

**Актуальность и эффективность замены нефтепродуктов и угля на местные виды топлива (щепа, пеллеты, брикеты) для генерация электро-и тепловой энергии в малых населенных пунктах с децентрализованной энергетикой в северных регионах РФ: в Сибири, Саха-Якутии и на Дальнем Востоке. Когенерационные установки малой мощности в модульном-мобильном исполнении.**



# ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ И АВТОНОМНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ



Развитие малой энергетики на основе современного оборудования носит характер государственной задачи. За счёт малой энергетики можно обеспечить теплом и электроэнергией все категории потребителей и в частности предприятия малого и среднего бизнеса, не присоединённых сегодня к энергосистемам, тем самым увеличив инвестиционную привлекательность регионов.

В настоящее время в децентрализованном секторе износ 75 процентов энергетического оборудования достигает 100 процентов. Стоимость 1 Гкал тепловой энергии и 1 кВт\*ч электрической энергии в децентрализованном секторе значительно отличается от их стоимости в территориях с централизованным энергоснабжением.

В рамках действующего законодательства в сфере тарифного регулирования единственными источниками модернизации энергетического оборудования как тепло- так и электрогенерации является амортизация и инвестиционная составляющая (СТАТЬЯ - расходы на развитие производства) учтённая регулирующим органом при утверждении тарифов.

Эффект от внедрения новых технологий в энергетическую инфраструктуру децентрализованных населённых пунктов.

1. Оптимизация цен (тарифов) на тепловую и электрическую энергию, за счёт значительного снижения затрат на топливо и операционных расходов;
2. Обновление парка энергетического оборудования, и соответственно снижения процента его износа, увеличение амортизационных отчислений;
3. Значительное уменьшение величины дотаций из регионального бюджета на энергоснабжение льготных категорий потребителей (население и приравненные к нему категории потребителей, а также потребители финансируемые за счёт средств бюджетов всех уровней бюджетной системы Российской Федерации);
4. Стимулирование работы предприятий малого и среднего бизнеса, в связи с более привлекательными ценами (тарифами) на тепловую и электрическую энергию, и соответственно решение демографических вопросов;
5. Дополнительные налоговые поступления в бюджеты всех уровней бюджетной системы Российской Федерации в связи с увеличением количества предприятий малого и среднего бизнеса.

Наиболее оптимальными являются мероприятия по установке когенерационных установок, так как это позволит оптимизировать часть статей затрат учтённых регулирующим органом при рассмотрении и утверждении тарифов для организаций разных форм собственности и направлений деятельности.

Приоритет развития когенерации подтвердил и Президент Российской Федерации в своих поручениях сделанных по итогам заседания Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 23 марта 2010 г. Основы поддержки развития когенерации изложены в следующих федеральных законах:

- №35-ФЗ от 26.03.2003 «Об электроэнергетике»;
- №261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- №190-ФЗ от 27.07.2010 «О теплоснабжении».

В Правительстве Российской Федерации в настоящее время рассматривается ряд предложений по совершенствованию государственного регулирования малой локальной энергетики с целью стимулирования ее развития:

- Ограничение на ввод нового оборудования без использования технологий когенерационных газопоршневых установок;
- Доработка законодательства под концепцию приоритетного развития когенерационных газопоршневых установок (КГПУ);
- Внедрение типовых проектов с использованием КГПУ;
- Введение налога на топливо, сжигаемое в котельных;
- Ведение запрета на строительство объектов не использующих КГПУ;
- Внедрение практики мониторинга и анализа эффективности в сфере энергетики;
- Предусмотрение для «новой когенерации» механизмов стимулирования частных инвестиций, равно как и для «возобновляемой энергетики» через надбавки к тарифу и государственную поддержку частных инвестиций;
- Основной объём производства электроэнергии, вырабатываемой когенератором в условиях комбинированной выработки электроэнергии и тепла, должен поставляться в сеть здесь же, на региональный розничный рынок, в рамках долгосрочного, гарантированного, регионального контракта, заключаемого с администрацией территории.

# Почему биомасса и другие виды местных ресурсов мало используются в России как энергетическое топливо?

**Одна из основных причин:** В настоящее время широкое использование древесины, торфа и других видов местного топлива в энергетических балансах регионов РФ сдерживается, в основном, из-за отсутствия экономически рентабельных, простых в изготовлении и эксплуатации энергоустановок по производству электроэнергии малой и средней мощности, работающих за этих источников энергии.

В связи с этим, для России представляет значительный интерес серийное производство газогенераторов, электрогенераторов на основе установок-ORC и двигателей Стирлинга мощностью от 10 до 1000 кВт с модификацией под использование местных видов топлива.

Установки-ORC и двигатели Стирлинга – это двигатели с внешним подводом теплоты. Весь ряд вышеописанных установок серийно производится в ЕС, США, КНР, Индии, Тайване и др. странах. Поэтому на первом этапе предполагается использование в России исключительно зарубежных моделей, осуществляя их поставку по схеме экспортного финансирования и др.

**МНОГОТОПЛИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО  
ЦИКЛА РЕНКИНА**

## Что это такое - «Установки-ORC»

ORC - энергетические установки по циклу Ренкина с органическим рабочим телом. ORC-установка представляет собой модульную конструкцию, содержащую все необходимые для функционирования установки агрегаты (турбина, генератор, теплообменник, насос рабочего тела, трубопроводы, измерительные приборы, шкаф управления и автоматики и т. д.) смонтированные на общей раме. Модули более 800 кВт размещаются на нескольких рамах. Таким образом упрощается транспортировка и монтаж у заказчика.

Схема ORC-установки

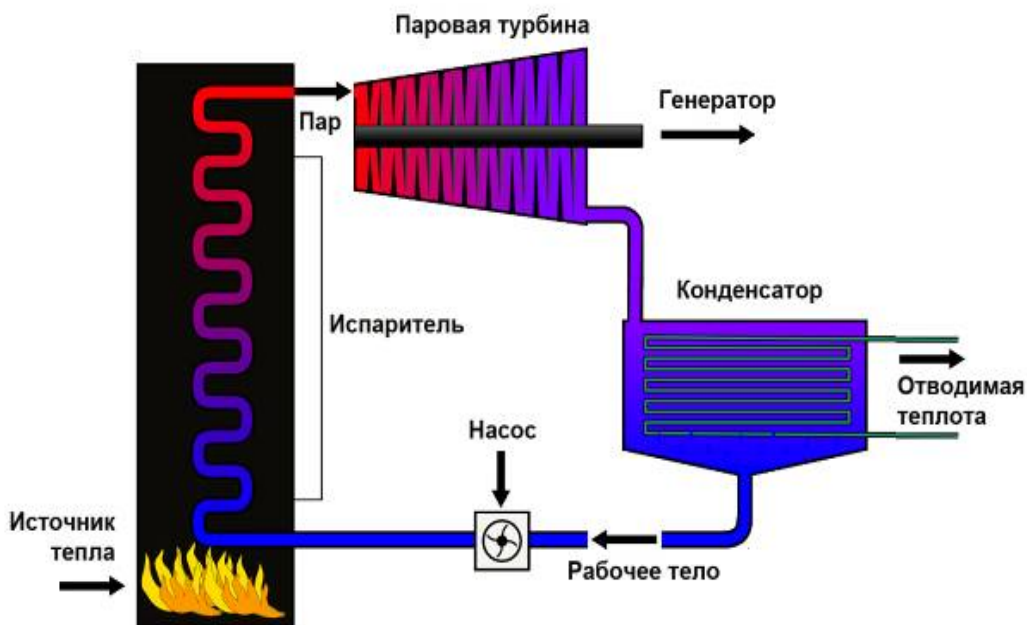
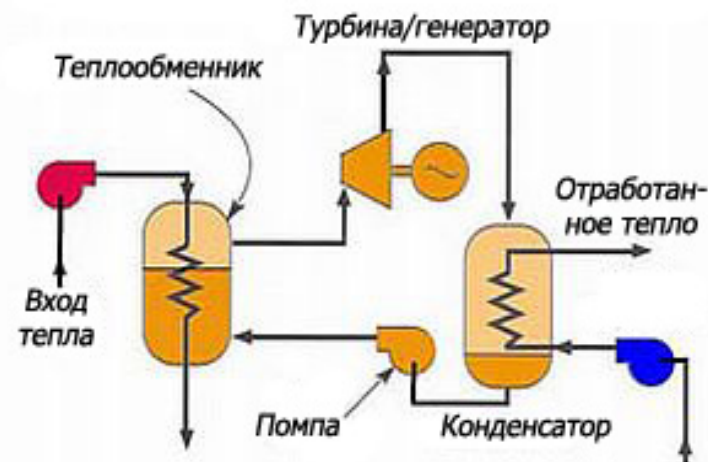


Схема установки по циклу Ренкина

## Схема цикла Рэнкина



### Преимущества технологии ORC:

- высокий КПД турбины (до 85 %);
- низкая механическая нагрузка на турбину в следствии низкой окружной скорости;
- отсутствие редуктора между турбиной и генератором в следствии низкой скорости турбины;
- отсутствие капельной эрозии лопаток турбины в следствии отсутствия влаги в рабочем паре;
- длительный срок эксплуатации без обслуживания (до 50 тыс. часов).

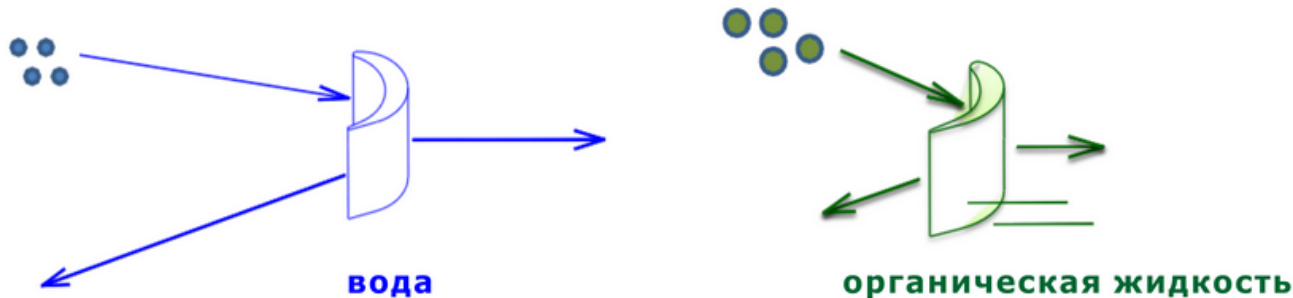


## Выбор рабочего тела для ORC-установок

Процесс-ORC подобен термодинамическому циклу обычной паровой турбины, с той лишь разницей что в качестве рабочего тела для привода турбины используется органические вещества с высокой молекулярной массой (например изопентан, изобутан, толуол или силиконовое масло). Различные рабочие тела позволяют эффективно использовать низкотемпературные источники тепла в широком диапазоне мощностей (от нескольких киловатт до 5 МВт электрической мощности в одном модуле) и температур (от 90 до 300 градусов Цельсия).

Правильный выбор рабочего тела очень важен для оптимального функционирования установки-ORC.

### Почему рабочая жидкость - не вода?



#### Если рабочая жидкость - вода:

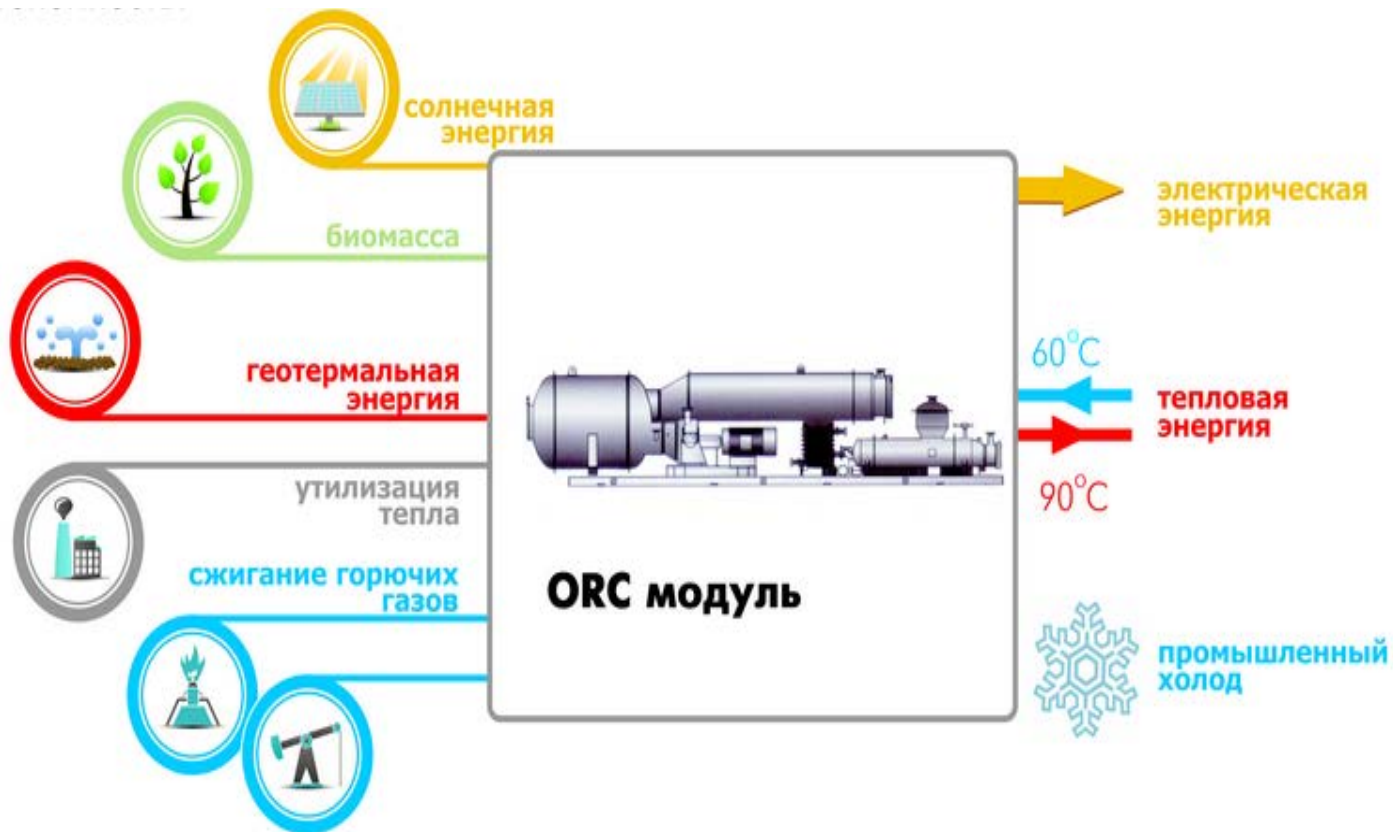
- эрозия металлических частей и лопаток;
- многоступенчатая турбина и высокие механические напряжения.

#### Если органическая жидкость:

- широкий диапазон интенсивности подачи;
- большой диаметр турбины;
- отсутствие износа лопаток и движущихся частей;
- низкая окружная скорость.

Использование в качестве рабочего тела воды в энергетических установках, работающих по циклу Ренкина, при малой выходной мощности, приводит к необходимости повышения рабочей частоты вращения вала турбогенератора до чрезвычайно высоких значений и, как следствие, к необоснованному усложнению электромашиной части энергоустановок. Применение ORC позволяет получить более низкие рабочие температуры и при относительно не высоких рабочих давлениях в цикле и, соответственно, меньшую частоту вращения турбины. При этом получаются приемлемые с технологической точки зрения размеры рабочих колёс, относительно высокие значения термического КПД цикла и изоэнтропийного КПД турбины.

# Источники энергии и область применения ORC-установок



**Суммарный КПД до 90%**

## Источники энергии (теплоизбытков) для ORC-установок

- выхлоп дымовых газов турбин, дизельных электростанций, ГПА, котельных станций;
- дымовые и технологические газы производственных (сушка, нагрев) процессов
- горячая вода систем охлаждения энергетических установок;
- горячая вода геотермальных источников;
- биомасса (древесина, торф) – прямое сжигание или пиролиз;
- тепло из местных источников топлива (уголь, шахтный метан, попутный нефтяной газ).

## Установки-ORC для утилизации теплоты обработанных газов энергетических станций и промышленных предприятий с температурой до 600 градусов Цельсия

Одним из основных достоинств энергетических установок на основе ORC модулей является возможность использовать низкопотенциальные выбросы промышленных установок (котельные, турбины, дизельные электростанции, печи и т. д.) для производства электроэнергии путем рекуперации тепла. Применение подобной системы на основе ORC модулей позволяет производить электричество в размере до 15% от теплоты выхлопных газов дополнительного.



*Установка-ORC мощностью 4 МВт с использованием теплоты отработанных газов от крупных дизельных электростанций*

**МНОГОТОПЛИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЕЙ  
СТИРЛИНГА**

# Устройство современного двигателя Стирлинга

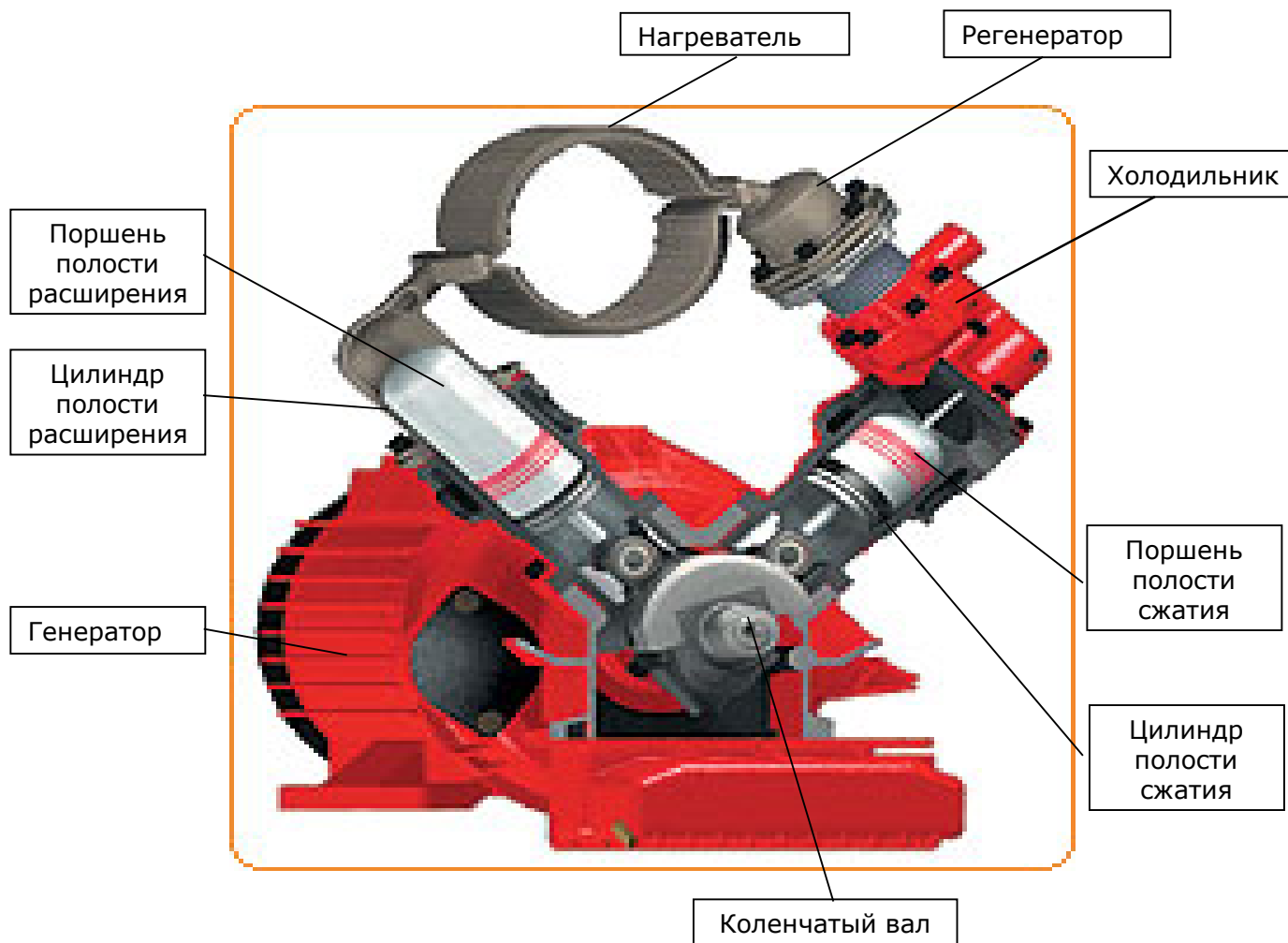
Источники энергии для многотопливных двигателей Стирлинга

**Жидкое и газообразное топливо:** нефтепродукты, природный газ, пропан, биогаз, угольный метан и т.д.

**Твердое топливо:** древесная щепа, пеллеты, торф, уголь, сланцы, отходы сельского хозяйства и т.д.

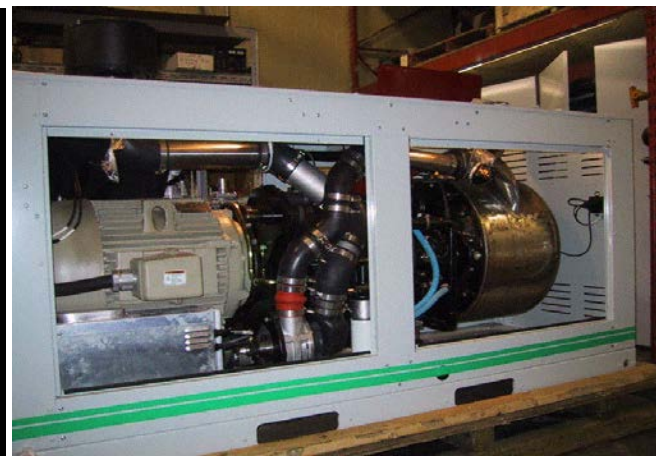
**Тепловая энергия отработанных сред:** Дымовые газы котельных, дизельных энергоустановок и т.д..

**Солнечная и ядерная энергия и др.**



## Сравнительные характеристики различных типов двигателей мощностью до 100 кВт

Тип двигателя	Двигатель Стирлинга	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель	Газотурбинный двигатель	Топливные элементы
Стоимость за 1 кВт, тыс. долл.США/кВт	1-3,5	0,4 – 1,5	0,6-2,5	3-3,5	6-12
К.П.Д.	24-43	15-18	15-25	20-30	22-40
Вид топлива	Много- топливный	Бензин АИ-92	Дизельное топливо	Природный газ	водород
Замена масла	нет	100 часов	100 часов	нет	нет
Уровень шума, дБ	60-65 (1 м)	70-77 (7-15 м)	80- 94 (7-15 м)	Свыше 90-100	60 (1 м)
Моторесурс, тыс. часов	до 80	до 5	до 25	До 30	От 2 до 6



# Варианты использования биомассы в качестве моторного топлива для двигателей Стирлинга



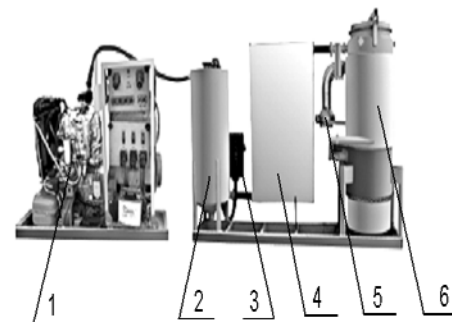
**Сжигание в виде  
дров**



**Сжигание в виде  
пеллет**

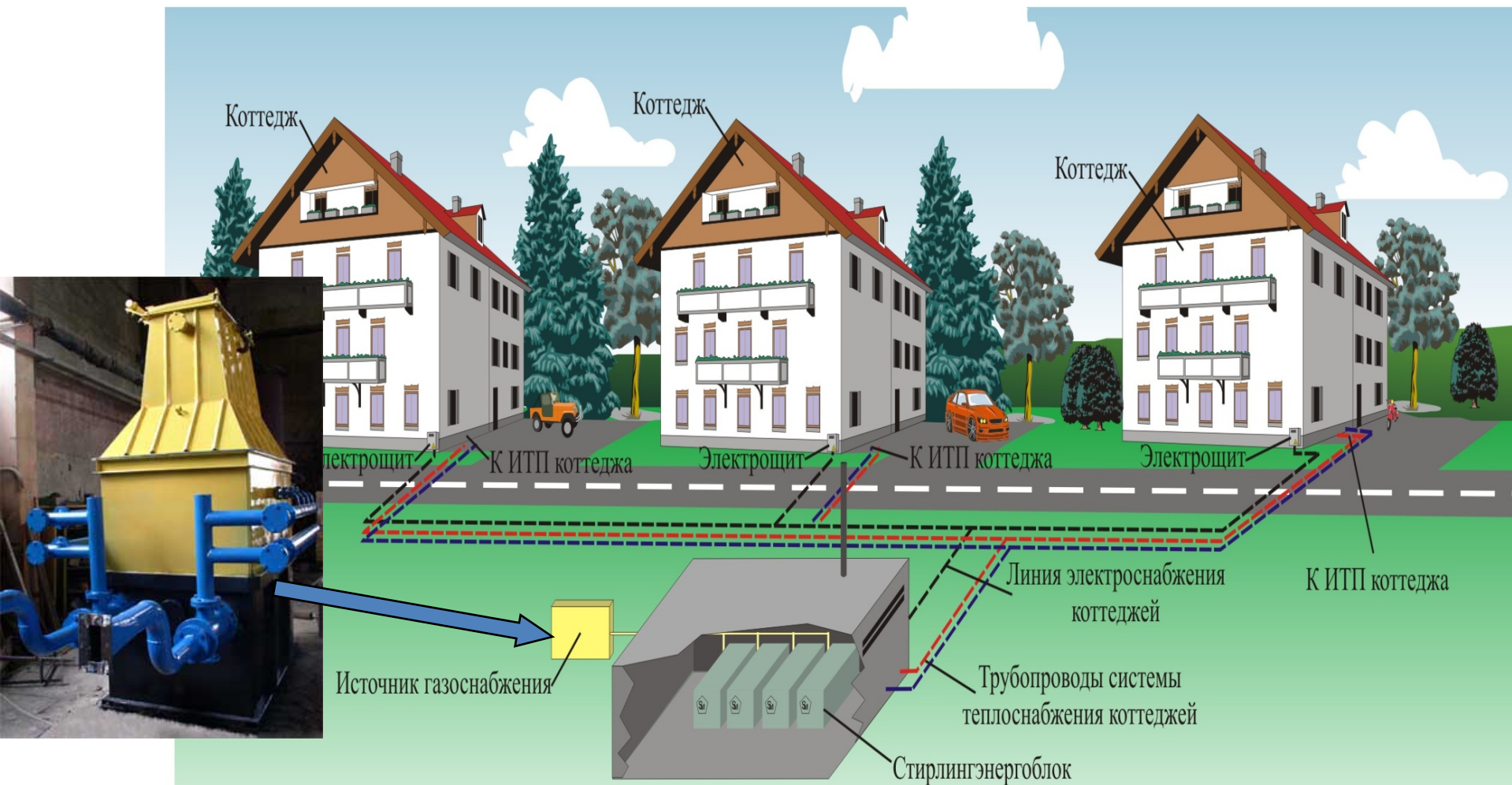


**Сжигание в виде  
генераторного газа**





# Система автономного энергоснабжения поселка с использованием двигателей Стирлинга, работающих на генераторном газе (торф, древесина)



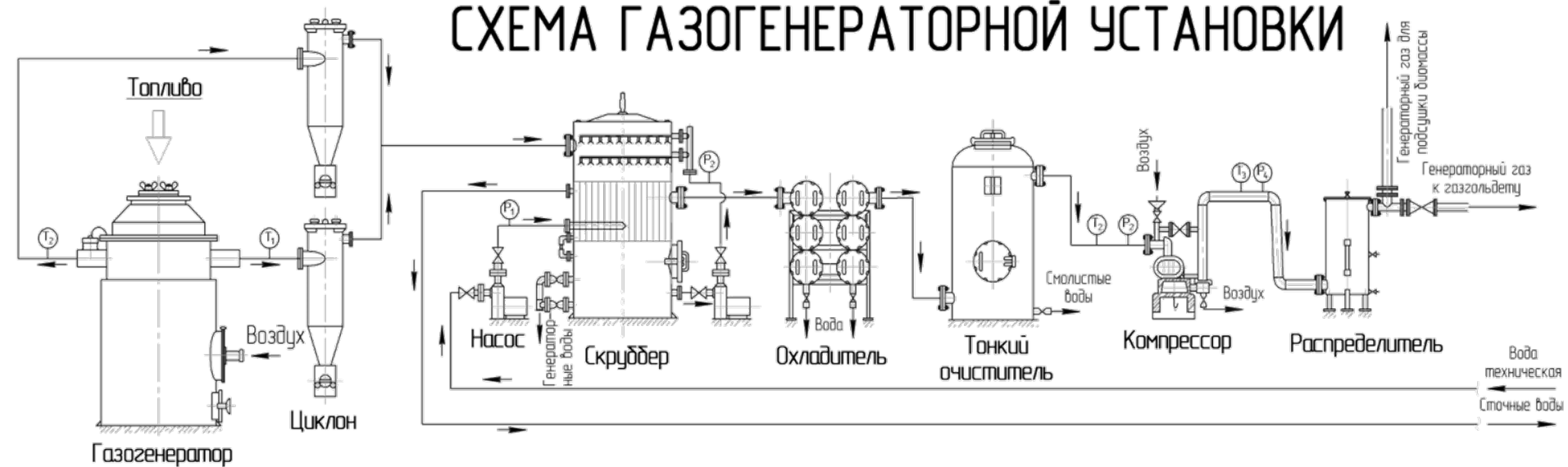
**МНОГОТОПЛИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ГАЗОГЕНЕРАЦИИ.**

Модульные когенерационные  
установки, работающие на пеллетах. Производство  
ФРГ. Модельный ряд: 25;50;100 кВт электроэнергии  
и 60;120;200 кВт тепловой, соответственно.





## СХЕМА ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ



*Газогенераторная установка тепловой мощностью 300 кВт, работающая на древесных и сельскохозяйственных растительных отходах влажностью до 45%.*

# Преимущества технологии газификации биомассы

- Возможность реализации маломощных проектов (от десятков кВт электрической мощности)
- Относительно низкие капитальные затраты
- Небольшой срок окупаемости инвестиций
- Возможность реализации мобильных решений
- Отходы от газификации биомассы могут использоваться в качестве удобрений или строительных добавок
- Экологически чистое производство электроэнергии
- Уход от использования традиционных видов энергоресурсов

**Газогенератор может работать практически на любой твердой биомассе (отходы лесопиления и деревообработки, отходы АПК, ТБО).**

**Объекты теплоснабжения в ЖКХ и на  
промышленных предприятиях.**

## *Основные проблемы эксплуатации устаревших объектов теплоснабжения и их последствия:*

Несоответствие установленной мощности и типа котельных установок подключённой нагрузке

Высокий уровень морального и физического износа оборудования

Неэкономичный вид топлива

Низкое качество теплоснабжения

Низкая надёжность оборудования

Высокая стоимость услуги

Высокий уровень экологической опасности

## *Механизмы финансирования реконструкции котельных*

- Целевое финансирование
- Концессия, в т.ч. государственно-частное партнерство
- Частный инвестиционный проект
- Энергосервисный контракт

## *Рекомендуемый тип котла в зависимости от единичной установленной мощности*

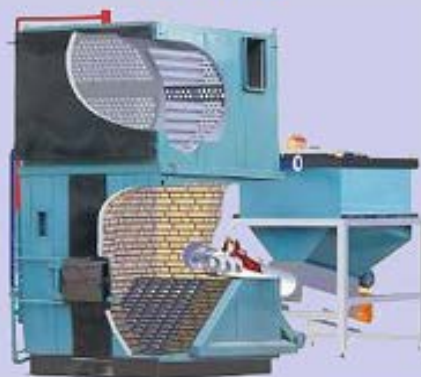
20-500 кВт

**автоматизированный  
пеллетный котел**



500-1500 кВт

**щеповой котел с  
неподвижной  
колосниковой  
решеткой**



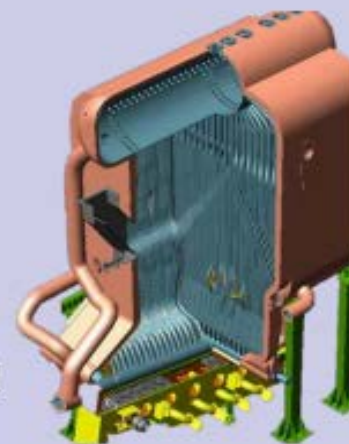
1500-10000 кВт

**щеповой котел с  
подающей наклонно-  
переталкивающей  
колосниковой  
решеткой**

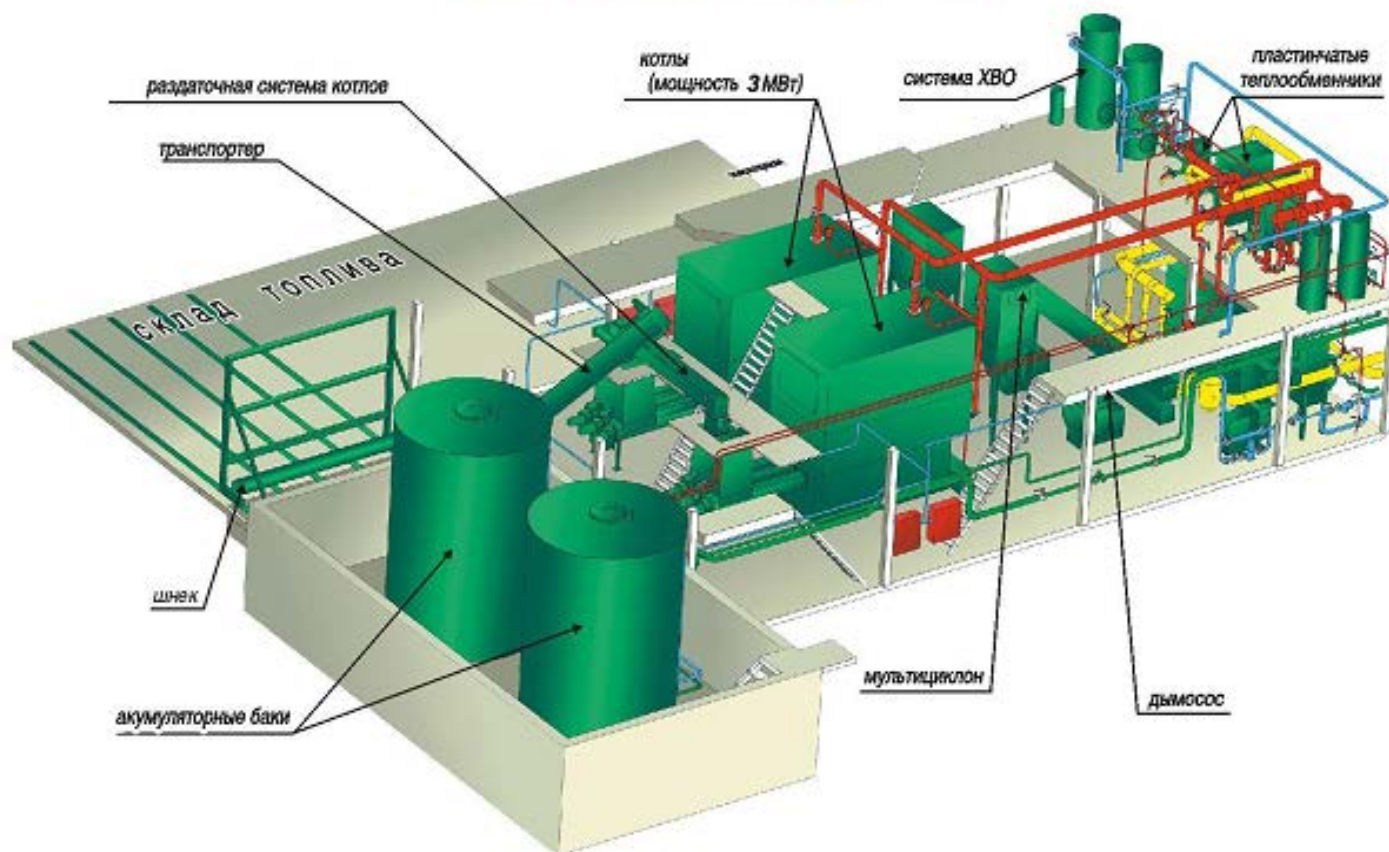


10000-100000 кВт


**котел с кипящим  
слоем**



## Общий вид в автоматизированных котельных на биотопливе (щепы, фрезерный торф; 7 МВт)



*Г. Усть-Кут Иркутской области, котельная «Лена-Восточная», предприятие инвестор ООО «Энергосфера – Иркутск». Концессия.*



Ввод в эксплуатацию:	2013 г.
Установленная мощность:	10 МВт
Подключенная нагрузка:	9,5 МВт
отопительная:	8 МВт
ГВС:	1,5 МВт
Годовая реализация тепла:	20000 Гкал
Объем инвестиций:	120 млн. руб.
Расчетный срок окупаемости:	6 лет
Необходимый тариф на период окупаемости:	4 тыс. руб.
Тариф после возврата инвестиций:	2,2 тыс. руб.

*Г. Киренск, Иркутской области,  
котельная мкр. «Мельничный»,  
частный инвестиционный проект  
ООО «КиренскТеплоРесурс».*

Ввод в эксплуатацию	декабрь 2014 г.
Установленная мощность котельной	22 МВт щепы
Подключенная нагрузка:	14 МВт
Годовая реализация тепла	30000 Гкал

Объем инвестиций	250 млн. руб.
Расчетный срок окупаемости	5 лет
Необходимый тариф на период окупаемости	4,3 тыс. руб.
Тариф после возврата инвестиций	2,2 тыс. руб.



# Модульная аварийная котельная 75 кВт



# Модульная котельная 145 кВт

(2 котла производства РФ по лицензии литовской компании: 1x50 кВт и 1x95 кВт).

Топливо: пеллеты древесные, из соломы, из лузги подсолнечника, микс. 50 кВт котел универсальный-снимается пеллетная горелка и вставляется колосниковая решетка- котел готов работать на дровах или брикетах. Инжиниринг фирмы ЕКО Holz-und Pellethandel GmbH совместно с SISTEME INTELIGENTE IN ENERGETICA S.R.L.



Спасибо за внимание.



**BiomassConsult**  
**W.L.J. Hartkamp, PhD**  
**Niederlande**  
**www. <http://biomassconsult.com>**

**EKO Holz-und Pellethandel**  
**Deutschland**  
**www.eko-pellethandel.de**  
**Tel.+49-172-6776539**  
**E-mail:**  
**s.perederi@eko-pellethandel.de**  
**Сергей Передерий**