

УДК 620.9:662.92

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК С РАЗЛИЧНЫМИ РАБОЧИМИ ТЕЛАМИ.

Кузьмич К.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Прокопеня И.Н.

Переход на использование местных видов топлива предприятий энергетики — один из значимых для республики вопросов импортозамещения. Рост цен на ископаемые виды топлив, неоднозначный подход к ценообразованию стран-поставщиков и стран-покупателей делают развитие использования местных видов топлива одним из ключевых вопросов в области экономической безопасности страны. На данном этапе развития энергетической системы в Республике Беларусь есть все возможности для более глубокого внедрения электрических станций, котельных и ТЭЦ на местных видах топлива (древесная щепа, бытовые отходы), а именно две основных составляющих: технология и, непосредственно, само топливо.

Существует два варианта схем построения мини-ТЭЦ на местных видах топлива: применение паросиловой установки и использование ОРЦ-модуля. При этом на малых мощностях классическая паросиловая установка, несмотря на низкую стоимость оборудования, проигрывает органическому циклу Ренкина в плане выработки электрической энергии. Как следствие, срок окупаемости установки с ОРЦ-модулем меньше, чем стоимость установки с классической ПСУ.

Основным отличием схемы с ОРЦ-модулем является наличие твердотопливного термомаляного котла, соединённого с контуром органического цикла Ренкина через термомаляный контур.

Часть тепловой схемы мини-ТЭЦ, обеспечивающей потребителя ГВС и отопления, а так же выработку электрической энергии представлена на рисунке 1.

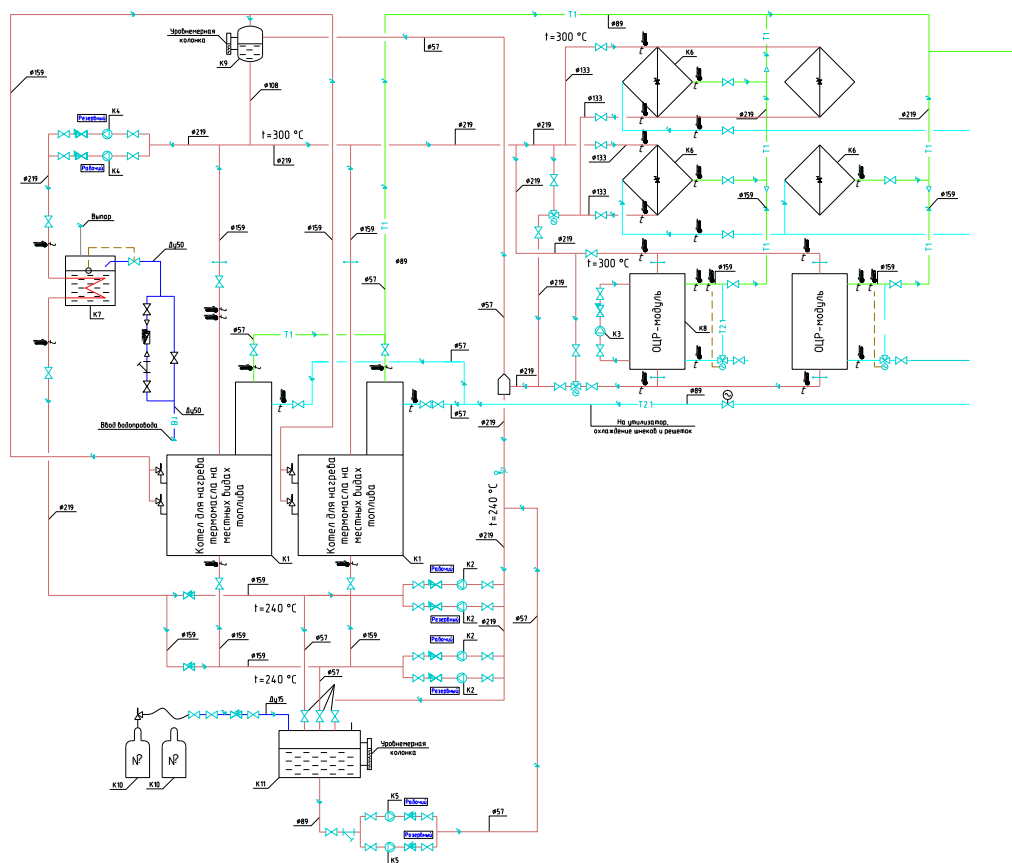


Рисунок 1 – Тепловая схема части мини-ТЭЦ, включающая термомаляные котлы и ОРЦ-модули, соединённые через термомаляный контур

Основным различием органического теплоносителя от воды заключается в температурах и, соответственно, давлениях парообразования. Это позволяет работать турбине работать в области насыщенного либо перегретого пара при низких давлениях, а, следовательно, и повышать выработку электрической энергии. Как пример, приведем *ph*-диаграмму для органического теплоносителя Terminol VP-1 на рисунке 2.

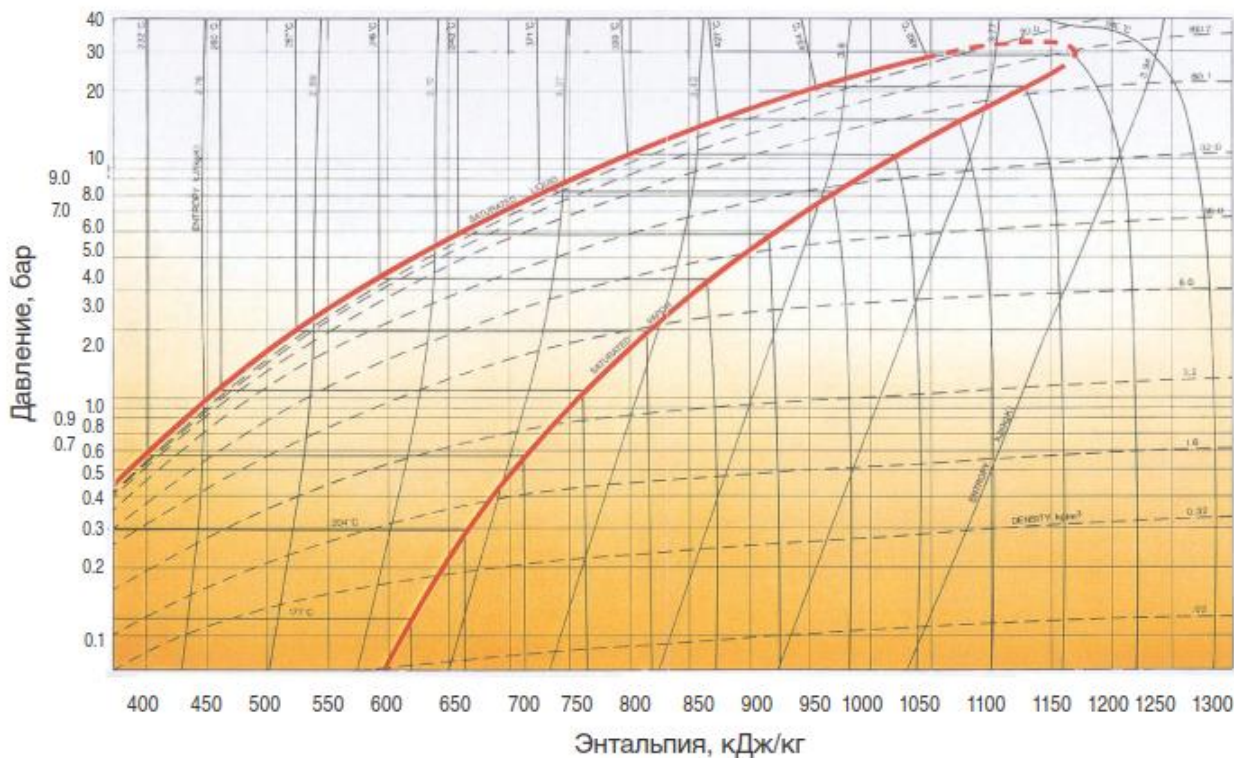


Рисунок 2. *ph*-диаграмма для органического теплоносителя Terminol VP-1

Очевидно, что работа турбины в области перегретого пара более осуществима при использовании органического теплоносителя. Для наглядного сравнения, приведем результаты теплового расчёта двух схем: ПСУ с твердотопливными паровыми котлами и ОРЦ с твердотопливными котлами. Следует отметить, что при сравнении котлы подбирались одинаковой тепловой мощности, а также выбиралась одинаковая нагрузка отопления, вентиляции и ГВС. Задачей сравнения являлось определение электрической мощности агрегаторов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения ПСУ и ОРЦ-циклов

Параметр	Схема с ОРЦ-установкой	Схема с ПСУ
Тип теплоносителя и его параметры на выходе из котла	Термомасло, $t = 320 \text{ }^\circ\text{C}$	Насыщенный пар, $p = 14 \text{ ата}$, $t = 194 \text{ }^\circ\text{C}$
Тип теплоносителя и его параметры перед турбиной	Органический теплоноситель в паровой фазе с $t = 310 \text{ }^\circ\text{C}$, $h = 843,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Насыщенный пар с $t = 194 \text{ }^\circ\text{C}$, $h = 2788 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Относительный внутренний КПД турбины	0,8	0,65

Параметры теплоносителя за турбиной	Органический теплоноситель в паровой фазе с $t = 185 \text{ }^\circ\text{C}, h = 715 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Влажный пар с $t = 140 \text{ }^\circ\text{C}$, $h = 2630 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Параметры теплоносителя за конденсатором	Насыщенная жидкость с $t = 80 \text{ }^\circ\text{C}, h = 110,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Влажный пар с $t = 140 \text{ }^\circ\text{C}$, $h = 940 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Мощность установки, кВт	2200	1143

Тем не менее, такой вид диаграммы, в частности пограничной кривой, сказывается на электрическом КПД (порядка 20%). Именно поэтому на больших мощностях и более высоких параметрах пара классическая схема ПСУ оказывается более выгодной, нежели ОРЦ-цикл.