кислых газов); • метод адсорбции с применением активированного угля/активированного бурого кокса (для удаления ПХДД/Ф и ртутных загрязнений), специальные фильтры ADIOX для задержания диоксинов.

При сжигании отходов МСЗ, инсинераторах и отсутствии системы обработки газа, выбросы значительно выше допустимых значений ПДК. В установках для сжигания с простой системой очистки газа, состоящей только из электрофильтра, уровни выбросов между 44 и 111 нг ТЭ / м³ ПХДД / Ф; после применения дополнительной ступени - полусухого скруббера выбросы диоксинов и фуранов сокращаются до 15 - 40 нг ТЭ / м³; при установке дополнительных систем специальных тканевых фильтров уровни выбросов составляют 0,3-1,9 нг ТЭ / м³. Для снижения до допустимых значений ПДК по нормам ЕС, США, Японии требуется дополнительные методы адсорбции.

В топочной камере золовые отложения образуются в результате налипания на трубы расплавленных или размягченных частиц золы. Ошлакованию подвержены все

радиационные поверхности нагрева, изготовленные из любого материала, особенно в **зоне активного** горения. Зола, образующаяся при сжигании ТБО, состоит в основном из двух компонентов: минералов и несгоревших частиц органических соединений. Содержание недожога в процентах обычно оно не превышает 2%, а при неблагоприятных условиях может достигнуть 15%. Концентрация золы в дымовых газах мусоросжигательных установок составляет примерно 2...5 г/м³ сухого газа. От дисперсного состава золы зависит не только работа газоочистного оборудования, но и выбор средств очистки дымовых газов. Взвешенных частиц золы уноса размером частиц менее 5 мкм. труднее всего улавливаются, масса которых может достигать 22...25% общей массы твердых примесей, содержащихся в очищаемых газах.

Ультразвуковая очистка поверхностей теплообменников от сажи; очистка от сажи методом выдувания приводит к повышенным выбросам диоксинов и фуранов (около 20% суточных выбросов диоксинов и фуранов связано с операцией обслуживания теплообменников с помощью обдува) .

Надежное обезвреживание шлаков (20-25%) и летучей золы (3-5%) производится плазменной обработкой остекловыванием или минерализацией до безопасной консервации всех вредных металлов, диоксинов и других опасных веществ с дальнейшей возможностью использования в дорожном строительстве. Применяя даже 99-процентную фильтрацию газообразных продуктов сжигания, в воздух все равно попадает часть выбросов, которая при длительной работе будет приводить к накоплению канцерогенов, а вредные металлы, диоксины, фураны, ПХБ останутся в шлаках и летучей золе. Таким образом, системы очистки дымовых газов, образующихся в процессе сжигания ТБО, представляют собой сложные и дорогостоящие сооружения, их стоимость составляет значительную часть стоимости мусоросжигательного завода, но опасные выбросы остаются.

История последствий сжигания отходов в МСЗ, МСП и пожарах на свалках.

Тетрахлорзамещенных дибензодиоксинов и дибензофуранов появились в больших количествах в окружающей нас природе, когда на химических заводах начали производить полихлорфенолы и предметы и них стали сжигать на помойках.

В странах ЕС, Японии, США, Канаде в 1960- 1990 годы понастроили десятки заводов и маломощных печей, которые покрыли большие территории диоксинами, фуранами, ПХБ и вредными металлами. Технологии сжигания брались из энергетики сжигания твердого топлива и практически имели минимальные очистные сооружения. Впервые микропримеси диоксинов были найдены в летучей золе в 1977-1978 гг. В последующие 5-6 лет, диоксиновые микропримеси были обнаружены и количественно определены в выбросах МСЗ (летучей золе и газовой фазе), выбросах промышленных предприятий, ТЭС. В 1985-1990 годах выбросы в странах ЕС, США, Японии составили десятки килограммов в год. Но когда в молоке кормящих матерей появились диоксины, *борьба общества с бизнесом в связке с чиновниками сдвинулась в пользу экологии, здоровья людей. Срочно, принудительно ввели отдельный сбор отходов для уменьшения вредных выбросов при сжигании на МСЗ, РОП для целевого привлечения средств.*

В странах ЕС, Японии, США, Канады были выработаны и приняты подробные Законодательные документы на решение уменьшения вредных выбросов. Были закрыты или реконструированы десятки МСЗ, в которых жестко стали контролировать процессы сжигания отходов, и ввели новые дорогостоящие технологии очистки вредных выбросов, что позволило значительно снизить их к 2000 году.

По существу, лишь в России эта проблема оказалась незамеченной многие годы, хотя уже в 1980 г. стала очевидной необходимость развертывания системы антидиоксиновых мероприятий. В отечественном издании справочного документа ВОЗ указывалось на

необходимость определения содержания ПХДФ "в коммерческих смесях ПХБ", а также изучения судьбы "хлорированных дибензофуранов в окружающей среде". В том же 1980 г. в Министерство здравоохранения СССР поступило прямое предупреждение об опасности распространения в стране ПХДД с указанием некоторых технологий. Исследование по диоксинам в СССР были под и «Секретно», и даже в марте 1985 г. был опубликован парадоксальный вывод: *"Острой проблемы диоксина на территории Советского Союза не существует"*. 5 ноября 1995 года Правительство РФ приняло постановление №1102 за подписью Председателя правительства РФ В. Черномырдина: Утвердить предлагаемую федеральную целевую программу "Защита окружающей среды и населения от диоксинов и диоксинподобных веществ на 1996-1997 годы".

Поиски ПХДД начались в 1997-1998 гг., в ряде городов страны были проведены первые измерения ПХДД с помощью технических средств, лишь наиболее токсичным 2,3,7,8-ТХДД, и даже эти данные оказались чрезвычайно тревожными. Так, при обследовании продукции, рабочей зоны и окружающей среды предприятий, связанных с производством и переработкой 2,4,5-ТХФ, диоксин был обнаружен везде по цепи его движения в Уфе, Рубежном, Щелково, Ногинске, Первомайске, Чапаевске, которые после получения этих данных производства всех этих продуктов были остановлены. С 1972 г. в СССР и СНГ по проектам института «Гипрокоммунэнерго» построено 11 МСЗ, работающие по технологии прямого сжигания исходных ТБО (в городах Москва, Мурманск, Владимир, Владивосток, Сочи, Киев, Севастополь, Харьков). Все заводы, за исключением завода в г. Владимире, работали на комплектном импортном оборудовании. Основной вывод по всем построенным заводам — их неудовлетворительная работа и отрицательное экологическое влияние. По экологическим соображениям Госкомприроды СССР, а приемник Минприроды РФ закрыл все три завода в Москве, из которых два эти заводы возобновили работу после ликвидации Министерства экологии. Российскому капитализму экология не требуется, как и забота о здоровье населения.

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях была принята в мае 2001 года. Конвенция требует от каждой Стороны сокращения непреднамеренно производимых пяти вещества, а именно полихлорированные дибензо-п-диоксины, дибензофураны, гексахлорбензолы, пентахлорбензол и ПХБ с целью их максимального устранения.

Объем очистки по диоксинам, фуранам, ПХБ, которые образуются и выбрасываются на МСЗ (50-650 тыс. тонн/год) от 10 до 100 нг/м³ в газах или от 10 до 100 г в год диоксинов в сопоставимых концентрациях. Системы очистки воздушных выбросов позволяют сократить их выброс, но они остаются в шлаках и летучей золе. Аналогичное количество диоксинов образуется и на горящих полигонах хранения отходов. Лучшие МСЗ на колосниковых решетках имея возможность сжигать несортированные отходы, не избавляются от недостатков мусоросжигания исходных ТБО: опасность загрязнения атмосферы; уничтожение ценных компонентов; высокий выход золы и шлаков (до 30% по массе); низкая эффективность выработки энергии; сложность стабилизации процесса сжигания; высокая стоимость процесса; высокие капитальные затраты.

Подписанные Россией Парижское соглашение по климату в соответствии Рамочной конвенции ООН в 2015 году требуют во всех сферах использования энергоэффективных, экологически безопасных методов переработки отходов и уменьшения промышленных выбросов, углеродного следа.

В ЕС в 2017 году определилось с направления утилизации отходов. К приоритетным технологиям термической переработки отнесены газификация ТКО, твердого топлива в синтез газ в целях замены ископаемого топлива, для производства электроэнергии и тепла и комбинировать их для повышения энергоэффективности с электрическим КПД до 40-42% или выработкой топлива или других продуктов.

В Японии связи с внесением в 1997 году поправки к Закону об обращении с отходами и общественной очистке многие предприятия по утилизации отходов прошли ремонт и реконструкцию». Малотоннажные инсинераторы были запрещены и сжигание разрешено только на сертифицированных МСЗ принадлежащим муниципалитетам. По данным Токийского бюро по охране окружающей среды, выбросы диоксинов в атмосферу в 2004 году составили 130 граммов и к 2015 году снизились примерно на 50% благодаря сокращением выбросов на новых мусоросжигательных заводах, которые могут сжигать мусор при более высоких температурах, и добавлением дополнительных фильтрующих элементов для очистки газа. В 2015-2016 году принят новый план снижения выбросов диоксинов, фуранов, ПХБ и других химических загрязнений, в котором четко расписано развитие приоритетных технологий и где сжигание на колосниковых решетках не предусмотрено из-за низких электрических КПД 10-26% и большим затратам (60%) на очистку выбросов. В настоящее время основные источники попадания в организм людей в Японии это рыба и устрицы. Фактически, несмотря на проведенные мероприятия в Японии ежедневное потребление диоксина младенцами в период грудного вскармливания в последние годы в Японии все еще выше, чем рекомендованное ВОЗ.

В 2013-2014 году в России разрабатывали Закон по обращению ТКО, но приняли в варианте, который направлен в интересах конкретных финансовых групп. Даже в НДТ продавали и внесли как передовую технологию «сжигание отходов на колосниковых решетках» в МСЗ. Приняли не соответствующий мировому опыту план по утилизации отходов, который повторяет все 50-летние технические ошибки стран ЕС, США, Японии которые привели к заражению территорий. Кроме этого не переняли организационный опыт Финляндии, Швеции, Японии по сбору, вывозу и утилизации отходов, где ответственность за отходы, *сбор средств лежит на муниципалитетах, которые осуществляют контроль и направляют доход на развитие отрасли*. Страны ЕС приняли Концепцию развития промышленности и иерархию обращения с отходами сокращению углеродного следа и развитие энергетики в экологические водородные технологии.

Принципы устойчивого развития в области обращения с отходами ЕС 2017 г.:

- соблюдение иерархии обращения с отходами (приоритетности). Приоритеты по обращению с отходами расставляются следующим образом: предотвращение, минимизация образования, вторичное использование, использование материального потенциала, использование энергетического потенциала, захоронения;
- принцип предосторожности. Там, где существует угроза серьезного или необратимого ущерба для ОС, или здоровья человека, отсутствие всеобъемлющих научных доказательств не должно быть причиной отказа от реализации экономически эффективных мероприятий по предотвращению деградации ОС;
- принцип близости. Отходы должны перерабатываться и обезвреживаться как можно ближе от мест их образования. Это сокращает время, энергозатраты, вероятность аварий, финансовые затраты, воздействие на ОС от транспортирования. Иначе отрицательное влияние перечисленных выше факторов может перевесить преимущества от рециклинга, компостирования и других методов обращения с отходами;
- принцип «загрязнитель платит». «Загрязнитель» должен нести все расходы, связанные с проведением мероприятий по обеспечению надлежащего качества ОС, т.е., стоимость этих мероприятий должна отражаться в стоимости товаров и услуг, которые загрязняют ОС (при производстве и/или потреблении);
- принцип ответственности производителя. Данный принцип базируется на принципе «загрязнитель платит» и устанавливает физическую и финансовую ответственность производителя за весь жизненный цикл товара и его упаковки даже после окончания их использования потребителем. Таким образом, бремя (в т.ч. финансовое) переработки и утилизации продукции перекладывается на производителя, что мотивирует его

разрабатывать менее опасные для ОС продукты, которые могут быть подвергнуты разборке, повторному использованию и рециклингу.

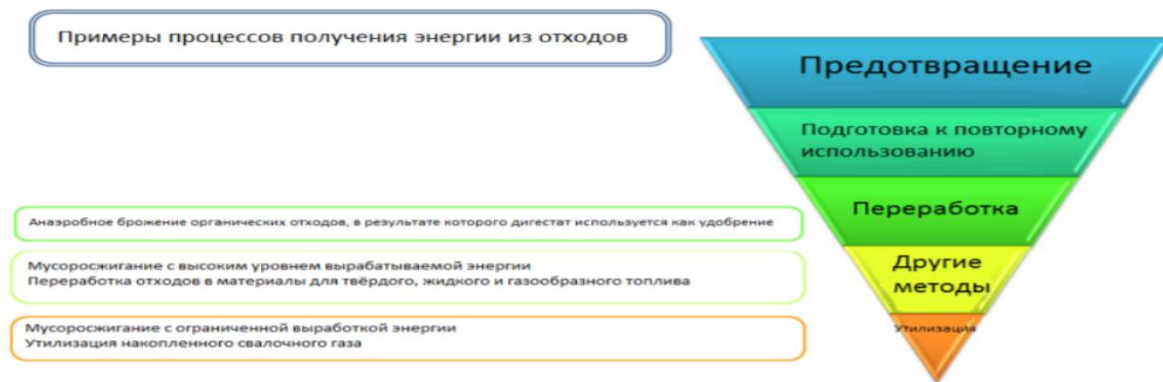


Рисунок 1 показывает место различных процессов в иерархии отходов ЕС.

5. Выводы Концепции ЕС 2017г

Процессы «отходы в энергию» могут сыграть роль в переходе к цикличной экономике, обеспеченную за счет иерархии по обращению с отходами в ЕС, которая используется как главный принцип. Также необходимо, чтобы принимаемые решения не мешали предотвращению отходов, повторному использованию и рециклингу. Жизненно важно способствовать полной реализации потенциала цикличной экономики с экологической и экономической точек зрения и продвигать идею лидерства ЕС в зеленых технологиях. Кроме того, только уважительное отношение к иерархии по обращению с отходами может максимально увеличить вклад цикличной экономики в декарбонизацию в рамках энергостратегии ЕС и Парижского климатического соглашения. Как упоминалось ранее, наибольший вклад в энергосбережение и сокращение выбросов парниковых газов принадлежит предотвращению образования отходов и рециклингу.

В будущем больше внимания необходимо уделять таким процессам как анаэробное сбраживание биоразлагаемых отходов, где рециклинг материалов совмещается с получением энергии. Напротив, роль сжигания отходов на данный момент преувеличена и должна быть пересмотрена, чтобы обеспечить рост переработки и повторного использования и не препятствовать им, в это же время предотвратить возникновения избытка сжигающих мощностей.

Комиссия призывает все страны-участницы ЕС принять во внимание руководство, рассмотренное в этом документе, при оценке и пересмотре планов по обращению с отходами в рамках законодательства ЕС. При планировании инвестиций в будущем в мощности по энергетической утилизации отходов необходимо принимать риск обесценивания активов. При оценке национальных планов по обращению с отходами и мониторинге прогресса в отношении целей по рециклингу в ЕС Комиссия продолжит предоставление рекомендаций для того, чтобы планирование по мощностям преобразованию «отходы в энергию», было последовательно и поддерживало иерархию обращения с отходами, принимая потенциал новых и появляющихся технологий по обращению с отходами и их рециклингу.

150 лет назад «умные люди» задавали вопросы: «Зачем строить автомобили, когда на лошадях можно ездить?». Вот и в России есть такие чиновники, которым развитие страны не интересно, и ни чего кроме сжигания на колосниковых решетках они не знают. Их главный аргумент: «Ведь в мире построено много МСЗ». Они не способны понять, что Человечеству понадобился многолетний опыт эксплуатации МСЗ и исследований состава выбросов, шлаков, летучей золы, накоплением новых знаний химических превращений,

процессов горения, чтобы понять вред сжигания для экологии и здоровье человека. Да и сразу просто так от настроенных МСЗ не избавится, поток отходов образуется непрерывно. Эти знания целенаправленной работы по снижению вредных выбросов и захоронений, наработки новых технологических процессов, позволили значительно снизить количество выбросов действующих МСЗ и привели к научно обоснованным решениям по направлениям развития промышленности и обращения с отходами без выбросов и захоронениям, что отразилось в документах ЕС, Японии, США.

Что и как предлагают сжигать в Московской области и Казани.

В таблице 1 представлен морфологический состав ТКО-ТБО, а на Рис.1 виды отходов, которые необходимо утилизировать и максимально использовать как вторичные ресурсы. В таблицах 2 и 3 приведены элементный состав ТКО и значения теплоты сгорания для разных времен года и определен оптимальный диапазон теплоты сгорания 10 500 – 14 000 кДж/кг и из-за сезонных колебаний состава и влажности может потребовать добавления дополнительного топлива – угля или природного газа, иначе отходы не сгорят.

Морфологический состав ТБО		
Компоненты	% по массе	
	Низкий	Высокий
Бумага	21,4	36,0
Пищевые отходы	27,6	31,0
Садовые отходы	1,6	4,1
Металлы, черные	1,2	4,9
Металлы, цветные	0,5	0,6
Кожа, резина	1,1	1,6
Ткани	1,7	4,6
Стекло	4,4	13,5
Камни, керамика	0,9	1,5
Полимерные материалы	4,9	10,6
Остаток	8,7	18,4

Таблица 1 – Морфологический состав твердых бытовых отходов



Рис.1 Виды отходов.

Элементный состав твердых бытовых отходов, % по массе							
Время года	Углерод С	Водород Н	Кислород О	Азот N	Сера S	Содержание золы А	Содержание влаги W
Зима	20,90	2,80	15,40	0,50	0,16	27,10	33,10
Весна	21,00	2,80	16,10	0,60	0,18	26,90	33,70
Лето	21,20	2,80	15,70	0,50	0,17	27,50	32,20
Осень	15,00	1,90	10,10	0,30	0,12	22,50	50,00

Таблица 2 – Элементный состав ТБО, % по массе

Элементный состав отходов, производимых Москвой приведен в Таблице 2. Отходы как правило имеют высокое содержание влаги (33%), что приводит к понижению теплоты сгорания отходов как показано в Таблице 3. Оптимальный диапазон Q_н для сжигания отходов составляет 10 500 – 14 000 кДж/кг. Осенью содержание влаги увеличивается до 50% из-за добавляемых пищевых отходов. Это уменьшает теплоту сгорания отходов до 6 000 кДж/кг и может потребовать добавления дополнительного топлива.

Значения теплоты сгорания ТБО для разных времен года			
Время года	Содержание влаги % по массе	Q _н кДж/кг топлива	Q _л кДж/кг топлива
Зима	33,1	8,348	7,547
Весна	33,7	8,257	7,442
Лето	32,2	8,396	7,617
Осень	50,0	6,005	4,796

Таблица 3 - Значения теплоты сгорания ТБО для разных времен года

Предлагаемый отдельный сбор, сортировка и затраты которые вложены в эти процессы никогда не окупятся и могут существовать только на высоких тарифах с населения. Из смешанных загрязненных отходов, сортировкой можно извлечь максимум 7-15%, которые после обеззараживания перерабатываются в низко ликвидные продукты.

В таблицах 5 и 6 приведен химический состав ТКО и энергетический баланс максимально возможного получения тепловой и электрической энергии при слоевом сжигании на

колосниковых решетках несортированного ТКО с добавлением шин и медицинских отходов, несортированных смешанных, и сортированных отходов с КПД и удельной выработкой.

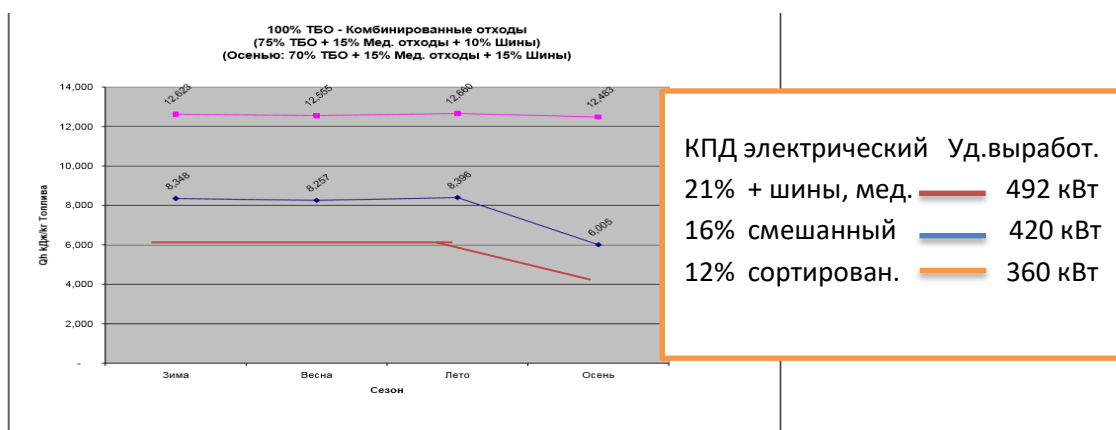


График 1 – Величины теплот сгорания для ТБО и комбинированных отходов

Время года	ТБО	Медицинские отходы	Шины	Qh
Зима	75%	15%	10%	12,623
Весна	75%	15%	10%	12,555
Лето	75%	15%	10%	12,660
Осень	70%	15%	15%	12,483

Таблица 4 - Комбинирование отходов для получения оптимальной теплоты сгорания

Химический состав твердых коммунальных отходов (ТКО)							
Объем отходов	Химический состав, % от массы						
	Углерод С	Водород Н	Кислород О	Азот N	Сера S	Зольность А	Влажность W
650,000 тонн							
Сред. значение	33%	4%	23%	1%	0%	16%	23%

Таблица 5

Энергетический баланс						
Энергия пара из бойлерной системы (ВТУ/час)	Механическая энергия из паровой турбины с эфф. 30% (ВТУ/час)	Генерация электричества с эфф. 96% (кВт)	Потребление системой (кВт)	Потери (кВт)	ИТОГО Электричество на экспорт (кВт)	Эфф. генерации и элек-ва (%)
547,518,727	164,255,618	46,201	4,772	2,310	39,119	22%

Удельная выработка электроэнергии с одной тонной ТБО - 300 - 492 кВт

Таблица 6

На графике 1и таб. 4 приведены зависимости электрического КПД МСЗ от состава отходов и сезона. Сортированные отходы для своего стабильного сжигания потребуют дополнительный горючий материал в виде угля до 50 кг. на тонну ТКО, что увеличит себестоимость переработки, то есть на повышения тарифа из карманов населения.

При сжигании одной тонны отходов можно получить максимум 1300 -1700 кВт.ч тепловой энергии или 300-550 кВт.ч электроэнергии. Оптимальной является теплотворная способность отходов 11,8 МДж/кг. , что максимально вырабатываемой тепловой мощности соответствует максимальная производительность по количеству сжигаемых отходов.

Сжигание на колосниковых решетках Hitachi (Рис.4,5)

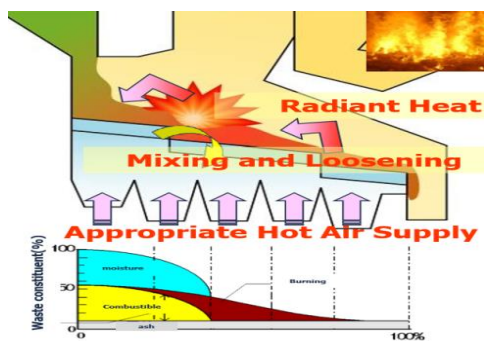


Рис.4. Сжигание на колосниковых решетках

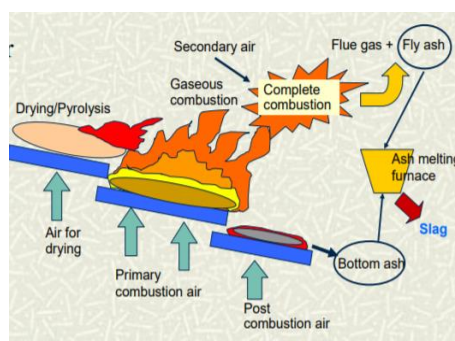


Рис. 5. Топка MS3 Hitachi.

Процесс горения: в первой зоне поступления вещества на качающихся колосниковых решетках происходит прогрев, образование пара, плавление, разложение летучих, второй зоне - пиролиз органических веществ в газообразное состояние, температура до 500 градусов Цельсия, с повышением температуры до самовоспламенения веществ; в третьей зоне образуется смесь газов с кислородом и происходит неполное сгорание до CO, с частичным восстановлением до углерода (недостаточно кислорода): $C_mH_n + O_2 \rightarrow CO + CO_2 + H_2O$ $2CO = CO_2 + C$; в четвертой зоне происходит полное сгорание продуктов второй зоны $2CO + O_2 = 2CO_2$ $C + O_2 = CO_2$; в пятой зоне удаляются шлаки (до 25-30%). Первичный воздух подают в топку через узкие щели в головной части колосников. Вторичное дутье осуществляют через переднюю и заднюю стенки топки, причем воздух подают в пространство над слоем горящих отходов. После ввода вторичного воздуха отходящие газы, остаются в печи более 2 секунд при температуре 850°C, что дает начало первичного разрушения органических соединений (в том числе опасных). Горение отходов начинается в начале решетки и стабилизируется при 1000°C в ее второй половине. Для организации потока увеличивающее продолжительность пребывания газов в топке при высокой температуре более 2 секунд, в конструкции печи должно предусмотрено под сводом топочного пространства образование вихревых потоков, что необходимо и для выгорания вредных газовых компонентов и твердых частиц. При необходимости должна применяться и дополнительная газовая горелка для поддержания высокой температуры и её обязательная работа при запуске котла.

MS3 в Японии и Hitachi для ЗТО РТ-Инвест.

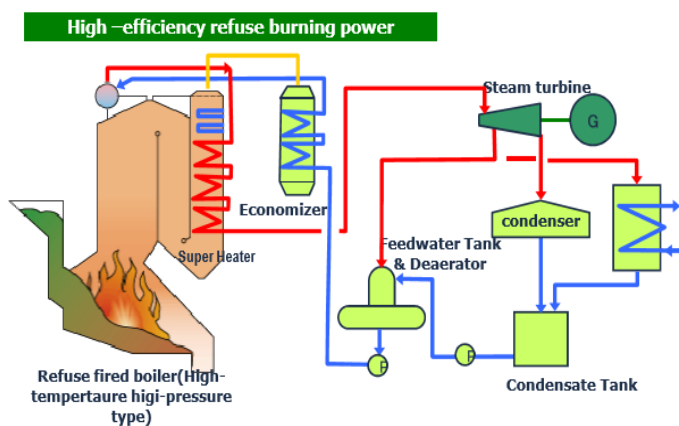


Рис.6. Общая схема Hitachi для ЗТО РТ-Инвест.



Рис. 7. Тепловой баланс Hitachi ЗТО РТ-Инвест.

В Японии все мусоросжигательные отходы для сжигания ТКО в электроэнергию построены на бюджетные средства и принадлежат муниципальным властям (совместная муниципальная собственность) и прибыли не приносят. Финансирование работы MS3

осуществляется из местных налогов ("налог на проживание"). **Основная задача МСЗ в Японии – сокращать объем отходов на захоронение.** МСЗ оснащены оборудованием, обеспечивающим их безопасность и многоступенчатой(5-6) технологией очистки газов, фильтрами, которые удаляют сажу, диоксины, пары ртути, окислы азота и пр. и плазменным стеклованием шлаков и летучей золы. Средний МСЗ в Японии имеет мощность переработки 300 тонн мусора в сутки занимает территорию, площадью 24 000 кв.м. Общая площадь помещений завода составляет 8000 кв.м. На заводе установлены две печи. Максимально завод может вырабатывать 4 – 8 мегаватт электроэнергии, причем до 2 МВт потребляются для собственных нужд. Однако генерация электроэнергии нестабильна (КПД 10-15%) и зачастую заводу приходится не продавать, а покупать электроэнергию. Строительство мусоросжигательного завода обходится в более 20 млрд. йен и всё это на налоги жителей. Для снижения напряженности неприятия жизни рядом с МСЗ, жителям ближайших к заводу домов предлагают различные льготы по коммунальным платежам и т. д..

Низкие параметры пара, применяемые на мусоросжигательных заводах ($P=1,6$ МПа, $T=240-300^{\circ}\text{C}$), существенно снижают удельные показатели по выработке электроэнергии по сравнению с паросиловыми электростанциями ($P=14$ МПа, $T=540^{\circ}\text{C}$). Применение аналогичных мощностей и параметров пара на МСЗ ограничено свойствами ТБО. (из 1 тонны ТКО после сжигания восстанавливается 1300-1700 кВтч тепловой энергии).

Использование теплоты сжигаемого на МСЗ с колосниковыми решетками сортированных отходов для выработки электрической нагрузки потребления в Японии, странах ЕС, США не является перспективным направлением будущего, и они запланированы для замены на новые технологические решения преобразования отходов.

Для повышения электрического КПД МСЗ в Японии, повышения тепловой экономичности, увеличение мощности, улучшение экологических показателей при достаточно умеренных капитальных затратах на реконструкцию, применили при реконструкции, либо строительстве новых МСЗ энергоблоки газотурбинных (на природном газе) и паротурбинных установок. Комбинированные установки МСЗ-ПГУ повышают электрический КПД до 26-34 и решает проблемы с колебаниями суточного потребления электроэнергии. Ночью, когда потребление электроэнергии падает, ГТС отключается и электрический КПД опускается до 10-15%. Нестабильность выработки электроэнергии вследствие сезонных и суточных колебаний количества и качества ТБО, а также при остановках технологических линий затрудняет ее сбыт в электрические сети. Повышение надежности работы МСЗ с ПГУ гарантирует бесперерывную подачу тепла и электроэнергии в случае выхода из строя МСЗ и улучшение относительных экологических характеристик действующего МСЗ. В Японии протесты населения по строительству МСЗ рядом с жильем также проходят. Власти для успокоения населения предлагают льготные тарифы. Но исследования работников МСЗ на накопления диоксинов и металлов в волосах показало их превышение в 4-10 раз от норм. Чиновники осознали опасность для генетического здоровья нации от химических выбросов МСЗ и промышленности даже в отдаленной перспективе и имеют конкретные планы по экологическому оздоровлению территории своей страны Японии.

В странах ЕС и США, только в Швеции в связи с климатическими условиями и небольшим количеством населения получение энергии из отходов заняло 20% в комплексе выработки электроэнергии и тепловой энергии для отопления (Рис. 8,9) в связи с климатическими условиями и небольшим количеством населения. Соответственно и расходы на утилизации высокие и затраты домохозяйства по сортировке отходов занимают значительное время человека. В летние месяцы от 44% до 70% вырабатываемой тепловой энергии МСЗ в Швеции, Финляндии и других стран выпускается в атмосферу. Часть отходов складывается за лето для сжигания в отопительный период. На сжигание идет большое количество пластика.

Эффективная регенерация энергии

- 32 мусоросжигательных заводов в Швеции
- >20 % потребляемого количества теплоснабжения
- 15-20 % (вес) - остатков (выгар и зола)
- Выброс диоксина из регенерации энергии: 0.8 грам итоги

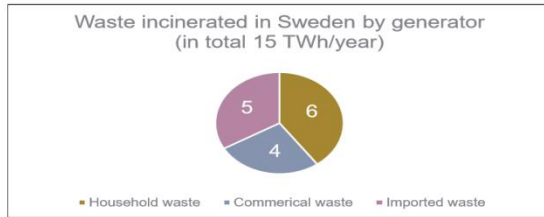


Рис.8 Отходы в энергию в Швеции.



Рис.9 Тепловой баланс МСЗ Швеции.

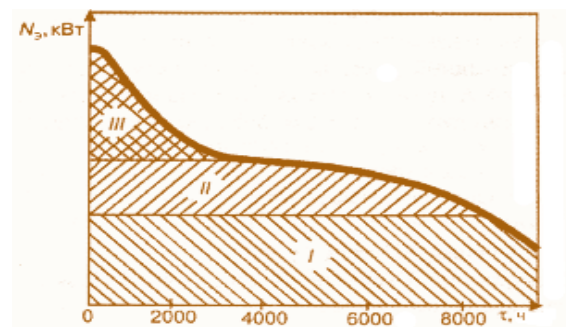


Рис.10 График годовой электрической нагрузки.

Надо также учитывать, что КПД выработки электроэнергии существенно снижается при уменьшении электрической нагрузки Рис. 10. I - базовая нагрузка; II – промежуточная; III – пиковая. При сжигании отходов нет гибкой возможности снижать нагрузки в таком объеме, так как главное предназначение МСЗ это сжигание отходов. В летний сезон нет необходимости в отоплении. Этот эффект наиболее существенен при применении газовых турбин, например, разгрузка парогазовой ТЭЦ может снизить ее электрический КПД почти в 2 раза. Стратегия всех развитых стран в энергетике и бережном использовании материальных ресурсов в промышленности и максимальным использованием вторичных ресурсов в направлении снижения углеродного следа определена и оформлены в Законах и планах развития.

В Энергетике главное как получить из химической энергии органических веществ максимально возможное количество тепловой энергии и использовать с минимальными потерями. **Россия не должна затрачивать финансовые ресурсы на неэффективную энергетику строительство МСЗ - отходы в электроэнергию (КПД 10- 22%) по цене полноценных ТЭС с КПД 50-52%.** Такие огромные затраты никогда не окупятся, а только загрязнят территории России вредными выбросами. Все МСЗ могут работать только на завышенных сборах денег с населения и бизнеса в карманы мусоросжигателей.

Энергетики кровно заинтересованы в применении дешевых твердых топлив для выработки энергии, в том числе и отходов, но их знания и опыт использования показывают, что сжигание на колосниковых решетках отходов, как топлива, дает максимум 10-21% КПД и огромные эксплуатационные затраты (40-60%) на очистку газов и шламов.

В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030-2035 г г.

экологически чистая генерация из твердого топлива будет развиваться внедрением:

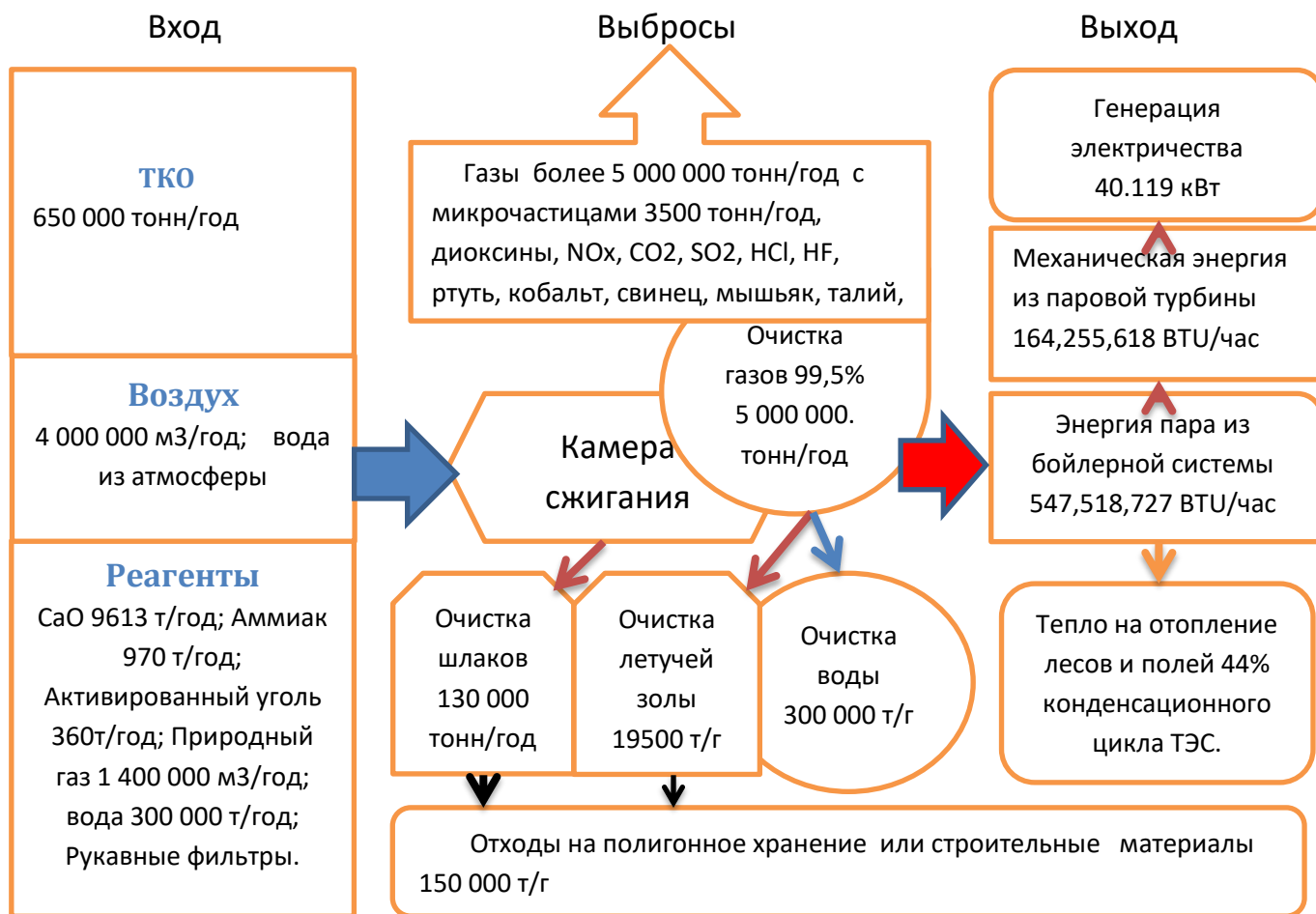
- Энергоблоки на супер критические параметры пара с коэффициентом полезного действия

(КПД) 46 – 55% ; Энергоблоки на сверхкритические параметры пара, оборудованные котлами с ЦКС; достигнуть средний КПД производства электроэнергии на установках, работающих с твердого топлива не менее 41%. При этом установки на любом твердом топливе должны быть экологически безопасными и не выбрасывать Углеродный след. МСЗ Hitachi с 3-х ступенчатой очисткой.

Доходы и расходы МСЗ.

Максимальное содержание вредных веществ в очищенных отработанных газах		
Вещества	Значения, мг/Нм ³ (с содержанием кислорода 11% в сухих отработанных газах)	
	Среднесуточные значения	Средние 0.5-часовые значения
Летучая зола и пыль	10	10
Соляная кислота (HCl)	10	10
Фтористоводородная кислота (HF)	1	2
Окислы азота (NO _x)	120	120
Двуокись серы (SO ₂)	50	50
Оксид углерода (CO)	50	100
Органические вещества (C _{org})	10	10
Диоксины и фураны	0.1 x 10 ⁻⁶	
Кадмий, таллий	0.05	
Ртуть	0.05	
Общее содержание свинца, кобальта, хрома, марганца, никеля, мышьяка, сурьмы, меди и ванадия	0.5	

Таблица 5 – Максимальное содержание вредных веществ в очищенных отработанных газах



Общая схема материального баланса МСЗ РТ- Инвест сжигания на колосниковых решетках.

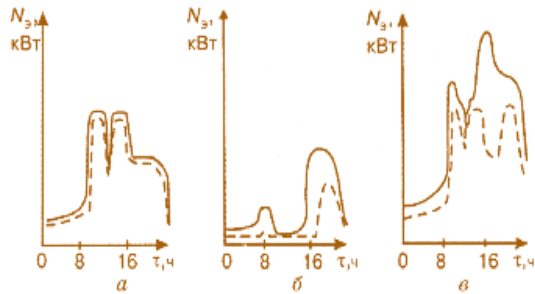


Рис.11 Суточные графики электрической нагрузки: а – промышленный; б – осветительно-бытовой; в – суммарный (– зима, - - - лето)

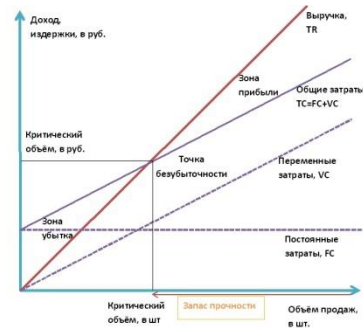


Рис.12 График расчета точки безубыточности

Максимальная возможная мощность МСЗ по выработке электроэнергии 40,119 кВт., при электрическом КПД -22 %. В связи с суточными колебаниями потребления электроэнергии (Рис. 11) невозможно будет использовать всю производимую мощность, но нельзя будет уменьшать количество сжигаемых отходов. Выработка электроэнергии из-за сезонных колебаний качества ТБО, а также от остановок технологических линий затрудняет ее сбыт в электрические сети и значительно снижает электрический КПД до 10-12%. Это понижает общую выработку электроэнергии на 20-40% от максимально возможной. Фактически, выработка электроэнергии будет составлять в среднем по году не более 30 000 кДж/ч.

Теоретически максимальный доход при работе МСЗ от продажи электричества по розничной цене – 39119×5 рублей = 195,595 рублей в час или 2460 рублей с тонной ТБО (это около \$35.2 долларов США, учитывая стоимость 1 кВт – 5 рубля и курс доллара – 70 рубль). Доход МСЗ от сортировки отходов в среднем \$3.2 с тонны ТБО. Так как капитальные затраты (CAPEX) значительны, то и проблемы оплаты процентов по кредиту будут весомой статьей. При кредите 4% на 15 лет TFC будет не менее 37 491 749 \$ USA. По показателям максимально возможный годовой доход от продажи электроэнергии составит 24 960 000 \$ США, это меньше себестоимости переработки (OPEX) TVC 25 680 347\$ США при AVC 39,5 \$ USA. Минимальный тариф на переработку отходов составит 57,5 USA. Сумма тарифа на переработку при максимальной выработке электроэнергии необходима, не менее 57,5 \$ США, что позволяет оплачивать проценты по кредитам и возвращать средства, затраченные на оборудование и строительство. В реальности с учетом выработки годового объема выработки электроэнергии не более 30 000 кВт/ч. для рентабельной утилизации отходов тариф составит не менее 71 \$ USA. Этот тариф на МСЗ с трехступенчатой очисткой выбросов. При сооружении современных очистных сооружений выбросов он поднимется на 15-20 \$ USA из-за капитальных затрат и расходов на очистку и составит 86-91 \$ USA.

Таблица расходов и доходов МСЗ от переработки 650 000 тонн ТБО:

Наименование Доходной Статьи	Доллары США
Сортировка материалов (вторсырье)	3.2
Продажа электричества с 1 тонны ТБО	35,2
Доход за электричество и вторсырье с 1 тонны ТБО	38,4
Доход от вторсырья и электроэнергии (\$/год)	\$ 24,960,000
Тариф на утилизацию отходов (\$/тонна)	\$57,5
Выручка (TR) с 1 тонны отходов (\$/тонна)	\$96,9



Операционные расходы

Расходы	Доллары США
Платежи за эксплуатацию и техобслуживание (\$/метрическую тонну отходов)	25.86
Затраты на эксплуатацию и техобслуживание (\$/год)	16,807,505
Стоимость переработки отходов	
Другие расходы (\$/год)	806,212
ИТОГО - Стоимость переработки отходов (\$/год)	17,613,717
Затраты на реагенты	
Использование гранулированной извести [кг извести (CaO - 90% хим. активной) на метр. тонну отходов]	14.79
Потребляемая гранул. известь (метрич. тонн/год)	9,613
Удельная стоимость гранул. извести (\$/метрич. тонну)	143
Стоимость гранул. извести (\$/год)	1,374,657
Использование аммиака (кг безводного аммиака на метрич. тонну отходов)	1.49
Удельная стоимость аммиака (\$/метрич. тонну)	957
Потребляемый аммиак (метрич. тонн/год)	970
Стоимость аммиака (\$/год)	928,486
Использование акт. угля (кг акт. угля на метрич. тонну отходов)	0.54
Удельная стоимость акт. угля (\$/метрич. тонну)	1,266
Потребляемый акт. уголь (метрич. тонн/год)	354
Стоимость акт. угля (\$/год)	447,911
ИТОГО - Затраты на реагенты (\$/год)	2,751,054
Коммунальные услуги	
Закупаемое электричество (киловатт-час/год)	(768,322)
Удельная стоимость закупаемого электричества (\$/киловатт-час)	0.053
Стоимость потребляемого электричества (\$/год)	(40,721)
Использование технологической воды (кг/метрич. тонну отходов)	
Использование технологической воды (кг/год)	361,844,555
Удельная стоимость технол. воды (\$/кг)	0.000439
Стоимость используемой технол. воды (\$/год)	158,695
Стоимость ежемесячного смягчения воды известью при эксплуатации завода (\$/год)	2,707
Стоимость используемого природного газа	
Использование природного газа (кубометров/год)	1,375,000
Удельная стоимость природного газа (\$/кубометр)	0.53
Стоимость потребляемого природного газа (\$/год)	728,750
ИТОГО - Коммунальные услуги (\$/год)	849,431
Затраты на удаление остаточных материалов	
Производство золошлаковых отходов исходя из материального баланса (метрич. тонн/год)	135,652
Утилизация золошлаковых отходов (\$/метр. тонну)	20.00
Стоимость утилизации золошлаковых отходов (\$/год)	2,713,038
Удаление летучей золы на полигон захоронения или утилизация в виде асфальта (метрич. тонн/год)	34,646
Удельная стоимость удаления летучей золы (\$/метр. тонну)	50.60
Стоимость удаления летучей золы (\$/год)	1,753,107
ИТОГО - Затраты на удаление остаточных материалов	4,466,144
ИТОГО - ОПЕХ (\$/год)	\$ 25,680,347
ИТОГО - ОПЕХ (\$/тонна)	\$39.5

Капитальные расходы

Оборудование	Доллары США
Камера сжигания, бойлер, система контроля за загрязнением воздуха	\$ 158,356,000
Система температурного контроля	\$ 29,500
Теплообменник, системы контроля/Генератор на 7 мегаватт	\$ 29,500,000
Краны по манипулированию отходами	\$ 3,540,000
Оборудование по измельчению негабаритных материалов	\$ 354,000
Контейнеры для хранения токсичных отходов	\$ 23,600
Система переработки золошлаковых отходов	\$ 5,498,800
Весовое помещение	\$ 1,416,000
Система водоочистки	\$ 5,900,000
Пуск оборудования Von Roll	\$ 9,676,000
Ввод завода в эксплуатацию	\$ 9,440,000
ИТОГО - Оборудование	\$ 223,733,900
Оценка стоимости строительства	
Здание опрокидной решетки	\$ 9,522,000
Здание с резервуаром хранения отходов	\$ 6,553,500
Административное здание	\$ 1,834,500
Здание утилизации материалов	\$ 3,127,500
Строительные работы на участке	\$ 5,927,001
Монтаж оборудования завода	\$ 32,923,000
<i>Подитог:</i>	\$ 59,887,501
Непредвиденные затраты - 10%	\$ 5,988,750
ИТОГО - Строительство	\$ 65,876,251
Инженерно-конструкторские услуги	\$ 30,000,000
ИТОГО - CAPEX	\$ 319,610,151

- Расчет генерации электричества основан на материально-энергетическом балансе от поставщика оборудования (Von Roll)
- OPEX расходы основаны на данных по эксплуатационным затратам на аналогичных заводах Англии, США, Японии, ЕС.

Группа инициаторов строительства МСЗ в России закладывают в доходы повышенные зеленые тарифы и проталкивают это в Правительстве и Государственной Думе. Оплачивать их благополучие долгие годы должно будет население и бизнес при том, что в большинстве областей РФ дефицита электроэнергии нет, а есть избыток мощностей электроэнергии.

Предлагаемый «Японский проект РТ-Инвеста» практически мало отличается от работы московского МСЗ №3. Вся декларируемая «новизна» не имеет реального преимущества как по КПД выработки электроэнергии, так и по затратам на эксплуатацию. Ни новые материалы топки, ни охлаждаемые решетки, ни надежда на панацею 2 секунд при температуре 850°C или 1250°C, ни труба 98 метров, ничего это не сделает электрический КПД ЗТО-РТ-Инвест более 10-22% и не уменьшит вредные выбросы и шлаки. ЗТО РТ-Инвест будет производить дорогую электроэнергию и вредные выбросы, и быть убыточным и надеется на то, что народ и бизнес согласится платить за это. Ни один частный инвестор не вложит в МСЗ даже один цент.

По строительству и работе МСЗ имеются 50 – 90 летние эксплуатационные данные, которые на практике подтвердили опасность и неэффективность сжигания все видов отходов подтвержденные подробными отчетами и решениями ЕС, Японии, США, Канады о вреде выбросов МСЗ на здоровье людей и окружающую природу. Сжигание нарушает все современные критерии и принципы преобразования отходов.

Критерий 1. - наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду, предусмотренными международными договорами Российской Федерации:

Предлагаемая 3-х ступенчатая очистка газов (Рис. 12) для ЗТО РТ-Инвест, не соответствуют применяемым системам очистки на МСЗ Японии и странах ЕС, США. Такая система не гарантирует от техногенной ситуации опасных выбросов при эксплуатации и обслуживании МСЗ.

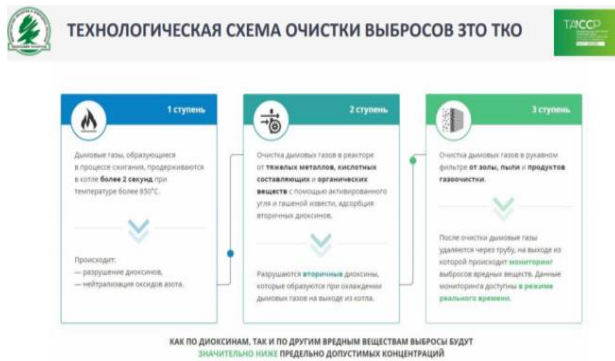


Рис.13. Схема очистки ЭТО КТ-Инвест

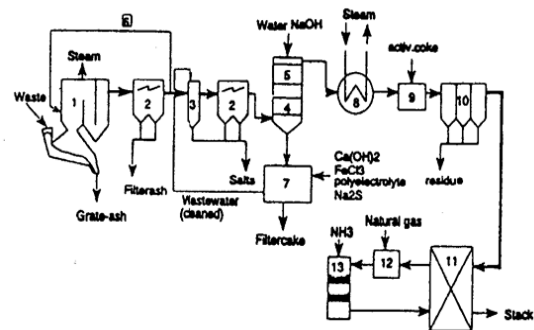


Рис.14. Схема очистки на МСЗ (Нидерланды).

Для понимания разницы между очистными сооружениями предлагаемыми РТ-Инвест (Рис.13) и действующими на современных МСЗ (Рис.14) не требуется специальное образование, что легко сравнить, но все равно будут опасные выбросы (Таб.5).

1. Топка и бойлер.
2. Электростатические фильтры.
3. Распылитель (выпаривание загрязненной воды).
4. Охлаждение и кислая промывка газов (скруббер) 1 стадия.
5. Щелочная промывка газов (скруббер) 2 стадия.
6. Рециркуляция отходящих газов.
7. Нейтрализация, флокуляция, осаждение.
8. Теплообменник.
9. Реактор с инжекцией активного угля (кокса).
10. Пылевые фильтры.
11. Регенеративный теплообменник.
12. Разогрев газов.
13. Реактор каталитического «дожигания» окислов азота и диоксинов.

ЗТО РТ-Инвест будет каждый год при сжигании 650 000 тонн ТКО:

- выбрасывать парниковые газы более 5 000 000 тонн загрязненных микропылью с опасными веществами вопреки подписанным РФ международным соглашениям.;
- высокая труба позволит выбрасывать вредные вещества в радиусе 35-50 км. в зависимости от силы ветра или опускать их на территорию завода при безветрии или дожде. Все это будет создавать накапливаемый вред и за 10-20 лет превратит многие участки земли в не пригодные для выращивания сельхозпродукции. У работников МСЗ Японии наличие диоксинов в волосах в 3-5 раз выше считающейся безопасной нормы:
- техногенное тепловое загрязнение – минимум 44% тепловой энергии полученной от сжигания ТКО будет выбрасываться в атмосферу;
- по данной технологии для выработки электроэнергии требуется огромное количество воды, которое не может быть обеспеченным без внешнего водоснабжения;
- на захоронения будет уходить более 150 000 тонн шлаков и летучей золы с опасными отходами;
- выбранные параметры котлов из-за больших суточных объемов переработки значительно затруднят поддержание требуемых температурных режимов и тем более 2 секунд при

температуре 1250°C без дополнительного плазменного факела, что вызовет дополнительное образование вредных веществ на очистку.

Критерий 2. - экономическая эффективность внедрения и эксплуатации; (таблица расходов и доходов)

- сжигание не относится к ресурса - и энергосберегающих методам преобразования отходов в электроэнергию, и в соответствии с иерархией относится к утилизации и не соответствует современным направлениям полного использования вторичного сырья;
- электрический КПД ЭТО не превысит 15-22% , (в связке с ГТУ и повышения t пара до 400-420°C электрический КПД будет не более 26 – 28 %) и в связи с колебаниями в сети будет еще ниже. Особенностью работы электрических станций в сети является то, что общее количество электрической энергии, вырабатываемой ими в каждый момент времени, должно полностью соответствовать потребляемой энергии. Основная часть электрических станций работает параллельно в объединенной энергетической системе, покрывая общую электрическую нагрузку системы, а ТЭЦ одновременно и тепловую нагрузку своего района.
- доходы МСЗ от выработки электроэнергии при переработке сортированного ТКО, не могут окупать расходы на обслуживание, даже при розничных тарифах с населения. Дорогие «Зеленые тарифы» нигде в мире не относятся к сжиганию отходов. Население не захочет платить за свое отравление вредными выбросами. Бизнес не будет покупать дорогую электроэнергию.
- вложенные инвестиции в МСЗ не могут окупиться и не окупаются.
- высокие температуры в топке это частый ремонт, простои и затраты.

Россия не должна затрачивать Государственные – народные финансовые ресурсы на неэффективную энергетику строительство МСЗ - отходы в электроэнергию (КПД 15-26%) по цене полноценных ТЭС с КПД 50-52%, а вкладывать в модернизацию существующих ТЭС и ТЭЦ для утилизации ТКО и других отходов. Нельзя Государству отставать в развитии водородной энергетики.

Альтернатива сжиганию отходов на колосниковых решетках.

Технологические процессы на базе методов газификации.

Эффективно использовать химическую энергию отходов позволяет свойство органических веществ, которое можно и нужно использовать для рециклинга. Все органические вещества при анаэробном сбраживании в биогаз и при нагревании без доступа кислорода при 400 – 950 градусов Цельсия пиролизом или газификацией превращаются в газы под общим названием синтез газ, вот это свойство дает возможность полностью использовать для превращения в необходимые продукты, более полно используя химическую энергию отходов.

Анаэробное сбраживание - это биохимический процесс получения газообразного топлива (биогаза) путем разложения (сбраживания) сырья в анаэробных условиях. Процесс используется для получения энергии тепловой, электрической энергии из сельскохозяйственных отходов и позволяет обеспечивать электроэнергией отдаленные районы.

Газификация. Принципиальным различием между сжиганием и газификацией является количество используемого кислорода и соответственно состав полученного газа. В процессе сжигания подводится избыток кислорода (в воздухе 8-10 тонн на 1 тонну отходов), необходимый для полного окисления углеводородных составляющих отходов и соответственно большие затраты на очистку газов и шлаков. В процессе газификации отходов подводится меньшее количество кислорода (0–50% по отношению к сжиганию) в зависимости от способа газификации и значительное уменьшение выбросов и шлаков.

Существует два типа процессов газификации: прямой и косвенный. При прямой газификации, также известной как автотермический, процесс происходит в одном реакторе,



где происходит экзотермическое окисление углерода, где для работы используется воздух или кислород в качестве окислителей. В этом случае тепло, необходимое для процесса, вырабатывается внутри реактора, поскольку реакции окисления обеспечивают энергию для поддержания высокой температуры процесса. В косвенном процессе, известном как аллотермический, газификация происходит с внешним источником энергии. Водяной пар используется в качестве наиболее распространенного газифицирующего агента; он образуется и увеличивает количество водорода в полученном газе путем риформинга.

Полученный газ состоит из монооксида углерода CO и водорода H₂. Около 70–85% теплотворной способности исходного углерода сохраняется в полученном синтез газе. Теплотворная способность получаемого газа (низкая - до 5 МДж / Нм³; средняя - от 5 до 10 МДж / Нм³; или высокая - от 10 до 40 МДж / Нм³) зависит от применяемого окислителя и объема азота в синтез газе. Во время процесса газификации существует дефицит кислорода, отходы подвергаются только частичному окислению для получения синтез газа, что не позволяет образовывать диоксины и фураны, и с последующим сжиганием в электроэнергию на ГТУ выделяется значительно меньше ПХДД и ПХДФ (100-1000 раз), уменьшает выбросы NO_x, SO₂ в 5-10 раз, чем при обычном сжигании ТБО.

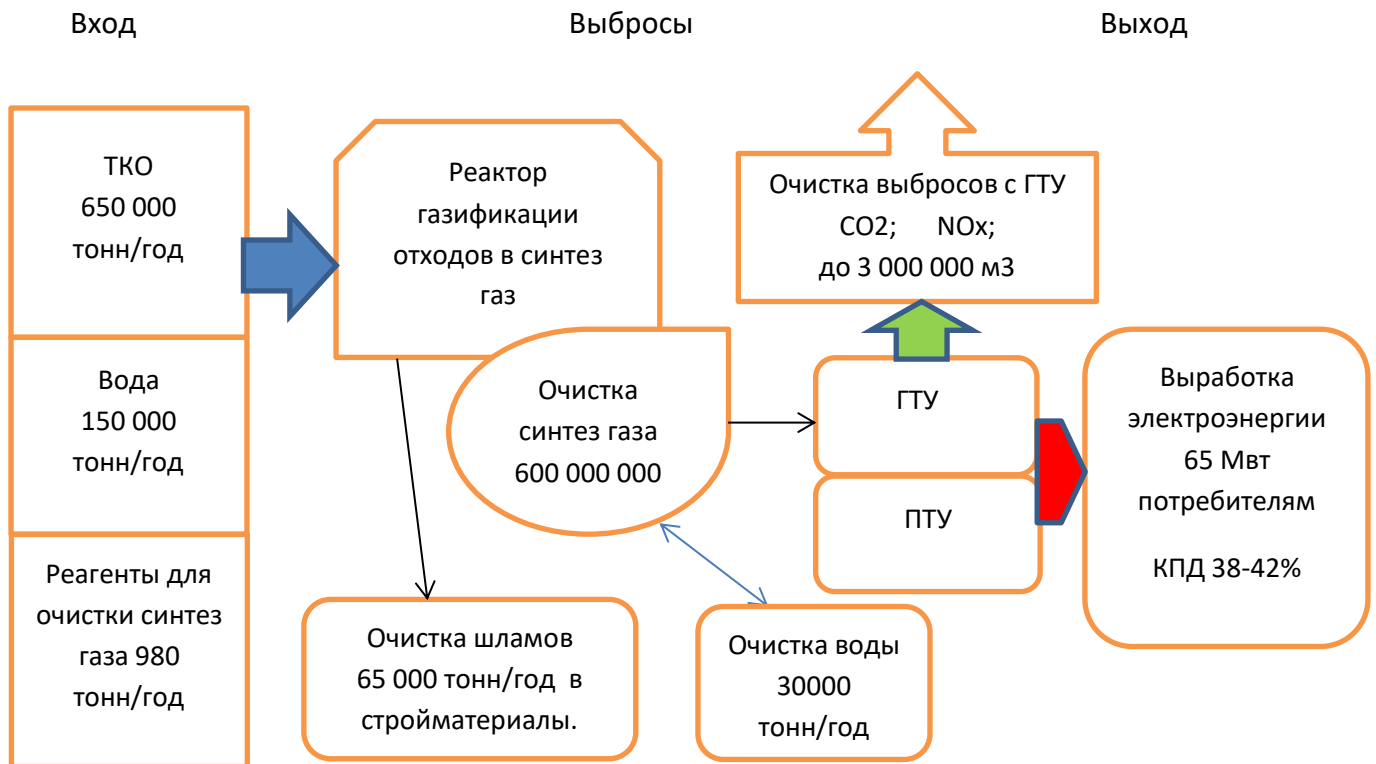
Пиролиз - процесс получения газообразного топлива путем нагревания углеродосодержащего сырья в отсутствие окислителя (без доступа кислорода) и в зависимости от применяемой температуры газификации и получения конечных видов продуктов используются температуры 400-600 °С (низкотемпературный) или 850-1100 °С (высокотемпературный). Наиболее выгодно для получения нужного состава синтез газа использовать технологический подход, представляющий собой двух стадийный пиролиз. Переработка отходов в два этапа: на низкотемпературном этапе при температуре до 700 °С (300 °С — 700 °С) токсичные компоненты максимально полно отделяют от инертных наполнителей. На высокотемпературном этапе при температуре свыше 1400-2000 °С, а при плазменном методе процесс проводят при температуре 2200...6500°С и более происходит полная деструкция соединений (в газовой фазе). При переработке твердых топлив в плазме водяного пара газообразные продукты состоят более чем на 95 % из CO и H₂, причем объемное содержание водорода выше содержания оксида углерода.

Основными преимуществами комбинированной (пиролиз + плазма) высокотемпературной газификации и плазмохимической газификации отходов по сравнению с их сжиганием являются:

- высокая температура и отсутствие азота в атмосфере реактора, обеспечивают уменьшение объема газов подаваемых на очистку;
- полную инертизацию (стеклование) шлака; При этом достигается существенное сокращение объема отходов (до 95 %), а получаемые твердые остатки содержат вредные компоненты в связанном, безопасном состоянии. Устойчивость этих остеклованных продуктов сохраняется сотни лет.
- низкое содержание загрязняющих примесей в синтез газе;
- возможность трансформировать синтез газ в энергию, используя высокоэффективные газовые ДВС и ГТС;
- широкий спектр химических продуктов, производство которых возможно с использованием синтез газа, в качестве сырья; отсутствие зольных и шлаковых вторичных отходов, требующих нейтрализации и захоронений.

Загрязняющие вещества, такие как хлор и сера, удаляются в процессе. Полученный синтез-газ очищается.

. Снижение объема газовых выбросов существенно уменьшает затраты систем газоочистки, приборов и средств экологического контроля загрязнения воздуха и соответствующему сокращению их стоимости. При этом достигается существенное сокращение объема отходов (до 95 %), а получаемые твердые остатки содержат вредные компоненты в связанном, безопасном состоянии. Устойчивость этих остеклованных продуктов сохраняется сотни лет.



Общая схема материального баланса газификации отходов для выработки электроэнергии.

Газификация отходов в синтез газ с последующей выработкой электроэнергии позволяет повысить электрический КПД до 38-42%, но не делает выработку электроэнергии конкурентно способной современным технологиям производства энергии из-за малых мощностей и удельных капитальных затрат. Установки переработки ТКО до 100 000 – 150 000 тонн в год выгодно ставить на территории существующих ТЭС, ТЭЦ, что позволит утилизировать не только ТКО, но и все отходы электростанций, включая зольные остатки от сжигания твердого топлива. Снизить капитальные затраты и выбросы за счет модернизации очистных сооружений. Экономить природного газа 1,5- 2 тысячи куб. метров на одну тонну газифицированных отходов. Основная цель таких решений эффективное использование химической энергии отходов ТКО окружающих территорий при их преобразовании в электрическую энергию.

Разработки по газификации отходов в мире и России.

Повышение эффективного КПД требует замены прямого сжигания и паросилового цикла более совершенными технологиями, включающими термическую газификацию. В связи с этим в США, Канаде, Финляндии, Австрии были построены газогенераторы различных типов для замены прямого сжигания в установках, работающих по паросиловым циклам. Были предложены и нашли поддержку интегрированные газификационные циклы (IGCC), являющиеся различными модификациями отечественного парогазового цикла с внутри цикловой газификацией. Основные задачи, возникающие при реализации такого цикла, связаны с очисткой генераторного газа и работоспособностью проточной части газовых турбин на продуктах сгорания генераторного газа. При этом становится целесообразным осуществление процесса генерации газа под давлением. Программы по реализации (IGCC) проводились в США (IGT), Финляндии (Tampella, VTT), Швеции (TPS). Такой цикл в диапазоне мощностей 50...150 МВт позволяет получить эффективный КПД, равный 45...50%, и

коэффициент использования топлива 90%. При этом выбросы в атмосферу на 20...50% ниже, чем при традиционных методах сжигания.

В России были проведены работы по использованию опыта металлургов и утилизации отходов при высоких температурах (1350 - 2000°C). В начале 1990-х годов были проведены исследования по использованию металлургических печей Ванюкова, в которых сжигание осуществляется при температуре 1350 °С в кипящем слое барботируемого шлакового расплава (образуется из загружаемых совместно с ТБО в печь золошлаковых отходов ТЭЦ); достигаемая температура обеспечивает разложение опасных органических соединений до простейших нейтральных.

В середине 1980-х — начале 1990-х годов Институт высоких температур АН разработал научные основы технологии высокотемпературной (2000 °С) термообработки ТБО в шахтных печах (по конструкции идентичны доменным печам), в которые непрерывно подается предварительно нагретый до 1000—1100 °С воздух (воздух подогревается в подгоревателях-кауперах, представляющих собой металлические футерованные емкости с керамическими элементами в виде шариков из диоксида циркония или алюминия).

В 2002-2004 гг. Московским институтом стали и сплавов (МИСИС) и Институт Металлургии УрО РАН (ИМЕТ) с академиком Леонтьевым Л.И. экспериментами и расчетами разработана универсальная технология переработки широкого класса отходов использование конструкций шахтных агрегатов типа доменных печей при температурах 1600°C и высоких скоростей газового потока (8-10 м/сек) что делает образование диоксинов, фуранов, окислов азота кинетически маловероятным даже при температурах ниже 1000°C.

Перспективным направлением является использование плазменных источников энергии в установках высокотемпературного обезвреживания различных отходов, содержащих в своем составе органические вещества (твердых коммунальных, промышленных и медицинских). С помощью плазменной технологии можно перерабатывать комплексные отходы, состоящие как из органических, так и неорганических компонентов, и производить в итоге стабильные, полностью безвредные конечные продукты. Плазменная технология, лишенная недостатков, присущих технологии сжигания, признана как передовая (экологически безопасная и рентабельная) и находится на стадии активного исследования и развития для крупнотоннажной переработки отходов. Следует отметить, что конкурентоспособность плазмохимических технологий переработки полимерных отходов в водород.

Установки подобного рода находятся на этапе промышленной эксплуатации в Японии, в менее широких масштабах (включая опытно-промышленную эксплуатацию) — в США, Канаде и ряде государств — членов ЕС. К числу основных зарубежных разработчиков плазменных систем переработки отходов, активно работающих на рынке прогрессивных экологических технологий, можно отнести компании Startech Environmental Corporation, Geoplasma, Recovered Energy, PyroGenesis, EnviroArc, Plasco Energy, MSE Technology Applications (США), Westinghouse Plasma Corporation, Plasma Environmental Technologies, Resorption Canada Limited (Канада), ScanArc/EnviroArc (Швеция, Норвегия).

В России:

- технология плазмохимического уничтожения ПХБ РНЦ «Прикладная химия»;
- мобильная опытно-промышленная плазменная установка «ТехЭкоПлазма»;
- плазменная шахтная установка «Плутон» МосНПО «Радон» для переработки твердых радиоактивных отходов;
- плазмохимический реактор с жидкометаллическими электродами МНЦТЭ (г. Новосибирск)
- камерная печь сжигания ОАО «НовосибирскНИИхиммаш» и Института теоретической и прикладной механики СО РАН .
- на основе длительного цикла научно-исследовательских работ, выполненных на установке «Плутон», была осуществлена разработка демонстрационного комплекса по переработке ТБО в Израиле с проектной нагрузкой 500 кг/ч, введенного в опытную эксплуатацию в

2007 году по контракту между РНЦ «Курчатовский институт» и израильской компанией EER (Environmental Energy Resources). Проектно-конструкторские работы были выполнены ООО «ВАМИ» (г. Санкт-Петербург) при участии ОАО «ВНИИАМ» и ОАО «НПО Техэнергохимпром».

- установка для плазмохимической переработки жидких органических и хлорорганических промышленных отходов, разработанную в Исследовательском центре им. В.М. Келдыша. В 2002 году она была изготовлена на базе установки АО НПО «Технолог» (г. Стерлитамак, Башкортостан). Эта установка рассчитана на переработку более 30 видов отходов, в том числе трихлорэтилена, метилхлорида, полихлорбифенилов, загрязнённого бензина, керосина, ацетона, толуола, бензола, отработанных эмульсий, смесей нефтепродуктов, лаков, красок и пр. В плазмохимическом реакторе отходы смешиваются с горячим воздухом и разлагаются с образованием нетоксичных веществ (диоксид углерода, водяной пар, хлористый водород и азот).

Получение продукции из синтез газа.

Развитие технологий преобразование отходов в синтез газ в промышленных масштабах сдерживалось высокой себестоимостью производства конечного продукта и отсутствием таких задач. За последние 15 лет появились конкретные разработки и построены действующие предприятия, позволяющие получать продукцию (Рис.) с конкурентной ценой. Тем более все развитые страны приняли конкретные Законы требующие преобразование отходов и взяли обязательства по снижению выбросов парниковых газов. Плазмохимические технологии позволяют преобразовывать в синтез газ любой вид органических соединений и нейтрализовать все вредных вещества из очищенного синтез газа.

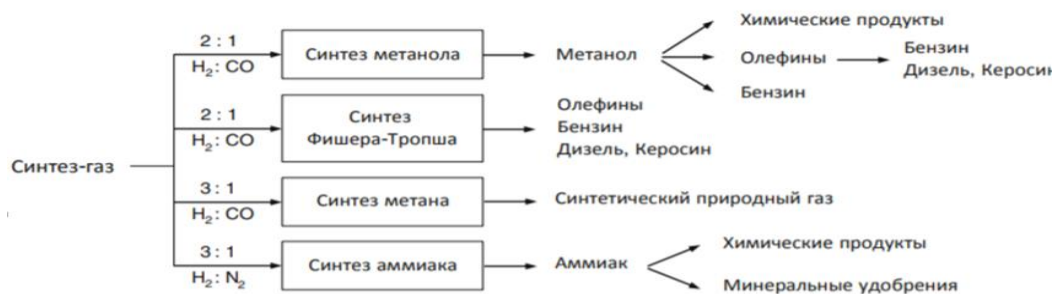
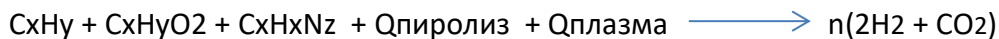
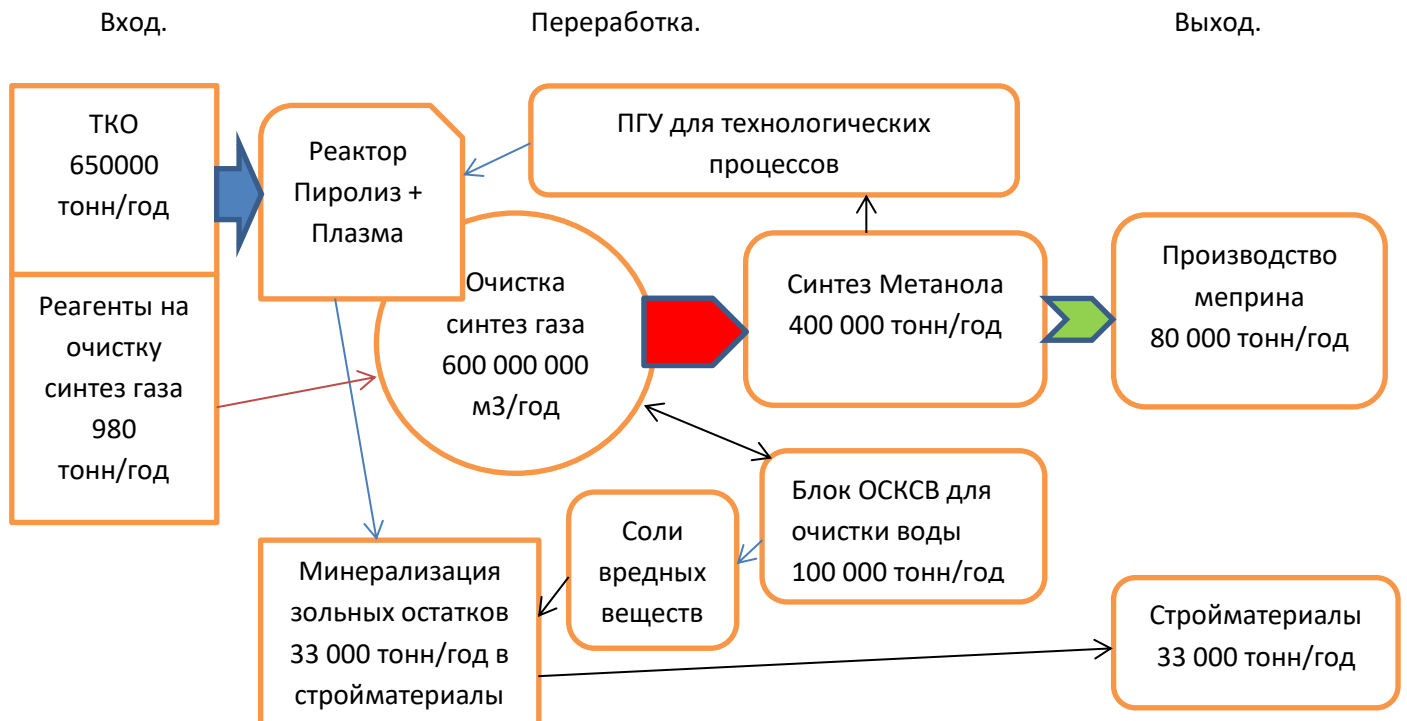


Рис. 14. Синтез продукции получаемой из синтез газа.

Универсальный комплекс переработки всех видов отходов без выбросов и захоронений.

Современные технологии позволяют построить заводы по преобразованию всех видов отходов 1-4 классов опасности: ТКО, медицинские отходы, иловые осадки, отходы птицеводства, животноводства, промышленные отходы, химические промышленные отходы, конвертерные и доменные газы металлургических предприятий без выбросов и захоронений, и получить высоколиквидные продукты, такие как метанол, экологическое синтетическое топливо, высококачественный *кормовой белок менприн* необходимый для птицеводства, животноводства, рыбоводства.

Преимущество комплексного применения технологий преобразования всех видов отходов, 1-4 класса опасности, заключается в возможности полностью использовать химическую энергию отходов и исключить вредные выбросы в атмосферу, сделать переработку замкнутого типа. Её универсальность позволяет использовать такой комплекс для переработки отходов не только ТКО, но и для отходов химической и металлургической промышленности. Перерабатывать все выбросы CO₂ и других газов в необходимый продукт.



Общая схема материального баланса комбинированного применения технологий.

Применение преобразования ТКО на универсальных комплексах не требует сортировки и в реактор пиролиза могут поступать и в спрессованном виде для удешевления транспортировки. Медицинские отходы при поступлении, упаковываются и в таком виде поступают на пиролиз. Отходы 1-2 класса опасности преобразуются в отдельном блоке в соответствии с нормами безопасности. Для жидких отходов имеются специальные воронки и оборудование. Все отходы производства перерабатываются в синтез газа.

Отходы проходят двухстадийную газификацию: пиролизом и низкотемпературной плазмой (Рис.15) преобразуются (95%) в синтез газа состава 2H₂ + CO, который идет на синтез метанола, этанола (Рис.16.) или синтез нефти с последующей выработкой необходимой продукции, кормового белка или синтетического дизельного топлива, авиационного топлива, бензина. Все газовые потоки закольцованы в контур и не допускают выбросов в атмосферу. На собственные технологические нужды и потери производства используется не более 15-25% химической энергии отходов в зависимости от конечного продукта из синтез газа. Комплексное применение технологий позволяет автономно обеспечивать свои технологические процессы *электроэнергией, оборотной водой, а низкой себестоимостью преобразования* позволит не повышать тарифы на утилизацию ТКО с населения.

4-ступенчатый термохимический процесс Enerkem:

- подготовка сырья
- газификация
- очистка и кондиционирование синтез-газа
- каталитический синтез

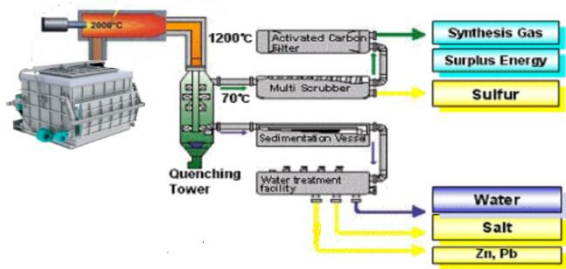


Рис.15.



Рис.16.



Рис.17

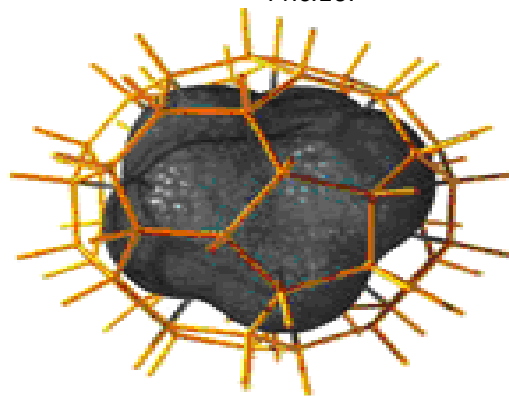


Рис.18.

Вся вода очищается системой окисления в сверхкритическом состоянии воды до 99,99% чистоты (Рис.17) и используется в замкнутом технологическом процессе. 5% зольных остатков поступают на минерализацию, которая образуют кристаллические решетки, изолирующие даже самые опасные и устойчивые токсины (диоксин, кадмий, свинец, хлор, агрессивные кислоты и т.д.). Минерализация превращает эти субстанции в безопасный, лишенный всякого запаха минеральный песок (CM-500™). (Рис.18)

В комплексе с закрытыми и активными полигонами хранения отходов ТКО (Рис.19), а так же зольных остатков ТЭС, металлургических и химических производств завод преобразования всех видов отходов обеспечивает возможность безопасно проводить полную рекультивацию территорий полигонов и их дальнейшее использование. (Рис.20).

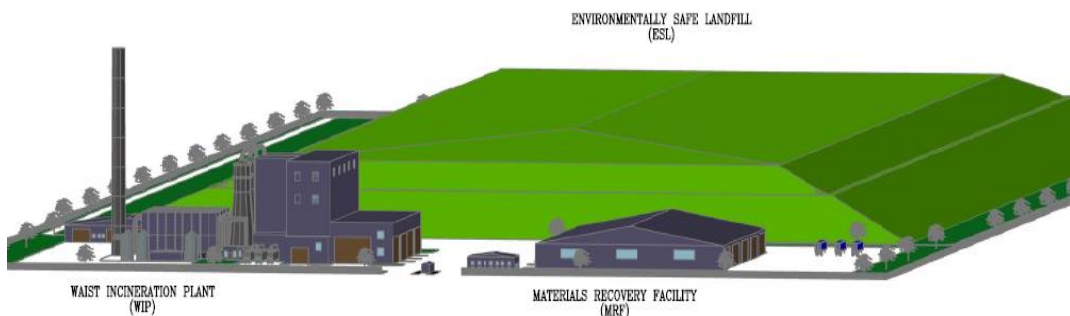


Рис.19. Завод для утилизации закрытых и активных полигонов.

До

После



Рис.20. Пример застройки рекультивированной территории полигона.

Применение «Универсального комплекса преобразования отходов» в химической и металлургической промышленности.

Блок преобразования отходов пиролизом и плазмохимической конверсией газов обеспечивает обезвреживание всех промышленных отходов металлургического производства (рис.), и химического производства, также ТКО, медицинских отходов, иловых осадков, нефтяных шламов, и доработку доменных, конвертерных, коксовых газов до нужного соотношения $2H_2 - CO$ для синтеза метанола, $N_2 - 3H_2$ для синтеза аммиака.



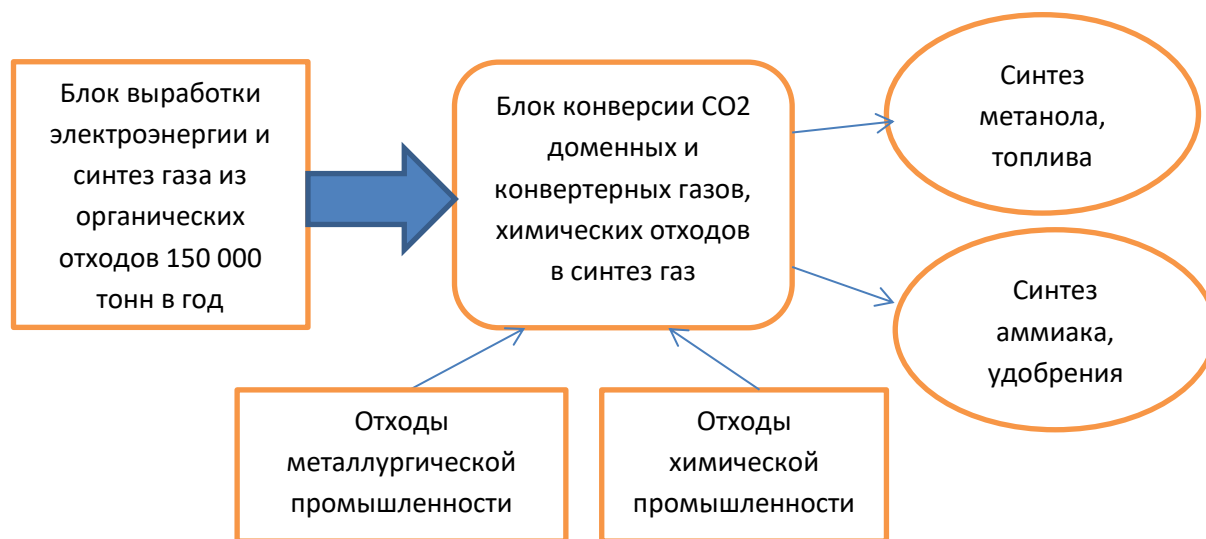
Данные технологии направлены на эффективное, рентабельное использование химической энергии CO_2 доменных, конвертерных, коксовых газов, выбрасываемых в атмосферу переработкой в жидкое топливо и удобрения, выработкой электроэнергии для металлургического производства из отходов, снижения потребления природного газа, что позволит снизить себестоимость продукции, получить дополнительную прибыль и сделать производство без вредных выбросов и захоронений, экологически безопасным.

Блок конверсии CO_2 доменных и конвертерных газов обеспечивает доработку доменных, конвертерных, коксовых газов до нужного соотношения $2H_2 - CO$ для синтеза метанола,

N₂ - 3H₂ для синтеза аммиака, а также при необходимости поставлять на выплавку металла CO и H₂.

Блок синтеза метанола и синтетического топлива обеспечивает переработку синтез газа в необходимую номенклатуры химические отходы в зависимости от потребностей такие, как экологические бензин, дизельное топливо, авиационное топливо, метанол.

Удобно осуществлять по ступенчатое внедрение предложения с утилизацией CO₂ и сопутствующих газов в объеме 2 000 000- 3 000 000 тонн в год из которого можно будет получать не менее 400 000 экологического топлива и 200 000 аммиачных удобрений.



Общая схема преобразования отходов.

Металлургическим и химическим экспортерам в ближайшие годы необходимо сертифицировать производства, технологии, продукцию на соответствие снижением выбросов парниковых газов для избегания финансовых потерь при экспорте.

В марте 2020 года была опубликована Дорожная карта «Carbon border adjustment mechanism» (СВА), согласно которой готовится новая программа введения платежей за трансграничные утечки углерода, с переносом финансовой нагрузки на экспортеров продукции с более углеродоемкими товарами. Это напрямую коснется не только крупнейших российских производителей, поставляющих свои товары на рынки Евросоюза, но и всей цепочки их поставщиков, что потребует глобального пересмотра не только внешней, но и внутренней экономической стратегии страны.

Заключение и рекомендации: История развития человечества учит - Частный и Государственный бизнес выполняет экологические мероприятия только по принуждению общества и Государства. Для этого нужны правильные Законы и жесткий контроль, и выполнение Конституции РФ.

Из Конституции 2020 Г. «Обязанности Правительства.

.5) осуществляет меры, направленные на создание благоприятных условий жизнедеятельности населения, снижение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, сохранение уникального природного и биологического многообразия страны, формирование в обществе ответственного отношения к животным;

е.б) создает условия для развития системы экологического образования граждан, воспитания экологической культуры;

в) обеспечивает проведение в Российской Федерации единой **социально ориентированной** государственной политики в области культуры, науки, образования, здравоохранения, социального обеспечения, **поддержки, укрепления и защиты семьи, сохранения традиционных семейных ценностей, а также в области охраны окружающей среды;**»



№	Сравнение Технологий утилизации ТКО-ТБО							
	Показатели	Полигон по СНиП	Компостирование, сортирование Биологическая газификация	Сжигание Hitachi	Сжигание Баку	Пиролиз термолиз Польша	Плазменная газификация Alter-NRG-Plasma	Газификация по проекту Tetra Tech, RHR
1	Мощность переработки тонн в год	500 000	500 000	650 000	500 000	240 000	550 000	650 000
2	Приблизительная занимаемая площадь в га.	От 20	От 20	7. - 12	6	4,5	5-6	10
3	Наличие выбросов в атмосферу	Загрязняет в радиусе 5-20 км	Загрязняет в радиусе 5 км.	Загрязняет в радиусе 5-50 км.	Загрязняет в радиусе 5-50 км.	нет	нет	нет
4	Остатки на захоронение	100%	20-25%	23-28%	23-28%	5%	5% в строй материалы	5% в строй материалы
5	Загрязнение почвы и подземных вод	Почвы и воды в радиусе 3-15 км	Компост навсегда загрязняет почву тяжелыми металлами	Остатки на полигоне загрязняют почву и воду	Остатки на полигоне загрязняют почву и воду.	нет	нет	нет
6	Дополнительный источник энергии для утилизации Газ, электроэнергия	электроэнергия	Газ, электроэнергия	Газ, электроэнергия	Газ, электроэнергия.	нет	нет	нет
7	Количество рабочих	От 30	от 50	100	100	80	53	70
8	Выпускаемая продукция для продажи	До 15% вторичное сырье, бумага, металл, пластик.	Компост до 50% от массы отходов Бумага, пластик, металл.	Электро-энергия 40,2 МВт/час	Электро-энергия 28 МВт/час	Электро-энергия 25 МВт/час	Электро-энергия 40МВт/час Синтез газ, метанол, топливо	Электро-энергия, Синтез газ, метанол, топливо, меприн.
9	Стоимость переработки руб/тонна.	1500- 2000	2500-4000	6000 -8000	6000 - 8000	2000-3000	800	700
10	Стоимость завода в тыс. ЕВРО	3-7 000	15 000 -	319 000	315 000	85 000	275 744	180 000
11	Окупаемость	нет	нет	От 15-20 лет или не окупается	От 15-20 лет или не окупается	6,4	5-7лет	3,7 года
Данные указаны по анализам специалистов экологов, инженеров, ученых, отчетам Государственных организаций.								

«Weste of energy» - «Отходы в энергию».

- Для преобразование ТКО в электроэнергию в России необходимо использовать процесс высокотемпературной газификации без доступа кислорода (пиролиз) в синтез газ в составе действующих электростанций. Оптимальная мощностью переработки 100 000-240 000 тонн ТКО в год позволит решить вопрос преобразования ТКО в энергию с наименьшими капитальными затратами и получать эклектический КПД 38-42%, а для ТЭС, ТЭЦ экономить природный газ. Учитывая капитальные затраты, для внедрения таких блоков, преобразования ТКО в электроэнергию энергетикам понадобятся финансовые дотации от Государства, но это дает возможность выполнить задачу по утилизации отходов значительно дешевле и эффективнее строительства МСЗ, а на угольных ТЭС, ТЭЦ утилизировать накопленные шламовые отходы и снизить выбросы.



- Плазменные реакторы эффективно преобразуют ТКО в синтез газ и такие блоки можно ставить в составе ТЭС, ТЭЦ. На отдельных плазменных заводах утилизации ТКО выгоднее перерабатывать полученный из ТКО синтез газ в метанол, синтез нефть, и другие продукты.
- Для нефтехимических и металлургических производств использовать «Универсальные блоки преобразования отходов» с комбинацией пиролиза, плазмохимических, ОСКСВ минерализации, которые позволят получать энергию ТКО и полностью перерабатывать все свои опасные производственные отходы, не развозя их по стране. Снизить выбросы парниковых газов, превратив их в товарную продукцию. Иначе через 2-4 года компании потеряют доходы при экспорте продукции.
- Развивать мощности переработки вторичного сырья из отходов и систему сбора качественного вторсырья, а не тратить финансовые средства на неэффективную и опасную для здоровья сортировку смешанных отходов.
- Ввести система контроля экологической безопасности населения, регулярный мониторинг состояния почвы, воды, и накопления в организмах животных и людей вредных химических загрязнений в России.
- Принимать Законы и подзаконные акты в интересах здоровья людей и чистоты Природы, а не конкретных финансовых групп.

Технический директор RHR

Жарков И.В.

ivzharkov@gmail.com +7 985 939 0873, +7 985 947 7108.

Данные по МСЗ использованы из опыта проектирование и строительства 6 МСЗ в США, Англии, Франции компанией Tetra Tech Inc., Hitachi, все нормативные и исследовательские документы стран ЕС, Японии, США, Канады, Бразилии за 1977 -2020 годы.

Использованы мнения по утилизации отходов из работ и статей:

А. Е. Коненко, Ю. В. Пластинина, А. В. Трушников, А.Ф. Малышевский, М. Харламовой, Кротова Ю.А., Юфит С.С., С.М. Гордышевский, члена-корреспондента РАЕН, доктора технических наук профессора И.М. Мазурина, академик РАН Леонтьев Л.И., академик РАЕН Бикбау М.Я.

ТРГ 9 Бернадинер И.М., Бернадинер М.Н., Боравская Т.В., Буряк А.К., Зрянин А.А., Кадыров О.Р., Мещеряков С.В., Остах С.В., Ощепкова А.З., Славин С.И., Сушкова А.В., Тимошин В.Н., Тугов А.Н., Янин Е.П.