

Альтернативные источники энергии. Отработанное масло

УДК 620.9. Обзор докладов, с комментариями

Кожевников В.А.



Обзор докладов серии «Анализ потенциала использования отработанных масел» составлен по материалам III Международной конференции «Альтернативные источники энергии для больших городов». Секция: Энергетика больших городов: новые технологии производства и использования энергии. Доклады представлены институтами ОАО «ВНИПИэнергопром» и МЭИ (ТУ).

Для экономики государств тема использования отработанных масел не новая: в России и США она обсуждается уже лет 60, в Японии и в странах Европы – более 80 лет, в странах Африки – 30 лет. Но глубина проблем в этом секторе экономики для нас, вероятно, бездонна. Поэтому анализ ситуации на каждом этапе развития технологий требует обмена опытом и сведениями, полученными в процессе новых научных исследований и технических достижений.

Первостепенной задачей исследования является разносторонний анализ потенциала использования отработанных масел для оценки возможной экономии топливных ресурсов страны.

Для оценки потенциала использования отработанных масел анализу подлежали только моторные масла по классу до 50SAE, к которым можно отнести автомобильные марки, промышленные, гидравлические масла и трансмиссионные жидкости. Но невольно, тема затрагивает практически все группы масел разного происхождения.

В России в 2004 году потребление смазочных масел приблизилось к 7,7 млн. весовых тонн – этот показатель оспаривался. По оценкам на 01.07.2008 г. объем ОМ в РФ превысил 8 млн. весовых тонн, это более 11 млн. тонн в у.т. Количественная оценка приведена весьма условно – статистики и учета ресурса в этом секторе экономики практически **НЕТ**.

Как известно, сфера применения различных масел широка.

А вот сфера применения отработанных масел ещё шире!

Для выполнения анализа допустим, что потери неизбежны и не весь объем масел подлежит учёту, и что в РФ объем ОМ к 2008 г. достиг 10 млн. тонн в год в условном топливе, что соответствует 70 млн. Гкал тепла. Причем, речь идет о топливе, которое наносит неопределимый вред окружающей среде и здоровью населения. Сопоставим этот объем с потерями тепловых ресурсов в системах теплоснабжения. Для сравнения, приведем результаты оценки тепловых потерь в системах теплоснабжения ЖКХ страны на 01.07.2007 года:

- реализуемый потенциал энергосбережения всей России на источниках ЖКХ оценён в 34,2 млн. тонн у.т. из фактических потерь топлива на котельных 51,3 млн. тонн у.т.;
- потери тепловой энергии в тепловых сетях коммунальных котельных РФ в 2006г. составили 120,3 млн. Гкал (или 17,2 млн. тонн у.т.). Из которых, энергосберегающий потенциал в тепловых сетях находится в пределах от 4,0 до 8,2 млн. тонн у.т.

Фактически, можно говорить о потенциале использования тепловой энергии ОМ замещаемом по величине потери тепла в тепловых сетях коммунальных систем теплоснабжения всей страны, выработанного котлами с КПД 80%.

Проведём следующую оценку:

Средневзвешенный тариф на тепло в РФ в период отопительного сезона с 2006г. на 2007г. составил 745,46 руб./Гкал (цифры без НДС). Оценим порядок затрат на примере покупного тепла в масштабах страны, что составит:

- на источниках (котельные) – **178,5 млрд. руб. в год,**

- в тепловых сетях – **42,8 млрд. руб. в год.**

В сумме потребители всех уровней оплатили примерно **221,3 млрд. руб.** за генерацию тепловых потерь на источниках и в тепловых сетях.

При средневзвешенной цене условного топлива в газе для внутреннего рынка страны на 01.07.2007 года 1210 руб. за тонну, экономия топлива за счёт использования отработанных масел, затраченного на генерацию тепловых потерь в коммунальных системах теплоснабжения страны, в газе может составить 21,0 млрд. руб. в год. Причём, возможное сокращение размера платы потребителями за тепловые потери составляет примерно **83,5 млрд. руб. в год**, т.е. **более 37,5%** от суммы трат, сопоставимых с долей затрат, компенсированных бюджетными дотациями разного уровня. Из которых, величина – **62,5 млрд. руб.**, сопоставимая с инвестиционной составляющей, почти вдвое превышает выпадающие доходы коммунальных предприятий теплоснабжения в РФ, покрывающие потери тепловых сетей в структуре тарифов на тепло.

Приведём сравнения систем централизованного теплоснабжения:

На ТЭЦ и ТЭС АО-Энерго вырабатывается в год порядка 1,5 млрд. Гкал тепла в год, но при этом вынужденные сбросы и потери тепла составляют до 40%, а в отдельных случаях и превышают 60%. На 01.07.2008г. в стране объёмы этих потерь по данным разных институтов оценивались от 500 до 600 млн. Гкал в год. Потенциал экономии ТЭР здесь очень высок и для его реализации требуются схемные решения. Для эффективной работы ТЭЦ (ТЭС) необходимо максимально использовать тепло этих источников. Чрезмерная, неоптимизированная, децентрализация систем теплоснабжения этих источников приводит к росту топливопотребления городов и регионов в немыслимых пропорциях (потери тепла на этих источниках увеличиваются в 2-3 раза!). Мнение автора по этой проблеме изложено в докладе «Энергоаудит систем теплоснабжения. О некоторых аспектах», опубликованном на портале «РОСТЕПЛО» (доклад на конференции не представляется).

Коммунальными котельными в РФ вырабатывается тепла примерно 1,3 млрд. Гкал в год, на выработку которого потребляется примерно 240 млн. тонн в условном топливе. Средневзвешенный Коэффициент полезного использования топлива на этих источниках теплоснабжения составляет 77,3% при средневзвешенном КПД котлоагрегатов выше 80% (в разнице понимаются затраты на собственные нужды). В аналогиях проводится сравнение с коммунальными системами теплоснабжения.

Современное оборудование малой тепловой мощности, приспособленное для отжига ОМ и нефтепродуктов, представляется экономичным для использования в автономных системах теплоснабжения, т.е. потребитель полностью или частично переводится на децентрализованную схему теплопотребления.

Преимущества таких локальных схем состоят в сокращении тепловых потерь в централизованных системах теплоснабжения, что можно оценить и в тепловой мощности:

- для централизованных схем теплоснабжения, запитанных на коммунальных котельных, экономия топливных ресурсов составит величину, пропорциональную высвобождению **20,6÷27,5 тыс. Гкал/час** установленной мощности котельных;
- для централизованных схем теплоснабжения, запитанных от ТЭЦ и ТЭС (АО-Энерго), экономия топливных ресурсов составит величину, пропорциональную высвобождению **более 27,5 тыс. Гкал/час** тепловой мощности ТЭЦ (ТЭС).

Чтобы утилизировать с пользой весь объём выработки ОМ, из расчета на 212 отопительных дней в году, потребуется примерно **14 тысяч Гкал/час** установленной тепловой мощности. Это примерно вдвое меньше, чем задействованная тепловая мощность систем централизованного теплоснабжения (27,5 тысяч Гкал/час).

Заметим, что сжигание ОМ и остаточных продуктов их повторного применения в качестве топлива представляется, как вынужденная или крайняя мера их уничтожения, и это необходимо

производить на поднадзорных и специализированных объектах, оснащённых системами очистки и подготовки топлива.

Среди широкого спектра применения теплогенераторов на отработанных маслах, были рассмотрены примеры эксплуатации малогабаритных отопительных котлов и воздухонагревателей, представлены данные технико-экономических расчётов, сведённые в таблицу оценки эффективности внедрения теплогенераторов на примере 16 городов и населённых пунктов страны (Рис. 1). Расчёты экономии топлива выполнены для систем централизованного теплоснабжения, а сам материал доклада констатирует факты, которые отражают их состояние.

Однако, следует указать, что оборудование такого класса как малогабаритные печи, тепловые пушки, воздухонагреватели и котлы малой мощности, имеет существенные конструктивные и технологические отличия, применение которого возможно в теплотехнических целях, но по ряду причин ограничено как для потребителя, так и для энергосистем в целом. Поэтому были рекомендованы пути технико-экономического анализа и меры, повышающие уровень безопасности и эффективность внедрения теплогенераторов для централизованных структур теплоснабжения, транспорта и промышленности.

Параллельно с этой работой в МЭИ проводились исследования процессов глубокой утилизации теплоты дымовых газов. Показано, что за счет использования теплоты конденсации содержащихся в них паров КПД котлов и промышленных теплоиспользующих установок может быть увеличен на 7÷8 %. Авторами предложены методы расчета конденсационных теплообменников и даны рекомендации по их эффективному использованию.

[Гаряев А.Б. Особенности применения конденсационных теплообменников для утилизации теплоты влажных газов. Труды 3 международной научно-практической конференции <Современные тепловые технологии> СЭТТ 2008 т. 2, С. 264-271].

Такие показатели характерны для котлового оборудования и теплогенераторов с эффектом «КПД выше 100%», с учётом потенциала высшей и полной теплоты сгорания топлива.

Справка

Исходный доклад «Анализ потенциала использования отработанных масел для нужд теплоснабжения», УДК 620.9, представляет собой НИОКР энергоаудита. Для выявления разносторонних мнений обывателя, лица науки, представителя власти, промышленника или коммерсанта, в 2008 году доклад был опубликован в печати.

В Интернете доклад был размещён с активными ссылками в электронных журналах и каталогах, на частных сайтах и порталах энергетической и экологической тематики. На ведущих провайдерах были размещены почтовые сборники с подключением 4-х информационных RSS-лент, инициированы и привлечены действующие форумы для обсуждения темы использования отработанных масел.

Таким образом, за полгода с февраля по август текущего года получено более 4500 откликов и сообщений. В их числе: более 50 сообщений о нарушениях требований законодательства о хранении и утилизации отходов, о несчастных случаях при регенерации, хранении и утилизации масел – 15 со смертельным исходом.

Участие в обсуждении темы приняло более двух тысяч человек, представляющих 190 промышленных предприятий, структуры ТЭК, морские грузовые порты, агрохозяйства, ОАО «РЖД», автозаводы, десятки автоклубов и гаражных кооперативов, 47 институтов и лабораторий, включая США и ЕЭС.

В РФ сегодня практически нет ограничений и механизмов контроля за установкой и эксплуатацией теплогенераторов отжига ОМ. Однако, «игры» с этим ресурсом и повальное увлечение граждан утилизацией опасных промышленных и бытовых отходов, могут посадить население страны на «иглу» самоуничтожения токсичными инъекциями.

При рассмотрении экологических аспектов использования теплогенераторов отжига отработанных масел, в качестве примера приведены данные, полученные в ходе эксперимента

Институтом проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова, РАН, г.Москва, из доклада «О выделении диоксинов и полициклических ароматических углеводородов при использовании отработанных автомобильных масел в качестве топлива отопительных систем индивидуального пользования».

Данные этого эксперимента подтверждались сведениями, полученными от институтов и лабораторий других организаций, выполненными на низкоэффективном оборудовании разных фирм-производителей, с применением разных моторных масел и технологий сжигания.

Результаты исследований свидетельствуют о величинах и составе выбросов, существенно отличающихся от сертификационных показателей исследуемых печей. Так, концентрации опасных выбросов, как оказалось, по некоторым веществам и группам **в ДЕСЯТКИ раз** превышают нормы, допустимые в странах производителей, по нормам единым в странах ЕЭС, тогда как, в нашей стране тематическая нормативная база не доработана.

В таблицах (Рис. 2, 3 и 4) приведены сведения о некоторых опасных соединениях диоксинов **ПХДД** и **ПХДФ**, **ПАУ** и ещё **42** химических элементов, образующих опасные соединения, встречающихся в выбросах и в осадках продуктов сжигания и переработки ОМ. Помимо выше указанного «букета», продукты сгорания содержат окислы серы, углерода и азота, известные как **SO_x**, **CO_x** и **NO_x**, а также осадок в виде сажи, золы и пыли, состав которых также разнообразен. Последнее время чаще встречаются соединения **фтора и фенолы**.

Однако, не все методы исследования позволяют обнаруживать весь состав выбросов продуктов сгорания. Сжигание отработанных масел – это один из перспективных, а иногда и единственный способ утилизации ОМ, даже для конечного продукта, прошедшего уже все циклы и этапы использования. Поэтому процессы их сжигания привлекают к себе особое внимание.

По мнению немецких коллег сертификационного центра DIN, в недавнем времени (2001г.) количество веществ, содержащихся в циклах переработки и утилизации отработанных масел, насчитывало **более 200 опасных соединений**, но самое главное то, что число их растёт из года в год, и этому есть объективное объяснение.

Например, **из известных 420 соединений диоксинов, в отработанных маслах встречается 13 только высоко токсичных соединений (ТХДД), лечение человека от интоксикации которых может продлиться более 10 лет и нет гарантии полного излечения.** Основные области поражения организма которыми являются: печень, почки, придаточная система, снижают иммунитет, способствуют развитию раковых заболеваний и диабета, поражают плод при беременности, оказывают и другое вредное воздействие.

Сегодня (2008г.) насчитывается более 1000 соединений и веществ, встречающихся при утилизации промышленных отходов. В отработанных маслах промышленного использования, например, помимо опасных соединений галогенов хлора, брома и фтора, фенолов, спектр цианистых соединений и соединений тяжёлых металлов более разнообразен в устойчивых формах.

О результатах (частные выводы):

1. Очевидно, что отжиг отработанных масел целесообразно производить на более технологичном оборудовании, обеспечивающем лучшие энергетические и экологические показатели.
2. Очевидно также, что методологии экспериментов и сертификационных испытаний дают разные результаты, и они должны совершенствоваться, а значит, должны быть пересмотрены классификаторы, методики и стандарты сертификации этой техники и технологий.

Об эволюционной опасности:

В анализе представлены сведения о заболеваниях и степени тяжести вреда воздействия самих масел, продуктов их переработки и утилизации, даны сравнения:

1 тонна масла технического применения, как и отходы растительного производства, несёт тяжёлые заболевания или смертельную опасность для 5-6 человек, т.е. примерно по 200 литров приходится

на 1 человека. Тогда, **8,0 млн. весовых тонн**, соответственно, способно погубить **44,5 млн. жизней**, т.е. потенциально каждый четвёртый человек в нашей стране подвержен опасности... Такое количество опасного продукта, вырабатываемого за год, подвергает опасности уничтожения или нанесения вреда здоровью жизням, сопоставимо с числом погибших во Второй Мировой войне... В тоже время, Россия способна сократить потребление моторных масел в 3 раза! – и это уже требование времени.

Из опроса общественного мнения и форумов:

В общих чертах, общение с представителями промышленных структур нашей страны и форумы граждан свидетельствуют о неверном представлении либо отсутствии информации об опасности масел и самой этой сферы деятельности человека.

В частном секторе только четвёртая часть отработки находит вторичное применение, перерабатывается или утилизируется каким-либо способом, а три четверти исчезает из поля зрения, но не бесследно...

В промышленном секторе наоборот, только четверть теряется, большей частью которой залиты железнодорожные пути, автомобильные трассы, сточные системы и природный бассейн.

Если уравнивать объёмы потребления масел частного и промышленного секторов, то получим, что опасный ресурс весом в **4,0 млн. тонн** выпал из экономики страны с нанесением материального, экологического и эволюционного ущерба.

Результативность использования другой части, тоже весом в **4,0 млн. тонн**, остаётся неоценённой, например, потому, как и сам факт переработки или вторичного использования ни о чём пока не свидетельствует (если нет статистики и учёта, не определены регламенты использования, механизмы контроля и управления, и т.д.).

Возврат в экономику накопленного десятилетиями потенциала отработанных масел, применение передовых технологий их использования и переработки, максимально полезная и безопасная утилизация которых в последствии, сохранят топливные ресурсы для потомков, снимут экологическое напряжение и принесут экономике нашей страны прямую выгоду, сектор которой необходимо реорганизовать.

О ценности ресурса ОМ и эффективности повторного использования:

На фоне экологической опасности ресурса ОМ, заметим, что для производства 1 литра нового высококачественно смазочного масла требуется 67,2 литров сырой нефти, или только 1,6 литра отработанного масла, т.е. **в 42 раза меньше сырья**. При регенерации отработанного масла используется только **треть энергии**, используемой при переработке сырой нефти в смазочное масло.

Потенциал экономии топливно-энергетических ресурсов, при повторном использовании отработанных масел, пропорционален снижению потребления сырой нефти на внутреннем рынке страны от **16 до 18 млн. весовых тонн ежегодно** (без учёта массы попутных газов и продуктов отделения), на добычу и транспортирование которых также требуется огромное количество первичного топлива, электроэнергии, мощности и других ресурсов – дополнительно «накладные расходы» ТЭР составляют от 20 до 30 % в нефтяном эквиваленте к объёму добытой нефти. В стабилизированной нефти, с калорийностью 9500 ккал/кг, экономию ТЭР можно оценить от **27,1 до 30,5 млн. тонн** в условном топливе, потенциал которой способен выработать **более 190 млн. Гкал** тепла и **более 120 млрд. кВтч** электроэнергии стоимостью 320÷340 млрд. руб. в ценах 2008 г. Этот путь в **4-6 раз** эффективнее для использования ресурса ОМ.

Цена вопроса: стоимость сэкономленной нефти примерно 200 млрд. руб.; стоимость ОМ – 100÷120 млрд. руб. (в качестве топлива). Оценка нашей расточительности уже **превышает 300 млрд. руб. в год**, только в стоимости сырья!

Таким образом, из-за неорганизованности оборота масел, пока наша страна несёт ежегодно колоссальные убытки, обличённые смертоносным и антропогенным вредом.

Об опыте и современных технологиях:

Среди проблем, поднятых докладом, дан краткий анализ применяемому оборудованию и регламентам использования отработанных масел. Приведены примеры отечественного и зарубежного опыта.

На примере опыта международного машиностроительного концерна изложена структура оборота масел (Рис. 5), позволяющая сократить их удельное потребление **в 4,5 раза**. Особое внимание уделено технологиям и приёмам систем качества (СМК), на путь которых стали страны Европы, Азии, Ближнего Востока и Африки для сокращения объёмов потребления нефти, что и легло в основу изменения конъюнктуры мировых рынков нефтепродуктов.

На мировой рынок уже выходят новые брэнды и высокие технологии. Для оборудования отжига отработанных масел представлены современные требования:

- оборудование должно иметь тепловой КПД не ниже 90%, (уже достижимы – 96÷98%);
- оборудование должно иметь температуру дымовых выбросов не выше 200°C, (уже достижимы – менее 150°C);
- оборудование может иметь выбросы вредных веществ в соответствии со стандартами ЕЭС (в России стандарты не доработаны, но достижима чистота утилизации 99,998% - для диоксинов ПХБ);
- оборудование должно подтвердить сертификационные и паспортные показатели в течение 72-часовых испытаний при сжигании смешанных в равных долях масел, на которые распространяется гарантия производителя (по техническим условиям это требование соответствует приёмочным испытаниям котлоагрегатов в РФ).

Выводы и предложения для этого сектора экономики изложены в докладах - они разносторонние и требуют серьёзного подхода на государственном уровне к решению накопленных проблем, задачи которых можно представить так:

- развитие техники и технологий переработки и утилизации ОМ,
- изменение методик и стандартов сертификации оборудования,
- доработка законодательной базы и создание инфраструктуры.

В процессе Анализа рассматривались аспекты применения ОМ в разных сферах и разные способы их утилизации. Приоритеты для использования отработанных масел расставлены следующим образом:

1 место – повторное использование отработанных масел по их назначению, в качестве масел, смазок, эмульсий и пр. масляных жидкостей;

2 место – использование отработанных масел в качестве сырья или компонентов для производства продукции иного назначения, если технология экономически оправдана, максимально полезна и безопасна;

3 место – утилизация, или уничтожение, отработанного масла как продукта вообще при условии максимально полезного экономически и безопасного, в широком смысле, применения процесса утилизации и его результатов.

***Отработанные масла – это далеко не дармовое сырьё,
а чрезвычайно ценный и опасный ресурс***

Приложение: Рис. 1, 2, 3, 4, 5.

С полным текстом докладов можно ознакомиться на сайтах:

<http://www.energsovet.ru>

http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2120

и в архивах блогов:

<http://cid-198768085bd4a15c.spaces.live.com/>

<http://groups.google.com/group/energomagazine/files>

Источники информации приведены в ссылках докладов на Интернет-ресурсы.

Рис. 1 – Оценка эффективности внедрения теплогенераторов на отработанных маслах

Город, населённый пункт	Компания	Установленная мощность, кВт, теплогенераторов		Тарифный план, руб. (без НДС)		Экономический эффект с учетом эксплуатационных затрат, тыс.руб. (без НДС)		Срок окупае мости (сезон отоп.)	Затраты топлива максим. т.у.т.	Потери топлива в системе центр- лиз.теплоснаб.		Экономия топлива для ЦТС, (минимум) т.у.т.	Рентабе льность тыс. руб./т.у.т.
		Возд. нагр-ли	Вод. котлы	Отопле- ние	ГВС	минимум	максимум			т.у.т.	%		
Москва	ТЦ "Карат"	118	102	856,68	62,96	538,06	708,26	1,46	101,60	14,53	12,51	116,13	4,63
	ЗАО "Евро-сток"	248	0	856,68		586,55	772,09	1,11	78,25	11,19	12,51	89,44	6,56
Химки МО	ТГ г.Химки	293	0	856,68		692,98	912,19	1,32	92,45	13,22	12,51	105,67	6,56
Санкт-Петерб.	ООО "Эксклюзив"	204	0	646,20		374,15	501,56	1,58	66,17	14,43	17,90	80,60	4,64
Новосибирск	ООО "Термотренд"	204	0	623,57		377,46	506,00	1,56	69,18	15,08	17,90	84,26	4,48
Сахалин	ООО "ПасификЛинк"	1122	0	1 141,42		3 882,66	5 780,15	0,84	388,76	401,78	50,82	790,54	4,91
Краснодар	ТЦ "Модус"	612	0	959,88		1 129,22	1 533,11	1,57	134,45	37,27	21,71	171,72	6,58
Екатеринбург	Отд.Свердлов.ЖД	584	0	452,71		784,48	1 064,27	1,81	198,04	54,17	21,48	252,21	3,11
Сыктывкар	ЗАО "ТТК"	0	408	787,70	74,81	1 107,74	1 596,96	1,40	293,56	198,69	40,36	492,25	2,25
Томск	ТГ г.Томска	0	408	642,29	44,88	853,61	1 182,72	1,81	283,93	109,88	27,90	393,81	2,17
Тольятти	ООО"Инком-центр"	438	102	615,95	46,01	918,18	1 249,40	1,58	199,73	57,60	22,38	257,33	3,57
Кемерово	КМПК	292	0	609,87		530,71	736,88	1,34	99,45	39,74	28,55	139,19	3,81
Чита	ИП "Карпов"	0	204	513,45	29,96	346,10	486,75	2,23	145,58	70,19	32,53	215,77	1,60
Сургут	Hally Burton	612	0	727,76		1 476,71	2 086,55	1,20	231,90	119,43	33,99	351,33	4,20
Ставрополь	ООО"АвтодомПлюс"	248	0	763,04		410,14	572,01	1,59	61,43	26,24	29,93	87,67	4,68
Магадан	Рудник "Кварцевый"	292	0	2 172,07		2 356,53	3 384,15	0,38	123,99	79,70	39,13	203,69	11,57
Самара	ООО "Эхоцентр"	292	0	615,95		471,03	640,94	1,51	87,40	25,21	22,38	112,60	4,18
ИТОГИ		5559	1224			16 836,32	23 688,54	1,19	2 655,85	1 288,36	32,66	3 944,21	4,27

Рис. 2 – Состав ПХДД и ПХДФ в газовых выбросах

Соединение	Малогабаритные печи (нг/м ³)				
№ пробы	1	2	3	4	5
Шифр	006	093	095	102	190
2,3,7,8-ТХДД	166,1	46,3	40,3	118,6	23,9
1,2,3,7,8-ПеХДД	327,8	961,7	87,6	750,7	207,2
1,2,3,4,7,8-ГкХДД	540,4	<20	148,4	105,3	254,1
1,2,3,6,7,8-ГкХДД	1429,3	5725,1	1564,4	235,9	766,1
1,2,3,7,8,9-ГкХДД	327,0	3354,3	1348,3	<20	745,6
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДД	5446,6	5373,3	6661,3	6315,5	4715,7
ОХДД	6079,1	6079,4	5929,4	10097,5	8755,3
2,3,7,8-ТХДФ	338,8	3294,9	<20	109,1	235,4
1,2,3,7,8-ПеХДФ	146,8	746,1	210,0	395,9	323,3
2,3,4,7,8-ПеХДФ	507,5	1150,5	320,9	698,4	288,8
1,2,3,4,7,8-ГкХДФ	2152,3	1160,1	2634,3	8775,2	754,3
1,2,3,6,7,8-ГкХДФ	682,3	10304,2	1387,5	4212,4	377,0
2,3,4,6,7,8-ГкХДФ	625,5	3663,7	529,1	1681,3	387,4
1,2,3,7,8,9-ГкХДФ	176,3	1181,9	196,7	1593,8	127,0
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДФ	1753,8	4156,0	4516,2	7648,8	1821,4
1,2,3,4,7,8,9-ГпХДФ	162,2	95,2	<50	347,1	272,8
ОХДФ	2503,2	1801,3	1802,4	1680,4	2963,8
Сумма др. ТХДД	510,7	926,8	709,4	157,9	<25
Сумма др. ПеХДД	2382,5	4919,8	1133,4	1700,1	1100,5
Сумма др. ГкХДД	9009,8	19777,8	5805,9	65091,2	2959,2
Сумма др. ГпХДД	2849,6	3386,1	4405,6	6315,5	3139,9
Сумма др. ТХДФ	308,6	6447,5	180,7	50,0	1087,4
Сумма др. ПеХДФ	3602,5	8794,8	3246,8	3681,4	1640,9
Сумма др. ГкХДФ	577,4	3176,0	1928,3	22358,4	<30
Сумма др. ГпХДФ	305,3	713,3	1383,1	1504,4	781,6
ДЭ	1442,0	4112,2	1155,4	3031,4	811,4

Рис. 3 – Состав ПАУ в газовых выбросах

Соединение	Малогабаритные печи (нг/м ³)				
	1	2	3	4	5
Фенантрен	4486,4	8750,0	11294,1	21193,0	-
Антрацен	1659,7	75,7	1097,2	1268,0	131,9
Флуорантен	15256,2	4231,0	7134,6	12476,0	109,2
Пирен	8973,3	1827,6	4656,6	7853,2	-
Бенз[а]антрацен	1127,2	199,2	565,4	957,4	89,1
Хризен	2198,3	283,1	889,5	1762,0	80,5
Бенз[б]флуорантен	679,4	108,0	356,7	450,8	55,1
Бенз[к]флуорантен	295,6	26,6	146,7	341,1	10,9
Бенз[а]пирен	81,0	27,7	67,5	91,9	-
Бензо[ghi]пирол	535,2	61,4	93,7	132,8	-
Индено[1,2,3-cd]пирен	805,6	-	-	-	-

Рис. 4 – Состав элементов, образующих опасные соединения

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ba	Be	Zr	Mn	Ti	V	Cr	Ni	Co	Pb	Cu	Zn	Sn	Mo
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Li	Y	Yb	La	Nb	Sr	Ga	Ag	As	Sb	Bi	W	Ta	Ge
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Tl	P	B	Fe	Mg	Ca	Na	K	Si	Al	Au	Hg	Sc	Ce

Рис. 5 – Базовая схема концерна

Входной контроль качества масел; новое масло поступает на склад (приём извне, отбраковка)					Контроль качества реагентов, присадок и других включений	
1	Турбогенераторы	Специфическое оборудование				
	Очистка, восстановление свойств, сортировка, складирование, возврат обратно к первоначальному использованию, отбраковка					
2	Другие турбины и стенды испытаний изделия	Компрессорное оборудование специального назначения	Холодильная и лабораторная техника		Трансформаторное оборудование	Отработка более низкого качества
	Очистка, восстановление свойств, сортировка, складирование, возврат обратно к первоначальному использованию, отбраковка					
3	Станки специальные, печи технологические и гидросистемы повышенных давлений	Компрессоры общепромышленного назначения	Другая холодильная техника и системы кондиционирования	Автомобильный транспорт		Отработка более низкого качества
	Очистка, восстановление свойств, сортировка, складирование, возврат обратно к первоначальному использованию, отбраковка					
	На этой же стадии осуществляется приём на переработку и утилизацию отработанных масел сторонних предприятий, сопровождается теми же процедурами входного контроля, очистки, восстановления, сортировки, складирования и отбраковки					
4	Другие станки, пресса и гидросистемы	Регенерация и рециклинг. Переработка в масла и смазки иного назначения. Выделение олифных масел и образующих красок, подготовка суспензий, растворов промывочных, охлаждающих, гальванических и пр.		Другой транспорт (ж/д, конвейерный, крановый и пр.)	Средства малой механизации, подъёмные и пр.	Сушильные камеры, установки прогрева и отопления (сжигание)
	Очистка, восстановление свойств, сортировка, складирование, возврат обратно к первоначальному использованию, отбраковка					
5	Котлы-утилизаторы и пароперегреватели (на технологические нужды, отопление и вентиляцию, ГВС)		Производство смазок, строительных компонентов	Производство печного топлива	Сдача на НПЗ и химзаводы	Сбор золы и сажи для строительных технологий
	На этой же стадии осуществляется реализация готовой продукции в виде масел, растворов, смазок, энергии, топлива, сажи и пр.					