

## **Анализ потенциала использования отработанных масел для нужд теплоснабжения, с примерами**

Захаров С.В., Кожевников В.А.<sup>1</sup>

Московский энергетический институт (технический университет)

<sup>1</sup>ОАО «ВНИПИэнергопром»

*Дата опубликования:* февраль, 2008 год

*Адрес почты:* [energomagazine@mail.ru](mailto:energomagazine@mail.ru)

*Сайты:* <http://www.cleanburn.ru/download/analiz.pdf>

[http://esco-ecosys.narod.ru/frames/contents\\_m.htm](http://esco-ecosys.narod.ru/frames/contents_m.htm)

### **Содержание**

Введение .....	2
Оценка рынка .....	4
Анализ ситуации .....	8
Обзор оборудования .....	16
Результаты экспериментов, анализа и расчётов .....	23



## Введение

Для большинства промышленных и транспортных предприятий тема утилизации отходов одна из острых и злободневных. Здесь мы будем говорить об утилизации отработанных двигательных масел (гидравлические, моторные масла до 50SAE и трансмиссионные жидкости), далее по тексту *ОтМ*. По совокупности свойств к ним отнесём некондиционные дизтоплива и растительные масла.

Утилизация топливных отходов для большинства предприятий – это проблема, дорогая в финансировании содержания пунктов сбора, хранения, транспортировании, переработки и отжига. После упразднения энергонадзорных структур ситуация усугубилась в связи с утратой единого контроля за эксплуатацией оборудования и за использованием топлив и топливных отходов на объектах. Частично эти функции взяли на себя разные ведомства, но, как в России водится, «а воз и ныне там».

Незначительная часть ОтМ сжигается в мало приспособленных котельных и печах, а большая часть ОтМ сливается в водоемы и в канализацию, на почву и, даже, распыляется в атмосфере, чем наносится неоценимый экологический ущерб. Только десятая часть ОтМ потребляется химическим производством, например, для изготовления солидолов и второсортных масел, которые уже малоприменимы в технике и также подлежат утилизации.

Однако, ОтМ – это вид высококалорийного топлива и такой ресурс целесообразно максимально использовать на местах в теплоэнергетических целях, тем более что современные технологии позволяют эффективно и экологически чисто его сжигать. В наше время нет технических проблем в сжигании топлив: технологии позволяют сжечь всё, что горит и трудно поддаётся горению. С другой стороны проблемы, мы рассмотрим вопрос о том, как эффективно мы сжигаем эти виды топлива и насколько полезно мы используем этот ресурс и тепло, полученное от его сжигания. Этот материал для тех, кто умеет считать деньги и решать реальные проблемы.

## Справка 1

По оценкам специалистов США ежегодное потребление только моторных масел в мире превышает 42 млн. весовых тонн, т.е. примерно 60 млн. тонн в условном топливе. Из них только четвертая часть (10-12 млн. весовых тонн) используется повторно, перерабатывается или сжигается. Причём, выработанные масла, что мы определяем как ОтМ, имеют калорийность выше угля, дизельных и мазутных топлив и превышают 10000 ккал/кг, что представляет высокую топливно-энергетическую ценность: при отжиге 3,4 кг автомасла выделяется 34,6 ккал тепла. Для сравнения:

- дизельное топливо имеет калорийность 33500-34000 кДж/литр,
- растительные и отработанные масла – 33500-35000 кДж/литр.

В тоже время, 1 (один) литр отработанного масла, рассеянного в почве, делает непригодным для питья от 100 до 1000 тонн грунтовых вод, что представляет серьёзную опасность. Более 40% поверхности водных путей в мире, по оценкам экологов, загрязнено и покрыто пленкой использованных моторных масел. Опасность масел не только в их ядовитых свойствах, но и в способности создания благоприятной среды для ускоренного размножения опасных бактерий.

В России в 2004 году потребление смазочных масел приблизилось к 7,7 млн. весовых тонн, при этом собрано только 1,7 млн. тонн, а регенерировано из них примерно 15% (255 тыс. тонн), что составляет 3,3% от их общего потребления.



## Оценка рынка

Анализ сведений информационно-аналитических и энергетических порталов marketing.vc, energospace.ru и neftegaz.ru, электронной площадки NGE.RU, данных специализированных институтов «ГИПРОНИИГАЗ» и «ВНИИ по переработке нефти» и Госкомстата РФ показывает: объём ОтМ в России достиг 10 млн. тонн в год в условном топливе, что соответствует 70 млн. Гкал тепла (81,4 млрд. кВтч). Только в Москве за год скапливается до 150 тыс. весовых тонн отработанных автомобильных масел. С развитием экономики страны, к 2010 году этот объём масел увеличится примерно 1,5 раза (в развивающихся мегаполисах – не менее чем в 2 раза), причем речь идет о топливе, которое не только неэффективно используется, но и наносит вред окружающей среде.

Для сравнения приведем результаты оценки тепловых потерь в системах теплоснабжения ЖКХ страны из опубликованной на сайте РОСТЕПЛО «Стратегии повышения энергоэффективности в РФ», выполненной ОАО «ВНИПИЭнергопром» (г.Москва) по данным Госкомстата РФ на 01.07.2007 года:

- реализуемый потенциал энергосбережения всей России на источниках ЖКХ (котельные) оценён в 34,2 млн. тонн у.т. из фактических потерь топлива на котельных 51,3 млн. тонн у.т. (без учета электрической составляющей);
- потери тепловой энергии в тепловых сетях коммунальных котельных РФ в 2006г. составили 120,3 млн. Гкал (или 17,2 млн. тонн у.т.). Абсолютное значение величины энергосберегающего потенциала в тепловых сетях РФ находится в интервале от 28,0 млн. Гкал до 57,4 млн. Гкал (в пределах 4,0÷8,2 млн. тонн у.т.).

Сравним тарифы на тепло из того же источника информации: один из наибольших 4403,18 руб./Гкал в Корякском автономном округе, один из наименьших 452,71 руб./Гкал в Свердловской области. Средневзвешенный тариф на тепло в Российской Федерации в период отопительного сезона с 2006г. на 2007г. составил 745,46 руб./Гкал (здесь и далее тарифы приведены без НДС).

Оценим порядок потерь от нашей финансовой бесхозяйственности 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 оплатили примерно 221,3 млрд. руб. за генерацию тепловых потерь на источниках и в тепловых сетях (включая дотации государства и траты бюджетов администраций регионов).

На фоне выше изложенного, оценим потенциал востребованной тепловой мощности и величину экономии тепловой энергии при использовании автономных источников, отжигающих годовой объём выработки ОтМ (10 млн. тонн у.т.) в децентрализованных схемах теплоснабжения.

Для того, чтобы утилизировать с пользой такой немалый объём ОтМ, из расчета на 212 отопительных дней в году, потребуется не менее 13758 Гкал/час установленной тепловой мощности. Современное специализированное оборудование, приспособленное для отжига ОтМ, представляется наиболее экономичным и выгодным для использования в автономных системах теплоснабжения, т.е. потребитель полностью или частично переводится на децентрализованную схему теплоснабжения. Преимущества в использовании таких индивидуальных схем состоят в сокращении тепловых потерь в централизованных тепловых сетях и в снижении объёмов топливопотребления на источниках генерации, что можно оценить в масштабах страны:

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

При средневзвешенной цене условного топлива в газе для внутреннего рынка страны на 01.07.2007 года 1210 руб. за тонну, экономия топлива, затраченного на генерацию тепловых потерь в коммунальных системах теплоснабжения страны, может достигнуть 21,0 млрд. руб. в год. Причём, сокращение размера платы потребителями за тепловые потери составляет примерно 83,5 млрд. руб. в год, т.е. более 37,5% от суммы трат, рассчитанных выше, и 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.

*Фактически, мы говорим о потенциале использования тепловой энергии ОтМ сравнимом по величине с потерями тепла в тепловых сетях коммунальных систем теплоснабжения всей страны, и составляющем примерно 112,0 млн. Гкал в отпуске тепла в год, выработанного котлами с КПД 80%.*

Препятствия, возникающие в этой сфере деятельности, должны быть урегулированы цивилизованными методами с выгодой и для хозяйствующих субъектов, и для государства в целом. Заключаются они в следующем:

- несовершенство технических (и экологических) стандартов и нормативно-правовой базы;
- недостаточность (или незнание) механизмов привлечения финансирования на модернизацию энергетического хозяйства;
- отсутствие надлежащего надзора и контроля за рынком использования топливных отходов.

Сектора, заинтересованные в разрешении проблем и урегулировании отношений на предмет использования жидко-топливных отходов: промышленность, авиация, транспорт (например, портовые объекты, где потери в тепловых сетях из-за протяжённости достигают 80%), вооруженные силы, аграрный сектор, предприятия ЖКХ и ТЭК, не говоря уже об объектах находящихся в природоохранных зонах.

Следует отметить, что наряду с применяемостью теплогенераторов на ОтМ для нужд теплоснабжения, растет их потребность и в промышленных целях, например, для сушки и подогрева материалов. Наряду с отработанными маслами в мире уже широко используются рапсовые (растительные) масла, пример тому опыт Германии или технологии Японии для выработки не только тепла, но и электроэнергии.

Кому это выгодно в первую очередь: потребителям тепловой энергии, имеющим собственные ОтМ, а также государственным и местным структурам управления и администрациям в вопросах теплоснабжения и улучшения экологической обстановки. При взвешенном распределении бюджетов, структурировании тарифов и формировании инвестиционных проектов децентрализации систем теплоснабжения с выделением потребителей, внедряющих источники на отжиге ОтМ, становится экономически выгодным мероприятием и для структур ЖКХ и ТЭК, чьи выпадающие доходы с лихвой компенсируются сокращением статей затратных мероприятий.





## Анализ ситуации

Анализ, подтверждённый энергоаудиторскими обследованиями, современного технического состояния источников тепловой энергии энергетических и промышленных предприятий, аграрного сектора и транспорта, систем теплоснабжения городов и населенных пунктов России, выполненными специалистами Московского энергетического института (технический университет) и ОАО «ВНИПИэнергопром», позволяет сделать следующие выводы.

1) В предприятиях ЖКХ доля жидко-топливных котельных мощностей в десятки раз ниже по сравнению с предприятиями ТЭК и промышленности. Следует отметить, что котельные установки, предназначенные для отжига дизельного и мазутного топлива, отличны технологически от установок отжига ОтМ. Этот факт игнорируется: эффективность отжига ОтМ в котлах, предназначенных для дизельного и мазутного топлива, крайне низкая. По установившейся традиции многие промышленные и транспортные предприятия свозят топливные отходы для переработки на нефтехимические предприятия или на отжиг ТЭЦ, концентрация выбросов которых отягощает экологию. Причем, подавляющее большинство предприятий платит деньги за утилизацию ОтМ, сдавая при этом ценный топливный ресурс, либо едва окупает только транспортные расходы, что крайне невыгодно им самим и приводит к сокрытию фактического объема жидко-топливных отходов.

2) Тепловая мощность источников АО-Энерго обычно существенно выше присоединённой нагрузки. Очевидно, что перевод нагрузки муниципальных и ведомственных котельных на теплоснабжение от предприятий АО-Энерго мог бы способствовать снижению расхода топлива в системе и снижению тарифа на тепловую энергию. К схожему результату привёл бы перевод менее экономичных источников в режим пиковых, а более экономичных источников – в режим базовых. Однако, в настоящее время неэкономичные муниципальные и ведомственные котельные, как правило, являются основными источниками в изолированных



системах теплоснабжения. Их тепловые сети обычно не связаны с тепловыми сетями предприятий АО-Энерго. В тоже время, источники на утилизации ОтМ несут в себе автономный характер, не требующие подключения к сетям систем теплоснабжения и предназначены в основном для производственных потребителей, сокращают тем самым потери в централизованных сетях. Что вполне вписывается в генеральные стратегии развития систем теплоснабжения секторов ЖКХ и ТЭК, посредством отсечки конечных потребителей или ограничения в передаче тепла и горячей воды в зачёт собственной генерации (перевод на децентрализованное теплоснабжение полное или частичное), особенно в промзонах.

3) Анализ методов формирования тарифов предприятий ЖКХ и ТЭК в большинстве своем позволяет сказать, что в структуре тарифов практически не рассматриваются базовые потенциалы тарифных моделей на потребляемые ресурсы, т.к. построены на обобщенных показателях удельного топливопотребления. Это касается электроэнергии и топлива, что в свою очередь перекладывается на тепловые тарифы. В тоже время, их структуры позволяют выделять средства в форме льготных или индивидуальных тарифов при внедрении энергосберегающих мероприятий, снижающих потребление топлива на источниках генерации энергоресурсов из доли выпадающих доходов (прибыли) и доли участия города (бюджетные дотации). В последних, в свою очередь, упущено наличие собственных топливных ресурсов, в т.ч. ОтМ, хотя часто вложенный в содержание централизованных систем теплоснабжения 1 рубль окупается только на 7÷8 копеек.

Есть и другие составляющие, что позволяет развивать налоговые и акцизные преференции, моделировать схемы консолидированного финансирования, в чем потребители чаще не имеют четкого представления. Например, бизнес-планы промышленных предприятий или ТЭО проектов внедрения теплогенераторов на ОтМ содержат оценку эффективности, построенную на разнице тарифов за потребленные энергоресурсы в виде покупного тепла, электроэнергии или газа. При этом упускаются из виду расходы на утилизацию ОтМ, платы за выбросы и стоки, расходы на содержание очистных систем и прочистку канализации, затраты на

содержание персонала, амортизационные начисления в собственных бухгалтерских балансах, расходы на содержание, резервирование и реконструкцию тепловых сетей, насосных станций, тепловых пунктов и источников, расходы на содержание транспорта и перевозку отходов, и много иных статей, из которых формируются источники финансирования, и, как следствие, сами финансовые схемы и механизмы зачета средств, позволяющие сократить сроки окупаемости внедрения теплогенераторов от 2 лет (или более) до 1 года (или менее).

Помимо собственных источников финансирования, следовало бы прорабатывать аспекты, способные повысить эффективность внедрения оборудования, включающие энергосберегающие меры, повышение качества эксплуатации оборудования и используемого топлива, оптимизацию теплообмена в помещении (или тепломассообмена в технологическом процессе) или схемы подключения, экологическую оценку пунктов сбора и хранения ОтМ, и пр. В зависимости от формы собственности и структуры предприятия, назначения оборудования и места расположения потребителя, могут быть применимы и административные методы, повышающие рентабельность внедрения теплогенераторов на ОтМ и схемы децентрализации теплоснабжения (аналогична децентрализация теплоснабжения, частичная или полная, для промышленных и транспортных предприятий). Существуют и действуют профессиональные схемы привлечения финансирования в виде экологических фондов, тарифных регуляторов, киотских механизмов, лизинговых, др. энергосервисных и локальных схем.

*Большинство описанных выше приёмов, конечно, могут быть реализованы с участием квалифицированных энергоаудиторов, но это не исключает административно-правового урегулирования проблем на местах. Например, при разработке схем развития систем теплоснабжения силами специализированных организаций. Однако, это мероприятие, проводившееся ещё 20-25 лет назад, наравне с комплексным энергоаудитом систем теплоснабжения, сейчас не практикуется за отсутствием государственного заказчика и средств на их осуществление.*

4) Модернизация парка энергетических котлов АО-Энерго для утилизации ОтМ практически не производится из-за незначительной доли производительности в общем объеме генерируемой тепловой энергии ТЭЦ (ТЭС), сам парк морально и технически устарел, его КПД составляет 50÷60%. Потери тепловых ресурсов в сетях не редко, к сожалению, превышают 50%. Причем, коэффициент полезного использования топлива в централизованных системах теплоснабжения, в схеме источник-потребитель, в среднем по стране не выше КПД паровоза.



*Цифры для среднестатистического города России*

На сегодняшний день в России осваивается в год специального отопительного оборудования для отжига ОтМ не более 140 Гкал/час тепловой мощности, из которых производится у нас и ввозится в страну не более тысячи единиц специальной техники мощностью до 0,3 Гкал/час. Единичные поставщики и производители могут предоставить оборудование тепловой мощностью порядка 1,0 Гкал/час и выше. С такими темпами освоения передовых технологий утилизации ОтМ мы будем ещё лет 100 загрязнять окружающую среду, губить здоровье поколений и всё живое вокруг, при этом, закапывая в землю (загрязняя атмосферу, сливая в водоёмы и в канализацию) десятки миллиардов рублей ежегодно. Учитывая тот факт, что оборудование имеет ограниченный срок эксплуатации, то и 100 лет нам не хватит, если уже сейчас не будут приняты правовые регламенты.

5) В тоже время, в процессе утилизации ОтМ выявлены следующие недостатки, часто имеющие место в централизованных системах отжига:

- большинство предприятий смешивают ОтМ, что в последствии при отжиге приводит к снижению эффективности процессов горения и работы оборудования.

Ситуация усугубляется тем, что в состав примесей при смешивании попадают воды, неочищенные отходы гальванических производств и взрывоопасные компоненты;

- поступающие для централизованного отжига ОтМ редко контролируются качественно-химическим анализом и сопровождаются формальным документом качества (топливный паспорт). Фактически, утрачен качественный контроль топлива, как на стадии его приемки (и не только ОтМ), так и на стадии выработки;
- на стадии пуско-наладочных работ и при эксплуатации недостаточно выполняются режимно-наладочные испытания, влекущие к потере тепла в газоходах из-за высоких температур уходящих газов (до 300°C и выше), что приводит к снижению коэффициента полезного использования топлива на 15-20% и выше, и противоречит принципам энергосбережения и экологической безопасности;
- ОтМ сжигаются в морально, физически и технологически устаревших котлах и печах, не оборудованных специальной автоматикой горения, или в не предусмотренных для этих целей, существенно уступающих по экономическим и экологическим показателям современным образцам;
- при эксплуатации оборудования отжига ОтМ не соблюдаются режимы эксплуатации и инструкции производителей. Оборудование, на которое распространяются действующие правила котлонадзора, практически не имеет режимных карт;
- при отжиге ОтМ чаще используется схема подмеса топливных отходов в состав мазута или дизтоплива, что не всегда приводит к выбросам, допускаемым нормами ПДК;
- тепло сожженных ОтМ не всегда используется на нужды генерации, технологий и отопления, и уходит на сброс, что также противоречит принципам энергосбережения.

Здесь следует отметить, что ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные» не всегда корректно применяется на местах. Например, для того чтобы поднять эффективность использования топлива, снизить ПДК выбросов и повысить КПД оборудования отжига целесообразно произвести режимно-наладочные испытания

или выполнить настройки оборудования на определенную группу (тип или партию) топлива. Однако, указанный ГОСТ, принятый в рамках Международного стандарта, допускает смешивание, что сводит экологически чистые и энергосберегающие намерения к нулю. Эта формулировка с определением «допускается» переключалась в инструкции по эксплуатации предприятий и паспорта оборудования производителей, что при нашей бесхозяйственности превратилось в норму, позволяющую смешивать топливные отходы. В итоге, потери ресурса при отжиге превышают нормы в 1,5 раза и выше, а превышение вредных выбросов – в 2-3 раза.

Комментарии здесь излишни, так как каждому специалисту в данной области явно и понятно, что качество ресурса – это главный момент, а его бесконтрольность влечёт к сложным и опасным техническим, экономическим и экологическим последствиям. За последние 25 лет существования этого стандарта в стране и в мире произошли политические и экономические реформы, изменившие рыночные условия и приоритеты. За этот период усовершенствованы технологии: современное оборудование на фоне современных проблем выставляет свои требования к топливному ресурсу. Сложившаяся ситуация требует участия специализированных институтов и надзорных структур для её урегулирования.

Наиболее экономичным подходом на фоне проблем является применение автономного оборудования отжига ОтМ самими эксплуатирующими предприятиями, настроенного на собственный ресурс отработанных масел, а не смешанный для централизованного отжига, позволяющего получать тепло и горячую воду круглый год независимо от централизованных систем и источников.

6) Здесь всплывает ещё одна острая тема из прошлого печального опыта реформ не только нашей страны: стоимость отработанных масел. Как известно, цена на ресурс ОтМ может стать регулятором многих отношений: с одной стороны развивать и стимулировать этот рынок топлива и развитие технологий, а с другой – остановить его. На сегодня, закупочные цены на ОтМ варьируются от 0 до 8 руб./кг по стране, хотя в недавнем прошлом ситуация была совершенно

противоположенной. Необоснованный рост цен на отработанные масла ставит под сомнение рентабельность внедрений, окупаемость энергосберегающих и экологических мероприятий. Выработанными регламентами предлагается стимулировать рынок этого вида топлива и технологий, способствующих энергосбережению и улучшению экологической обстановки для себя и будущих поколений. Для чего, на первом этапе следовало бы сдерживать цены. Сегодня очистка, переработка или доработка отработанных нефтепродуктов обходится от 800 до 2000 руб. за тонну в цене продукта готового к реализации. На что, следовало бы рекомендовать региональным службам по тарифам, энергетическим комиссиям и антимонопольным ведомствам принять меры к урегулированию цен на ОтМ (сдерживать их), а топливно-энергетическим институтам и департаментам разработать согласующие регламенты по финансированию технологий использования этого вида топлива.

7) В разрешении накопившихся проблем можно на местах предпринять следующие меры:

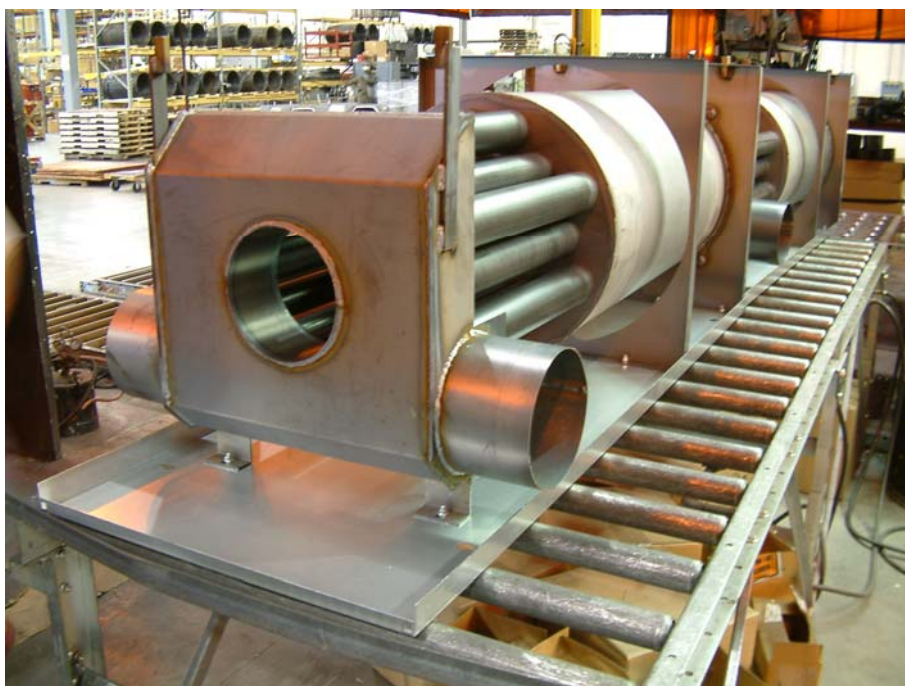
- организацию учета топливных отходов и изменение формата отчетности, а также реорганизацию способов утилизации топливных отходов;
- сортировку топливных отходов (по видам, однородности, калорийности, степени опасности и т.д.) и контроль качества на узловых этапах его использования (от процесса выработки до сжигания или переработки в иные виды продукции);
- развитие и применение технологий и техники переработки, более широкое и безопасное использование в производстве иных продуктов синтеза.

Одной из первостепенных задач представляется пересмотр и переработка инструкций, стандартов и правил, действующих в этой сфере. Следует учесть, что, не смотря на быстроизменяющееся законодательство в этой сфере, рынок активно работает и сам регулируется, однако, в разрешении ряда проблем требуется участие, контроль и поддержка на государственном уровне, ведь и проблемы подняты государственного значения.

## Справка 2

Идея переработки отработанных масел родилась в 70-е годы п.в. у бизнесмена и изобретателя Бена Смоукера, который задумался об использовании отработанных масел в качестве топлива для получения тепла. Ответом послужило отсутствие надежной технологии для создания эффективной отопительной системы. Ее разработка была экономически целесообразной и выгодной, ведь отработанные масла имеют высокий показатель энергетической ценности (калорийности). В конце 70-х и начале 80-х в США разразился топливный кризис, что предопределило политику и стратегии этого государства на десятки лет.

Изобретение Бена Смоукера было востребовано. Такая технология была разработана в 1979 году компанией Clean Burn Inc. USA, которая на фоне проблем топливопотребления США и по сегодняшний день остается лидером в сфере разработок и производства отопительного оборудования, работающего на отработанных маслах. Отопительные системы и центры Clean Burn отвечают требованиям ЕРА по охране окружающей среды.





## Обзор оборудования

Основным теплогенерирующим оборудованием, представленным здесь в сфере отжига отработанных масел, являются котлы водогрейные и воздухонагреватели. Среди поставщиков этой техники наиболее заметны на российском рынке производители Clean Burn, Kroll, Omni, Energy Logic, Riello.

Следует отметить, что техника имеет существенные конструктивные особенности, многие из которых имеют корни в стандартах стран-производителей. Этот момент следует принять потребителю к сведению при выборе техники, т.к. Россия – это страна с более холодным климатом и своеобразной технической этикой. Чтобы в последствии не разочароваться в эффективности выбранного оборудования, потребителю не редко приходится сталкиваться с подобной ситуацией. Например, турбогенераторы спроектированные для северных широт практически никогда не выдают номинальных параметров в южном климате, или из-за несоответствий систем охлаждения и подогрева устройств, электронной начинки схем, автоматики и по ряду других причин, вплоть до структуры применимых сплавов и материалов, оборудование не выдаёт должных характеристик.

На фоне множества производителей и широкого спектра применимости теплогенераторов в теплоэнергетических технологиях, при сравнении характеристик оборудования предназначенного для теплоснабжения, уже оправдавшей себя и более адаптированной к российским условиям, интерес представляет продукция компании Clean Burn Inc.USA, уникальна тем, что специализируется исключительно на отопительном оборудовании, использующем отработанные масла.

Отопительные системы Clean Burn получили высокие оценки органов сертификации США, Канады, Японии, стран Западной и Восточной Европы, Скандинавии, Ближнего Востока, России и многих других государств.

Оборудование модельного ряда позволяет автономно отапливать нежилые здания объёмом от 500 до 2500 м<sup>3</sup> единичным изделием, не попадает под надзорные правила и вносится в экологический паспорт предприятия, как «точка выбросов».

## Преимущества оборудования Clean Burn

Не все теплогенераторы, которые могут использовать в качестве топлива отработанные масла, сделаны одинаково. Многие известные котлы на отработанных маслах, являются фактически модификацией печей, созданных для использования традиционного печного и дизельного топлива.

Совершенно в другом направлении начала свою деятельность компания Clean Burn, создав воздушонагреватель специально для эффективного и надежного сжигания отработанных масел с получением максимальной теплопроизводительности с каждого литра отработанного масла.

Каждый узел теплогенерирующего оборудования Clean Burn, будь то теплообменная камера, насос, горелка или дымоход, принципиально отличен от модифицированных устройств других производителей. Модульная конструкция позволяет устанавливать котлы каскадом, увеличивая мощность и эффективность отопительной системы.

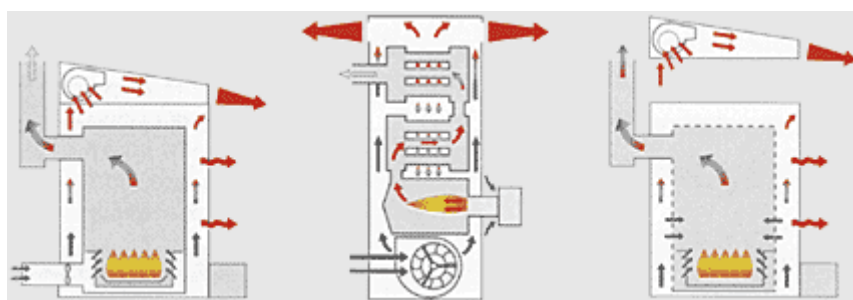
Основной объём продаж приходится на воздушонагреватели. Поэтому приведем некоторые отличия теплогенераторов для оценки эффективности оборудования, производимого компанией Clean Burn.

1) Основная часть аналогичного оборудования европейских и американских производителей работает на принципе испарения или капельного орошения подогретой поверхности с последующим испарением и сжиганием с использованием обычной жидко-топливной горелки. Такие системы морально устарели, небезопасны в эксплуатации и требуют частого и трудоёмкого профилактического ухода: очистки от смол и нагара, остающихся после сгорания топлива.

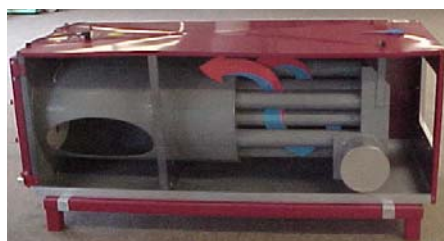
Современная технология Clean Burn основана на ином принципе – принципе сверхтонкого распыления через специальную форсунку, что значительно увеличивает эффективность горения, минимизирует выбросы и, естественно, сокращает затраты на обслуживание.

2) Воздухонагреватели Clean Burn отличаются более тяжелым удельным весом конструкции, что говорит об их повышенной прочности и, в тоже время, легче своих модифицированных аналогов, что свидетельствует о лучшей компактности оборудования. Это важное отличие повышает тепловую производительность установок и дает более длительную эксплуатационную жизнь, что позволяет компании Clean Burn предоставлять 10-летнюю гарантию на камеру сгорания.

3) Большинство европейских и американских производителей аналогичного оборудования применяет одноходовые камеры сгорания и теплообменники, выполненные из легковесной и тонкой стали (в 1,2-1,5 раза тоньше). Поверхность теплообмена при этом мала, что не позволяет эффективно снять тепло сожжённого топлива, масел. При сгорании топлива в них тепло вместе с продуктами сгорания в прямом смысле «вылетает в трубу».



*Рис.1 Камеры сгорания европейских производителей*



*Рис.2 Теплообменная камера сгорания Clean Burn*

Стальные круглые трубы, трехходовой теплообменной камеры Clean Burn позволяют добиться более высокой теплоотдачи, при сравнительно низких температурах уходящих дымовых газов. Поверхность теплообмена камеры Clean

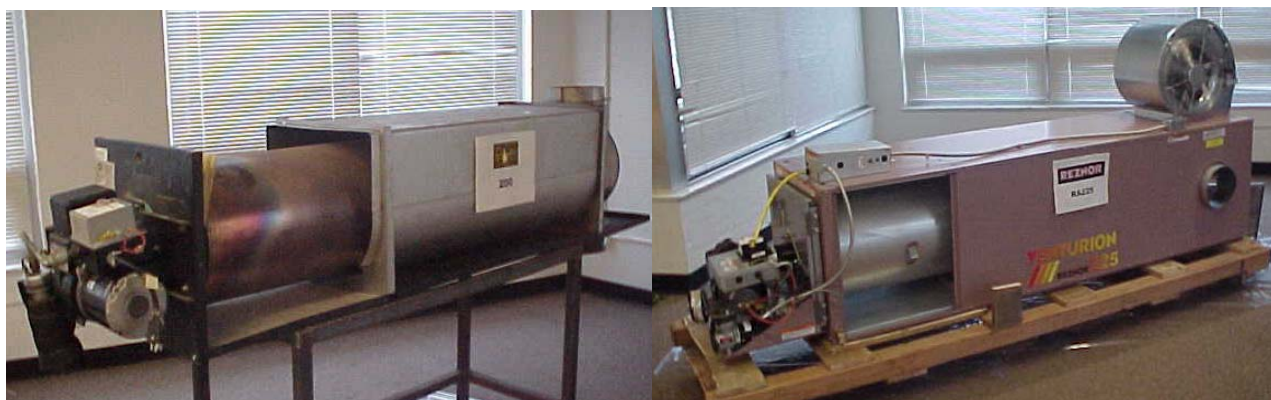
Burn более чем вдвое превышает поверхности теплообмена своих аналогов других производителей.

Это не только увеличивает КПД до 83% и выше, но также является более безопасным аспектом с точки зрения противопожарных норм.

4) Трубы теплообменной камеры Clean Burn соединены при помощи прессования, без использования сварки, что делает конструкцию более прочной, продляя жизнь оборудования. Иные производители используют более тонкую сталь и сварку при сборке камеры сгорания, что имеет тенденцию к образованию деформаций, трещин и свищей.

5) Круглые трубы теплообменной камеры Clean Burn более удобны в обслуживании, при удалении золы посредством пылесоса или ерша. Воздухонагреватели Clean Burn требуют обслуживания примерно через 800 - 1000 часов эксплуатации, что дает им возможность работать практически весь отопительный сезон.

Обслуживание теплогенераторов европейских производителей более трудоемкий и медленный процесс, который должен осуществляться каждые 12 – 250 часов (зависит от конструкции оборудования и качества сжигаемого топлива).





*Рис.3 Северо-Американские модифицированные печи*

Модифицированные печи северо-американских производителей, в связи с недостатками в конструкции камеры сгорания и горелки, требуют обслуживания через каждые 250 – 350 часов эксплуатации, имеют низкий КПД выработки тепловой энергии и низко эффективны для отопления в странах холодного климата.

6) Европейские печи располагаются на полу, что занимает полезное пространство в помещении, а также опасно. Например, пары бензинов гораздо тяжелее воздуха, и практически стелятся у поверхности пола – не трудно представить последствия попадания этих паров в камеру сгорания. Эксплуатация нагревателей подобных напольных конструкций была запрещена законодательно во многих штатах Северной Америки.



*Рис.4 Воздухонагреватель нового поколения Clean Burn*

Оборудование Clean Burn может быть расположено в потолочном или стенном креплении, что не только позволяет эффективно и безопасно использовать пространство помещения, но также приносит существенную экономию в затратах на устройство дымохода и частично повышает КПД теплогенерации за счёт забора более теплого воздуха для получения горючей смеси.

7) Теплогенераторы компании Clean Burn поставляются в комплекте с дозирующим насосом для подачи топлива, который эффективно работает при низких температурах. Дозирующий насос позволяет равномерно доставлять топливо разной вязкости из бака находящегося на удалении более 40 метров. Причем, насосы Clean Burn разработаны принципиально с запасом мощности, что позволяет им надёжно работать на разных видах и качестве жидкого топлива (масел), и имеют настройку строго под модель теплогенератора, обеспечивая его долговечную и простую эксплуатацию.

Дозирующие насосы иных производителей модифицированных печей имеют множество пластмассовых компонентов и работают эффективно только при температурах, не ниже +9°C, что ограничивает надёжную работу в условиях холодного климата.

Большинство европейских и некоторые североамериканские теплогенераторы, вообще не имеют насоса подачи топлива, а используют гравитационную подачу масел из бака, размещенного над нагревателем. Баки имеют малую ёмкость, требуют частой очистки, так как отработанные масла имеют различную вязкость и чистоту, а также от примеси грязи и влаги, которые, как правило, скапливаются на дне ёмкости. Последнее ухудшает эффективность процессов горения, засоряет каналы горелочного устройства и поверхностей теплообмена, что приводит к снижению тепловой производительности установки и к непредвиденным остановам.

8) Большинство производителей теплогенераторов используют горелки, которые созданы для сжигания дизельного топлива и мазутов. Горелка Clean Burn специально разработана для сжигания отработанных масел.

Специальный блок горелки Clean Burn создан для подогревания масла и воздуха, он поддерживает постоянную температуру и соотношение смеси масла и воздуха, которая нагнетается через форсунку. В блоке подогрева топлива и воздуха достигается необходимая температура для эффективного распыления, возгорания и



последующего горения топлива. Для более качественного нагрева используется многоходовой принцип модулирования процесса.

Горелка размещена снаружи печи, имеет шарнирное крепление и легко отсоединяется, оставаясь на петле, присоединенной к корпусу печи, давая беспрепятственный доступ в камеру сгорания для обслуживания.



*Рис.5 Обустройство горелок, дымоходов*

9) Другим важным компонентом повышения эффективности сжигания отработанных масел является дымоход. Часть колен дымохода, которая идет через крышу или стену с выходом наружу, дополнительно изолирована. Это делает дымоход максимально пожаробезопасным, но и не дает быстро охлаждаться выбросам, поддерживая оптимальный, практически не дымящий, процесс горения, при этом предотвращая коррозию, налипание снега, влаги или иного конденсата. Отсутствие надлежащего дымохода влечёт к возникновению ряда проблем при эксплуатации отопительных систем, особенно в условиях холодного климата.

Воздухонагреватели Clean Burn отлично зарекомендовали себя в Канаде, Японии, Скандинавии, на Аляске и в Антарктиде.

10) Специально разработанная мишень пламени в форме блюда позволяет добиться эффекта вторичного сгорания топлива, и легка в обслуживании. В качестве мишени Clean Burn применяет тарелку вторичного дожига, выполненную из инновационных жаропрочных материалов, которая позволяет получить более глубокий отжиг топлива и удерживает тепло для максимальной теплоотдачи, тем самым, защищая и теплообменные материалы конструкции.



## Результаты экспериментов, анализа и расчётов

Описанные преимущества теплогенераторов Clean Burn подтверждаются данными качественно-химических и спектральных анализов с низким содержанием вредных выбросов продуктов сгорания. Таблица результатов анализов по промышленным выбросам в атмосферу при интенсивном сжигании отработанных масел на оборудовании Clean Burn будет приведена ниже.

В Приложении 1 приведены диаграммы и сводная таблица Оценки эффективности внедрения теплогенераторов Clean Burn на примере 16 городов и населённых пунктов страны. Упрощённые варианты расчётов выполнены без учета затрат на электроэнергию и монтажные работы. Данные о системах централизованного теплоснабжения учитывают потери в тепловых сетях и на источниках теплоснабжения, и приняты среднестатистическими в регионах по сведениям Госкомстата РФ. Расчёты отопительных периодов выполнены согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», изм. 2003г.

Средний коэффициент загрузки не превышает 0,45 при том, что эксплуатируемые установки многих потребителей имеют несколько завышенный запас тепловой мощности в виду соответствия изделия модельному ряду производителя.

Удельная стоимость затрат на приобретение основного комплекта оборудования в среднем составила 3,49 тыс. руб. на 1 кВт установленной мощности.

Удельная стоимость затрат на экономию 1 тонны у.т. за полный отопительный период в среднем составила 5,99 тыс. руб. на 1 тонну у.т.

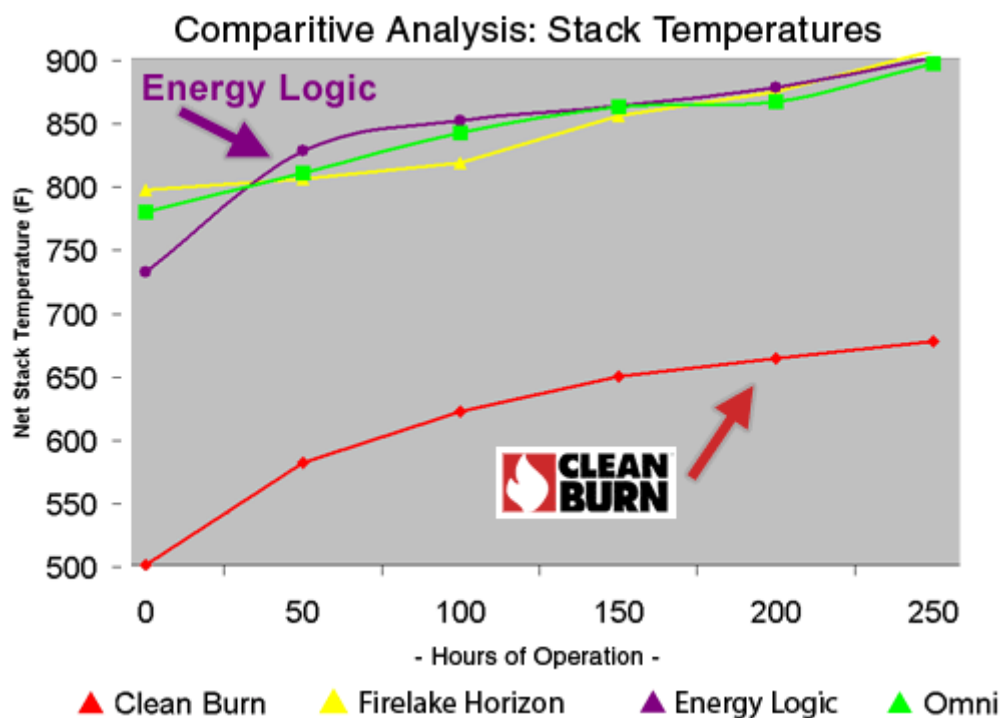
Срок окупаемости рассчитан индивидуально в отопительных сезонах и в среднем по всем объектам составил 1,19, у некоторых потребителей этот срок менее 1 (одного) отопительного периода.

Диаграммы содержат показатели экономии топлива, абсолютной рентабельности и сроки окупаемости оборудования.

Следующий факт свидетельствует о высокой энергоэффективности теплогенераторов Clean Burn и низких тепловых потерях в сравнении характеристик аналогичного оборудования некоторых производителей, температуры уходящих газов которых превышают 300°C.

Нормальные для российского климата температуры уходящих дымовых газов оборудования Clean Burn находятся в диапазоне 220-250°C (в зависимости от качества топлива и условий эксплуатации), как у мазута и дизтоплива.

Экологической кампанией США был проведён эксперимент в условиях жёстких испытаний оборудования конкурирующих американских производителей. Оборудование некоторых производителей не выдержало испытаний, и производители сошли с дистанции раньше положенного срока. На приведённом графике изображены линии роста температуры дымовых газов в газоходах, полученные в ходе эксперимента за 250 часов работы (в градусах по Фаренгейту).



По формуле  $\Delta^{\circ}\text{C} = \Delta^{\circ}\text{F} \cdot 5/9$  разница температур составляет примерно 125°C.

Настоящие данные и более подробная информация об эксперименте, анализ технических возможностей, параметров и конструктивных особенностей оборудования Clean Burn в сравнении с оборудованием других производителей приведена с документальным подтверждением на сайте [www.ecologicalsolutions.biz](http://www.ecologicalsolutions.biz).

Как известно, в котельной технике повышение температуры дымовых газов на 10-15 градусов влечёт за собой снижение КПД теплогенерирующего оборудования на 1-2 %, и, как следствие, с ростом тепловых потерь пропорционально увеличивается расход топлива на выработку тепла, что приводит к росту затрат у потребителя и снижению рентабельности. Далее комментарии не требуются.

На рисунке 6 фотография котельной: котельная полностью автоматизирована. Горячая вода и отопление по мере необходимости круглый год.



*Рис.6 Каскадная установка водогрейных котлов*

На оборудовании Clean Burn были неоднократно проведены экологические измерения и испытания в нашей стране по утверждённым методикам службами, аккредитованными Министерством природных ресурсов РФ, Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Экспертиза была выполнена организациями НПО «Тайфун» (г. Обнинск), НИИ «Атмосфера» (г. Санкт-Петербург), ФГУП «ИркутскГеология» (г. Иркутск) и др. Данные были также обработаны в специализированной программе «Эколог» для условий климата г. Москвы. Вот результаты:

Определяемый показатель	Результаты		
Состав выбросов:	Отношение к ПДК (См/ПДК)		
	Код вещества	Лето	Зима
Диоксид серы (ангидрид сернистый)	0330	0,197	0,183
Оксиды азота:			
- диоксид азота	0301	0,445	0,413
- оксид азота	0304	0,036	0,034
Хлористый водород (соляная кислота)	0316	0,029	0,027
Оксид углерода	0337	0,041	0,038
Пыль (взвешенные вещества)	2902	0,270	0,251
Сажа (углерод)	0328	0,008	0,007
<b>Содержание других веществ:</b>	<b>Размерность</b>	<b>Нормальное</b>	<b>Фактическое</b>
Массовая концентрация бенз(а)пирена	Мкг/м <sup>3</sup>	0,07	Менее 0,01
Суммарная концентрация токсичных конгенов ПХДД/ДФ (в TEQ)	Пг/м <sup>3</sup> (в диапазонах 42 элементов)	100	23,6
Анализы произведены при расходе газопылевого потока (в н.у.): 182,68 нм <sup>3</sup> /час	<b>Температура газового потока в газоходе: 220°С.</b>		

Иных вредных выбросов не было обнаружено, о чём свидетельствуют и маркеры ND – ниже предела обнаружения. Фон загрязнения (вклад ПДК) в радиусе 500 метров не превышает 0,64 в летний сезон. Таким образом, концентрация выбросов по всем показателям стоит существенно ниже нормативных значений ПДК, что подтверждает экологическую чистоту процессов сжигания отработанных масел на оборудовании Clean Burn и его сертификационные параметры.

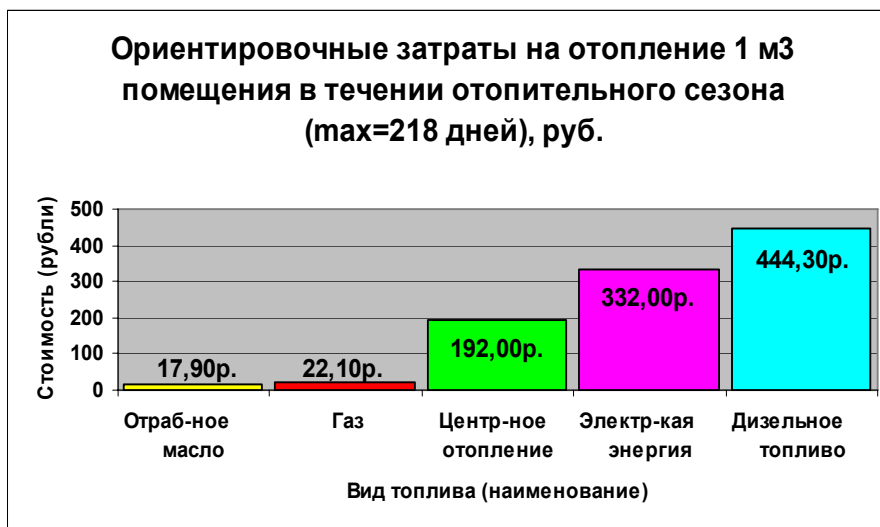
Оборудование Clean Burn сертифицировано Госстандартом РФ.

## Примеры

На рисунке представлена одна из распространённых схем использования теплогенераторов Clean Burn:



На графике представлена оценка удельных затрат из материалов технико-экономического обоснования проекта установки теплогенераторов Clean Burn, выполненного одним из потребителей:



## Приложение 1

Сводная таблица - Оценка эффективности внедрения теплогенераторов Clean Burn (США) 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
<b>ИТОГИ</b>		<b>5559</b>	<b>1224</b>			<b>16 836,32</b>	<b>23 688,54</b>	<b>1,19</b>	<b>2 655,85</b>	<b>1 288,36</b>	<b>32,66</b>	<b>3 944,21</b>	<b>4,27</b>

