



TM MASH

TM MASH, Санкт-Петербург
тел/факс: +7 (812) 702 56 50 +7 (812) 987 26 33
info@tmmash.ru www.tmmash.ru

Системы утилизации тепла / когенерационные установки

Общая информация

Тепловой модуль (ТМ) – основной элемент систем утилизации тепла (СУТ).

Главная задача ТМ – отбор тепла из тепловой энергии, выделяемой в двигателе внутреннего сгорания, при выработке электричества. ТМ позволяет в значительной степени повысить суммарный коэффициент использования топлива, доведя его значение до 80-85%.

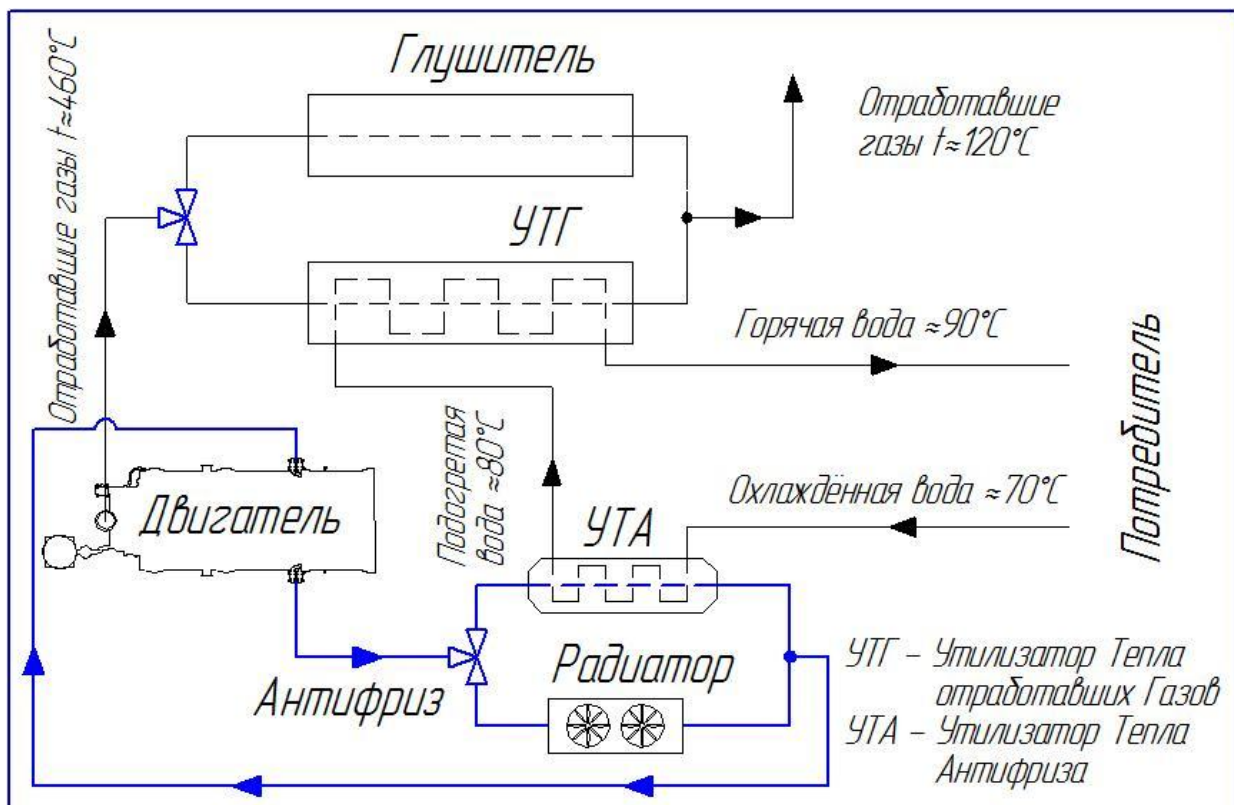
На многих объектах все затраты на установку систем утилизации тепла окупаются за 4-7 месяцев.

Во время работы двигателя внутреннего сгорания тепловая энергия утилизируется в ТМ следующим образом:

- УТА снимает тепло антифриза двигателя – вместо охлаждения антифриза на радиаторе охлаждения (градирне) антифриз отдает свою тепловую энергию на нагрев воды потребителя.
- УТГ снимает тепло с уходящих выхлопных газов двигателя: температура уходящих дымовых газов на выходе из двигателя составляет порядка 450 - 550 °С, температура газов на выходе из УТГ составляет 120 – 180 °С. Данное понижение температуры позволяет обеспечить существенный нагрев воды потребителя.

Общая величина утилизируемой тепловой энергии сопоставима с вырабатываемой электроэнергией – в среднем на 100% кВт полученной электроэнергии вырабатывается 110%-130% кВт тепла.

Вот пример типовой тепловой схемы:



Экономическая составляющая

Экономия от использования систем утилизации тепла получается за счет того факта, что вам не требуется приобретать тепло у сетевых организаций, либо приобретать топливо на выработку тепла в собственной котельной.

Пример расчета ТЭО на основе теплового модуля для газопоршневой установки Caterpillar G3516B (эл. мощность 1 165 кВт):

Максимальная тепловая мощность = 1 350 кВт;

Средняя тепловая мощность = 1010 кВт - при учете загрузки ДВС на 75%;

Средняя годовая наработка СУТ = 3 000 часов – при учете небольшой длительности отопительного сезона 200 дней и ежедневной работы ДВС по 15 часов;

Стоимость выработки 1 кВтч тепла на котельной = 0,56 руб. с НДС – при стоимости газа 5 руб за 1 м³ (стандартная усредненная стоимость по РФ)

Годовая выработка тепла на СУТ = 1010 кВт * 3 000 = 3 030 000 кВтч;

Таким образом, **годовая экономия составит: 0,56 * 3 030 000 = 1 697 000 руб.;**

Учитывая, что стоимость данного теплового модуля составляет порядка 3 250 000 руб. с НДС, **срок окупаемости составит: 3 250 000 / 1 697 000 = 1,91 года.** То есть 1 год и 11 месяцев.

При утилизации тепла с **дизель-генераторной установки**, срок окупаемости получается **в 4,8 раза быстрее.** Это объясняется тем фактом, что стоимость выработки тепла на котельной, работающей на дизельном топливе, выше в 4,8 раза, чем на газовой котельной.

Ниже приведена фотография того объекта, на примере которого рассчитан приведенный выше ТЭО:



Памятка для оценки реальной экономической эффективности

В среднем принимаем, что при выработке 1 кВтч эл/эн утилизируется около 1,15 кВтч тепла, что составляет чуть меньше, чем 1 МКал (0,001ГКал).

Количество вырабатываемого тепла [в кВтч] на генераторной установке, при средней нагрузке на 75%, можно, приблизительно, рассчитать следующим образом:

$$Q = P_{эл} * 1,15 * 0,75 * n_z, \text{ где}$$

Q - тепловая мощность, утилизированная за год

$P_{эл}$ - электрическая мощность ДГУ/ДЭС/ГПУ, на которую будет установлен ТМ

n_z - часы работы утилизации тепла в год (грубо говоря, отопительный период занимает 2/3 года. Средняя годовая нагрузка генераторных станций обычно не превышает 5000 – 8000 часов. Следовательно, обычно годовая наработка ТМ в часах составляет от 3000 часов до 6000 часов. Самое распространенное значение – 4 200 часов).

Ниже приведена таблица со средней стоимостью тепла при его выработке на различных видах топлива:

Топливо	стоимость выработки, руб.			
	1 кВтч	1 МВтч	1 МКал	1 ГКал
природный газ	0,56	559	0,65	650
пропан-бутан (СУГ)	2,41	2 408	2,80	2800
дизель	2,92	2 923	3,40	3400
уголь или торф	1,03	1 032	1,20	1200
приобретение из теплосети	0,95	946	1,10	1100

Тогда годовая экономия равна:

Экономия = Q * стоимость выработки (на текущий момент)

Пример:

Электрическая мощность ДГУ = 800 кВт;

Годовая нагрузка ДГУ = 6 000 часов;

Отопительный период = с октября по май (8 мес., т.е. 2/3 года);

Тогда годовая выработка тепла в часах: $n_z = 6000 * \frac{2}{3} = 4000$ часов

Годовая выработка тепла в кВтч: $Q = 800 * 1,15 * 0,75 * 4000 = 2760000$ кВтч

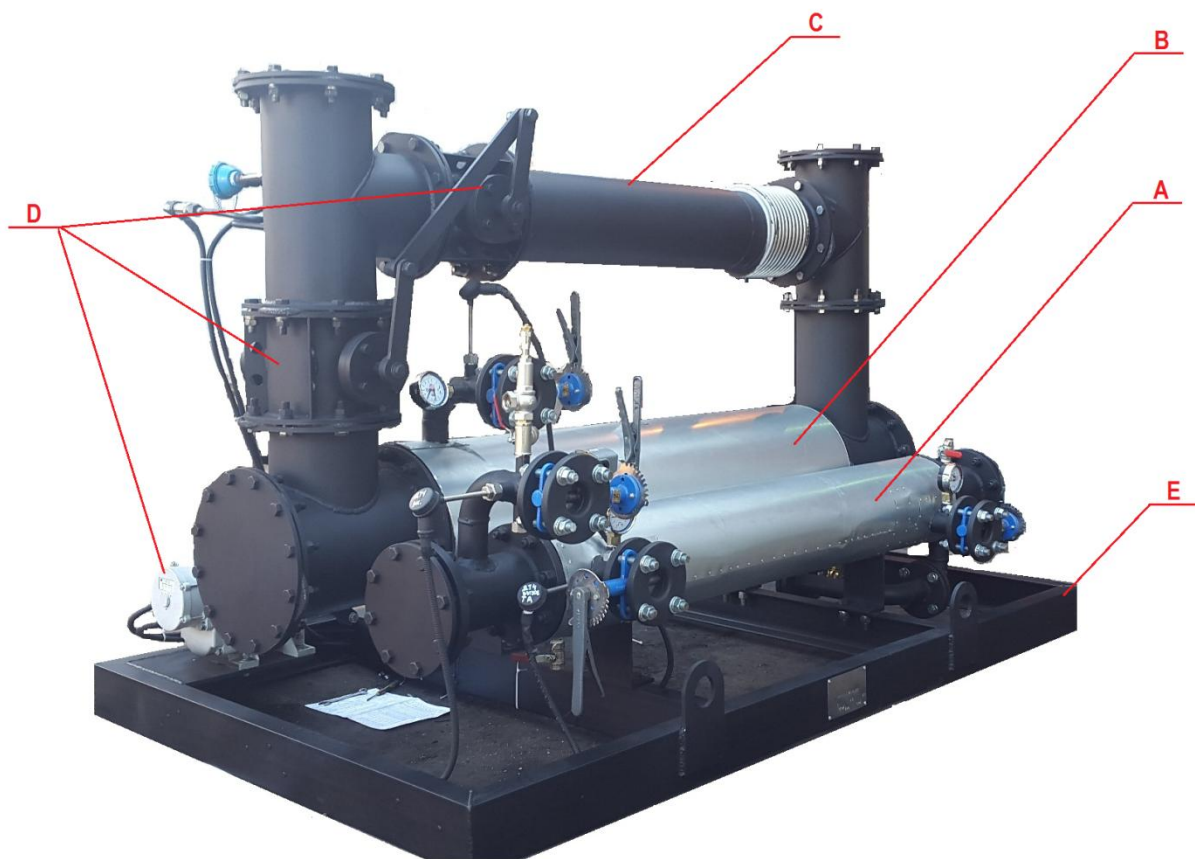
Итоговая годовая Экономия:

- **2 760 000 * 2,92 = 8 060 000 руб.** - в сравнении с выработкой тепла на дизельной котельной;
- **2 760 000 * 1,03 = 2 840 000 руб.** - в сравнении с выработкой тепла на угольной котельной.

Техническое описание

В состав ТМ традиционно входит:

- A. Утилизатор тепла антифриза (УТА)
- B. Утилизатор тепла уходящих газов (УТГ) - также называемый «котел-утилизатор»
- C. Байпасный трубопровод
- D. Переключатель потоков дымовых газов (в едином корпусе либо в составе двух заслонок с единым электроприводом и рычажным механизмом)
- E. Рамное основание
- F. Трубопроводная обвязка утилизаторов по трассам антифриза и сетевого теплоносителя
- G. Комплект КИПиА
- H. Шкаф автоматического управления



Конструктивные особенности тепловых модулей, производимых «ТМ МАШ»:

А. Мы разрабатываем и производим котлы-утилизаторы выхлопных газов (УТГ) как жаротрубного, так и водотрубного типов. Жаротрубные котлы-утилизаторы – кожухотрубчатые теплообменники, в трубках которых протекают выхлопные газы (отдающие тепло), а в межтрубном пространстве находится рабочая среда теплового контура (принимающая тепло от уходящих газов). Водотрубные котлы-утилизаторы – кожухотрубчатые теплообменники, в которых по трубкам происходит переток нагреваемой среды, а греющая среда (выхлопные газы) протекают в межтрубном пространстве.



В. Утилизаторы тепла антифриза (УТА), которыми мы комплектуем наши тепловые модули, обычно, являются кожухотрубчатыми теплообменниками, но по желанию заказчиков мы можем применять и пластинчатые теплообменники.

Примечание:

➤ Опыт показывает, что кожухотрубчатые теплообменные аппараты (ТА) имеют большую длину, чем пластинчатые, зато могут иметь меньший диаметр (ширину) и, главное, могут располагаться абсолютно в любом направлении. Таким образом, фактически разместить УТА с кожухотрубчатым ТА легче, чем с пластинчатым;

➤ Трубчатые ТА существенно более простые и надежные в эксплуатации – для очистки не требуется спец- инструментов, а также после промывки не приходится докупать пришедшие в негодность прокладки (как у пластинчатых ТА)



С. На байпасном участке теплового модуля мы устанавливаем компенсатор, не позволяющий температурным расширениям повредить ТМ.

D. Переключатель потоков дымовых газов выполняется либо в едином корпусе либо системой из двух задвижек, соединенных рычажным механизмом. Приводом переключателя потоков дымовых газов является электроисполнительный механизм (обычно мы применяем МЭО)



E. Стандартно «ТМ МАШ» отгружает тепловые модули, установленные на раму либо внутри каркаса. Это делается для упрощения монтажа и сохранности при транспортировке оборудования.

F. Трубопроводная обвязка тепловых модулей по линии сетевого теплоносителя и охлаждающей жидкости (антифриза) от ДВС к УТА включает в себя основную трубопроводную арматуру, часть трубопроводов (в границах ТМ) и иные узлы обвязки.

G. АСУТП теплового модуля включает в себя комплект смонтированных на тепловом модуле датчиков и шкаф управления тепловым модулем. Алгоритм управления позволяет максимально упростить работу обслуживающего персонала – тепловой модуль является практически автономным.



Все тепловые модули разрабатываются с учетом минимальных габаритных размеров и простоты в обвязке по всем трассам (антифриз, дымовые газы, теплоноситель сетевого контура).

Тепловые модули изготавливаются на рабочее давление жидких сред – 0,6-0,8 МПа.

Все тепловые модули в сборе, а также и по отдельным узлам проходят обязательные гидравлические испытания на нашем производстве. Испытательное давление – 1,0 МПа.

Основные варианты исполнения тепловых модулей:

- ТМ в полной заводской готовности, снабженный шкафом автоматического управления и всеми системами, описанными выше. Данный вариант исполнения теплового модуля позволяет максимально использовать тепловую энергию ДВС и требует от заказчика минимум усилий в проектировании и монтаже когенерационной системы.



Варианты типовых полных тепловых модулей:

Модель	Расход воды		Расход антифриза		Теплопроизводительность, кВтч	Теплопроизводительность, гКал
	т/ч	м3/ч	т/ч	м3/ч		
ТММ-ТМ.80	2,7	2,8	3,3	3,2	80	0,0688
ТММ-ТМ.120	4,1	4,2	4,9	4,7	120	0,1032
ТММ-ТМ.160	5,5	5,6	6,6	6,3	160	0,1376
ТММ-ТМ.200	6,9	7,0	8,2	7,9	200	0,172
ТММ-ТМ.250	8,6	8,8	10,3	9,9	250	0,215
ТММ-ТМ.300	10,3	10,5	12,3	11,9	300	0,258
ТММ-ТМ.350	12,0	12,3	14,4	13,8	350	0,301
ТММ-ТМ.400	13,7	14,1	16,5	15,8	400	0,344
ТММ-ТМ.450	15,4	15,8	18,5	17,8	450	0,387
ТММ-ТМ.500	17,1	17,6	20,6	19,8	500	0,43
ТММ-ТМ.600	20,6	21,1	24,7	23,7	600	0,516
ТММ-ТМ.700	24,0	24,6	28,8	27,7	700	0,602
ТММ-ТМ.800	27,4	28,1	32,9	31,6	800	0,688
ТММ-ТМ.900	30,9	31,6	37,0	35,6	900	0,774
ТММ-ТМ.1000	34,3	35,2	41,1	39,6	1000	0,86
ТММ-ТМ.1200	41,1	42,2	49,4	47,5	1200	1,032
ТММ-ТМ.1500	51,4	52,7	61,7	59,3	1500	1,29
ТММ-ТМ.1750	60,0	61,5	72,0	69,2	1750	1,505
ТММ-ТМ.2000	68,6	70,3	82,3	79,1	2000	1,72
ТММ-ТМ.2250	77,1	79,1	92,6	89,0	2250	1,935
ТММ-ТМ.2500	85,7	87,9	102,8	98,9	2500	2,15
ТММ-ТМ.3000	102,8	105,5	123,4	118,7	3000	2,58

Расход задан при температурном режиме сетевого теплоносителя (вода или антифриз) 70/95 и температуре отходящих газов после котла утилизатора – 120С

- ТМВГ – тепловой модуль утилизации выхлопных газов. Данный тепловой модуль включает в свой состав котел-утилизатор и переключатель потока, установленные на общей раме, байпасную линию по газовыхлопу. В состав ТМВГ по требованию заказчика может входить комплект КИПиА и шкаф управления ТМВГ. ТМВГ отдельно от утилизатора антифриза обычно используется при компоновке когенерационной станции на разных этажах в здании энергоцентра (в таком случае ТМВГ обычно устанавливают на этаж выше, чем ДВС). Также разбивка полного теплового модуля на ТМВГ и ТМВВ происходит при компоновке когенерационной станции в блок-модульном исполнении.



Варианты типовых ТМВГ

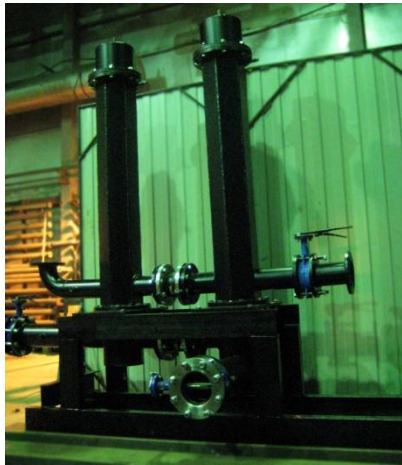
Модель	Расход воды		Расход антифриза		Теплопроизводительность, кВтч	Теплопроизводительность, гКал
	т/ч	м3/ч	т/ч	м3/ч		
ТММ-ТМВГ.40	2,3	2,3	2,7	2,6	40	0,0344
ТММ-ТМВГ.60	3,4	3,5	4,1	4,0	60	0,0516
ТММ-ТМВГ.80	4,6	4,7	5,5	5,3	80	0,0688
ТММ-ТМВГ.100	5,7	5,9	6,9	6,6	100	0,086
ТММ-ТМВГ.150	8,6	8,8	10,3	9,9	150	0,129
ТММ-ТМВГ.200	11,4	11,7	13,7	13,2	200	0,172
ТММ-ТМВГ.250	14,3	14,7	17,1	16,5	250	0,215
ТММ-ТМВГ.300	17,1	17,6	20,6	19,8	300	0,258
ТММ-ТМВГ.400	22,9	23,4	27,4	26,4	400	0,344
ТММ-ТМВГ.500	28,6	29,3	34,3	33,0	500	0,43
ТММ-ТМВГ.600	34,3	35,2	41,1	39,6	600	0,516
ТММ-ТМВГ.700	40,0	41,0	48,0	46,2	700	0,602
ТММ-ТМВГ.800	45,7	46,9	54,9	52,7	800	0,688
ТММ-ТМВГ.900	51,4	52,7	61,7	59,3	900	0,774
ТММ-ТМВГ.1000	57,1	58,6	68,6	65,9	1000	0,86
ТММ-ТМВГ.1200	68,6	70,3	82,3	79,1	1200	1,032
ТММ-ТМВГ.1500	85,7	87,9	102,8	98,9	1500	1,29

В таблице указаны данные на жаротрубные котлы-утилизаторы.

Аэродинамическое сопротивление котла-утилизатора не превышает 3 кПа.

Расход задан при температурном режиме сетевого теплоносителя (вода или антифриз) 80/95 и температуре отходящих газов после котла утилизатора – 120С

- ТМВВ – тепловой модуль водо-водяной. ТМВВ служит для утилизации тепла антифриза. Данный тепловой модуль включает в свой состав утилизатор антифриза (УТА), трубопроводную обвязку, включающую необходимую трубопроводную арматуру и приборы КИПиА. Часто ТМВВ используется в системах без утилизации выхлопных газов, в таком случае в состав ТМВВ входит упрощенный автономный щит управления. Существуют проекты, в которых на линии утилизации антифриза устанавливается типовой ТМВВ, а на трассе выхлопных газов вместо ТМВГ устанавливается рекуператор, утилизирующий тепло отходящих газов в нагрев теплого воздуха («ТМ МАШ» разработало несколько подобных объектов).



Варианты типовых ТМВВ:

Модель	Расход воды		Расход антифриза		Теплопроизводительность, кВтч	Теплопроизводительность, гКал
	т/ч	м3/ч	т/ч	м3/ч		
ТММ-ТМВВ.40	3,4	3,5	4,1	4,0	40	0,0344
ТММ-ТМВВ.60	5,1	5,3	6,2	5,9	60	0,0516
ТММ-ТМВВ.80	6,9	7,0	8,2	7,9	80	0,0688
ТММ-ТМВВ.100	8,6	8,8	10,3	9,9	100	0,086
ТММ-ТМВВ.150	12,9	13,2	15,4	14,8	150	0,129
ТММ-ТМВВ.200	17,1	17,6	20,6	19,8	200	0,172
ТММ-ТМВВ.250	21,4	22,0	25,7	24,7	250	0,215
ТММ-ТМВВ.300	25,7	26,4	30,9	29,7	300	0,258
ТММ-ТМВВ.400	34,3	35,2	41,1	39,6	400	0,344
ТММ-ТМВВ.500	42,9	44,0	51,4	49,4	500	0,43
ТММ-ТМВВ.600	51,4	52,7	61,7	59,3	600	0,516
ТММ-ТМВВ.700	60,0	61,5	72,0	69,2	700	0,602
ТММ-ТМВВ.800	68,6	70,3	82,3	79,1	800	0,688
ТММ-ТМВВ.900	77,1	79,1	92,6	89,0	900	0,774
ТММ-ТМВВ.1000	85,7	87,9	102,8	98,9	1000	0,86
ТММ-ТМВВ.1200	102,8	105,5	123,4	118,7	1200	1,032
ТММ-ТМВВ.1500	128,6	131,9	154,3	148,3	1500	1,29

Расход задан при температурном режиме сетевого теплоносителя (вода или антифриз) 70/80.

Подбор требуемых тепловых модулей

Для правильного подбора тепловых модулей в первую очередь надо определиться с местом их установки:

- В том же контейнере, где расположен электрогенератор;
- Рядом с контейнером/кожухом, где расположен электрогенератор;
- В здании, рядом с генератором;
- На крыше контейнера или здания;
- Иное место расположения.

Далее требуется определить, какой сетевой теплоноситель будет использован – вода либо антифриз.

На следующем этапе изучаются параметры ДГУ/ГПУ и определяется максимальный уровень теплосъема с линии антифриза и выхлопных газов.

После определения данных трех моментов можно предварительно подобрать требуемое оборудование.

При этом мы настоятельно рекомендуем вопрос подбора тепловых модулей поручить специалистам «ТМ МАШ». Нам будет достаточно получить наименование агрегата, для которого должен быть установлен ТМ и его технические данные. После обсуждения ваших пожеланий мы сможем оперативно подготовить ТКП на требующийся вам тепловой модуль.

Ждем ваших писем и звонков.

Координаты «ТМ МАШ»:

www.tmmash.ru

info@tmmash.ru

+7 (812) 702-56-50