

УДК 622.276.4

Рахимов А.А., кандидат технических наук, доцент

Ержанова Ж.Т., преподаватель

Бекешев Н.С., магистрант

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»,

г. Уральск, Республика Казахстан

СОКРАЩЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРИ СБОРЕ И ПОДГОТОВКЕ НЕФТИ

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос предварительного обезвоживания нефти в установке с применением тепловых насосов для систем теплоснабжения. По результатам анализа показаны преимущества и недостатки данных устройств. В качестве источника низкопотенциальной тепловой энергии могут использоваться подземные воды с относительно низкой температурой либо грунт поверхностных (глубиной до 400 м) слоев земли. Теплосодержание грунтового массива в общем случае выше. Тепловой режим грунта поверхностных слоев земли формируется под действием двух основных факторов – падающей на поверхность солнечной радиации и потоком радиогенного тепла из земных недр. Сезонные и суточные изменения интенсивности солнечной радиации и температуры наружного воздуха вызывают колебания температуры верхних слоев грунта. Глубина проникновения суточных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий колеблется в пределах от нескольких десятков сантиметров до полутора метров. Глубина проникновения сезонных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации не превышает, как правило, 15–20 м.

***Ключевые слова:** скважинная продукция, разделение суспензий, нефть, газ, вода, установка предварительного сброса воды, продукты разделения, теплоснабжение, насос тепловой, теплообменник, хладагент, испаритель.*

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет сегодня собой одну из глобальных мировых проблем, успешное решение которой, по-видимому, будет иметь определяющее значение не только для дальнейшего развития мирового сообщества, но и для сохранения среды его обитания. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение новых энергосберегающих технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ). Истощение запасов традиционного ископаемого топлива и экологические последствия его сжигания обусловили в последние десятилетия значительное повышение интереса к этим технологиям практически во всех развитых странах мира. Преимущества технологий теплоснабжения, использующих нетрадиционные источники энергии, по сравнению с их традиционными аналогами связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и с их экологической чистотой, а также с новыми возможностями в области повышения степени автономности систем жизнеобеспечения. По всей видимости, в недалеком будущем именно эти качества будут иметь определяющее значение в формировании конкурентной ситуации на рынке теплогенерирующего оборудования.

Энергосбережение – одна из основных проблем, решаемых мировым сообществом в настоящее время. Преследуются две цели – сохранение невозобновляемых энергоресурсов и сокращение вредных выбросов в атмосферу продуктов сгорания, являющихся, в частности, основным фактором глобального потепления. Одним из важнейших направлений решения указанной проблемы является использование энергосберегающих технологий на основе применения тепловых насосов. Тепловые насосы, осуществляя обратный термодинамический

цикл на низкокипящем рабочем веществе, утилизируют низкопотенциальную теплоту естественных, промышленных и бытовых источников, генерируют теплоту высокого потенциала, затрачивая при этом в 1,2 – 2,3 раза меньше первичной энергии, чем при прямом сжигании топлива.

Эффективное замещение с помощью тепловых насосов (ТН) в системах промышленного и гражданского теплоснабжения ископаемых видов топлива на тепло возобновляемых и вторичных источников является одним из практических направлений энергосбережения и охраны окружающей среды.

На месторождении Узень существует обычная система сбора и внутрипромыслового транспорта нефти. Актуальным с точки зрения ускорения процесса добычи и подготовки без потери нефти является необходимость подогрева для повышения эффективности процессов разделения скважинной продукции за счет уменьшения рабочего времени на получение единицы продукции и снижения материальных и энергетических затрат при улучшении качества продукции.

В работе рассматривается технология добычи, сбора и подготовки нефти тепловыми методами с ограничением процессов сжигания топлива для его подогрева за счет использования низкопотенциального природного тепла скважинной продукции, которое трансформируют в тепловых насосах в источник подогрева нефти более высокого потенциала.

В Казахстане, за редким исключением, отражает уровень научных подходов и технических решений прошлого века. В условиях наметившейся переориентации теплоэнергетического хозяйства страны на развитие низкотемпературных централизованных и смешанных систем теплоснабжения роль ТН возрастает, что требует разработки новых научно обоснованных подходов к их широкому применению в различных областях. Применение тепловых методов является актуальной, и нуждается в рассмотрении в связи с нарастающим использованием вторичного тепла в наш стремительно развивающийся век.

Нефть со скважин поступает на «Спутник» уже остывший с низкой температурой (20-30⁰С), поэтому часто происходит забивание загустевшей нефтью и парафином переключателя скважин (ПСМ) и замерной емкости типа «импульс». Для нагрева переключателя скважин от линии горячей нефти, идущей в нефтесборный коллектор к «Спутник» были проложены байпасные линии, по которым постоянно циркулируется горячая нефть. В качестве буферной емкости на групповой установке, где происходит первая ступень сепарации нефти, используется емкость 50-80 м. Буферная емкость оборудуется линиями ввода и выхода нефти и газа, предохранительными клапанами и автоматом откачки. Для предупреждения застывания нефти в буферной емкости к последней подведена линия горячей нефти, после печи групповой установки применяются насосы 9МГР, однако центрабежные насосы обеспечивают нормальную откачку нефти только при непрерывной работе. Если же насос остановить на непродолжительное время (до 1 часа), нефть в насосе застывает и пустить его в работу без подогрева не представляется возможным. Для подогрева нефти на групповых установках применяются огневые трубчатые печи с поверхностью нагрева 58м² конструкции «Гипрогрознефть».

Тот факт, что при проведении сепарации в оптимальных условиях нефти может быть получено на 3-5% больше, не всегда учитывается на промыслах.

Выбор оптимальных условий сепарации определяется целью процесса: это или

- 1) максимально возможный выход нефти из единицы объема смеси или
- 2) максимальное содержание пропан-бутановых (С₃-С₄) фракций в газе сепарации.

В первом случае газ используется как топливо. Во втором – газ идет на переработку и ее эффективность в значительной мере зависит от наличия пропан-бутановых компонентов в товарном газе промысла. Потери в весе товарной нефти в данном случае окупаются утилизацией пропан-бутановых фракций.

Актуальным с точки зрения ускорения процесса обезвоживания и исключения возможности потери нефти является необходимость подогрева для повышения эффективности процессов очистки скважинной продукции за счет уменьшения рабочего времени на получение

единицы продукции и снижения материальных и энергетических затрат при улучшении качества продукции.

Поэтому расширение области применения и повышения эффективности тепловых устройств является одним из острых проблем внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий и защиты окружающей среды.

Учитывая эти обстоятельства, на месторождении Кенбай предлагается для получения тепла вместо огневых трубчатых печей использовать тепловые насосы, работающие с использованием низкопотенциальной энергии скважинной продукции и применение конструкции теплообменного аппарата опытной установки с тепловым насосом для теплоснабжения установок предварительного сброса воды и групповых замерных установках в системе сбора и подготовки скважинной продукции [1, С.32].

Тепловые насосы - устройства, в которых тепловая энергия от источника низкого потенциала переносится к источнику более высокого потенциала, то есть имеет место трансформация тепловой энергии (Рисунок 1). Принцип работы их основан на термокомпрессии. Применяя тепловой насос, можно из тепловой воды, циркулирующей в обратных системах водоснабжения и поступающей на градирни с температурой 35 - 40 °С получить горячую воду с температурой 70 - 90 °С. [2, С.14] Экономическая эффективность ТСТ во многом определяется выбором низкопотенциальных источников теплоты (НПИТ), который должен удовлетворять следующим требованиям: доступность, стабильность, достаточный запас мощности и низкая стоимость. В свою очередь, свойства НПИТ оказывают влияние на выбор схемного решения системы теплоснабжения: применение того или иного типа ТН, использование моно - или бивалентной схемы, решение схемы автоматизации системы, необходимость применения теплоаккумуляторов.

Ключевым элементом в работе теплового насоса является хладагент. Процесс передачи тепловой энергии возможен благодаря свойству хладагента кипеть при небольших температурах и увеличению его давления с помощью компрессора. Циркуляция хладагента осуществляется по закрытому контуру. Когда он попадает в теплообменник (испаритель) начинается процесс испарения, даже под воздействием низкой температуры (8-12°С) грунтовой или речной воды. В этом процессе хладагент принимает тепловую энергию воды на себя и кипит. Образовавшийся пар втягивается компрессором и сжимается. После этого разогретый и находящийся под высоким давлением хладагент поступает во второй теплообменник (конденсатор), где передает энергию контуру отопления. В процессе отдачи тепла хладагент переходит в состояние жидкости и попадает в расширитель, где его давление понижается. Находящийся под низким давлением и охлажденный хладагент готов пройти следующий цикл работы.

Источником низкопотенциальной энергии для работы теплового насоса может быть тепло естественного природного происхождения. К таким источникам относятся наружный воздух; грунтовые, артезианские и термальные воды; речные, озерные и морские воды.

Эффективность использования грунтовых вод возрастает при достаточной изученности местности, при наличии пробуренных ранее скважин, при пониженной агрессивности воды, при подключении возможно большего числа объектов теплоснабжения к одной скважине [3, С.44]. Наличие большого количества выведенных из эксплуатации скважин на месторождении позволяет в полной мере использовать дешевый источник низкопотенциальной энергии.

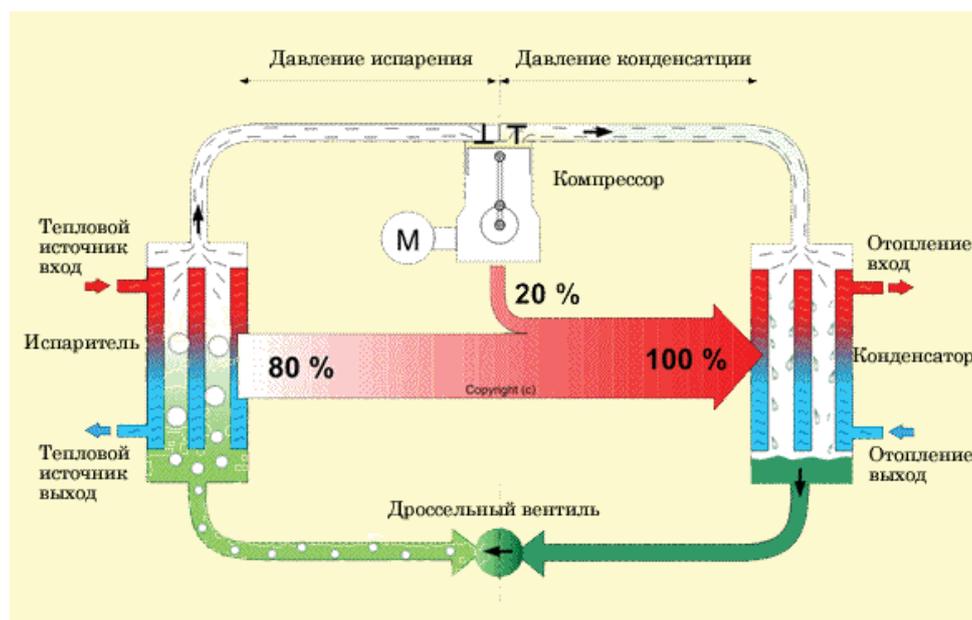


Рисунок 1 - Схема теплового насоса

Температура подземных вод (от 6 до 13⁰С) остается практически неизменной в течение всего года, что объясняет экономическую целесообразность установки подобных систем. Вода возвращается в тот же горизонт и в тех же количествах, не входя в контакт с окружающей средой, но теряя в температуре порядка 3⁰С.

Тепловой насос это одна из самых современных систем теплоснабжения. При правильной разработке и установке, он требует минимальных текущих затрат. Рабочий процесс теплового насоса проходит без выброса вредных веществ в атмосферу. Автономные системы теплоснабжения на основе теплового насоса используют только 25% от общей полезной энергии отопления, которые используются для привода компрессора теплового насоса. Оставшиеся 75% тепловой насос забирает от энергии солнца, которая накоплена в воздухе, воде или земле.

В сравнении с топливными котлами сжигающими кислород, при работе тепловой насос нет выбросов углекислого газа, отсутствуют какие-либо выбросы в окружающую среду, не оказывается вредного воздействия на организм человека. Используемое тепло от возобновляемых источников энергии позже возвращается в окружающую среду через теплопотери зданий и сооружений без вредных выбросов в атмосферу. При этом отсутствуют расходы на хранение топлива, и нет необходимости в оборудовании дымохода.

Основное отличие теплового насоса от других генераторов тепловой энергии, например, электрических, газовых и дизельных генераторов тепла заключается в том, что при производстве тепла до 80% энергии извлекается из окружающей среды.

Здесь для работы ТН можно использовать практически неограниченные ресурсы природного и техногенного низкопотенциального тепла подземных источников, в частности, скважинной продукции с температурой от 30 до 5⁰С. Однако, при этом коэффициент преобразования ТНУ по причине больших перепадов температур в испарителе и конденсаторе снижается до предельных $\eta = 2,5$, определяющих грань конкурентоспособности с лучшими традиционными теплоисточниками. С развитием малоэтажного строительства актуальными становятся задачи по разработке, созданию и апробации эффективных импортозамещающих парокомпрессионных ТН (ПКТН) теплопроизводительностью до 100 кВт и конкурентоспособных схем ТНУ на их основе, адаптированных к суровым природно-климатическим условиям.

На месторождении существует обычная система сбора и внутрипромыслового транспорта нефти с промежуточным подогревом нефти на групповой установке для

обеспечения её транспортировки до головных сооружений. В зависимости от времени года подогрев нефти на ГУ осуществляется до температуры 50-65⁰С.

Для работы печи, часть нефти из общего потока отводится на газосепаратор, где происходит частичная сепарация и отбор газа. Нефть с обводненностью до 30% из сепарационной установки за счет избыточного давления поступает в обезвоживающую установку типа УДО, где осуществляется термохимическое обезвоживание. Нагрев эмульсии производится до 80⁰С, время отстоя — 2 часа. В установку вводится химический реагент диссольван с удельным расходом 50 грамм на тонну нефти. Обезвоженная нефть с остаточным содержанием воды 1-2% из УДО автоматически сбрасывается в буферную емкость и откачивается насосами на головные сооружения промысла - вторую ступень сепарации электрообезвоживания и обессоливания. Пластовая вода из обезвоживающей установки сбрасывается в напорный отстойник для улавливания взвешенной нефти, а затем за счет избыточного давления поступает на площадку подготовки [1, С. 56].

Нефть со скважин поступает на «Спутник» уже остывший с низкой температурой (20-30⁰С), поэтому часто происходит забивание загустевшей нефтью и парафином переключателя скважин (ПСМ) и замерной емкости типа «импульс». Для нагрева переключателя скважин от линии горячей нефти, идущей в нефтесборный коллектор к «Спутник» были проложены байпасные линии, по которым постоянно циркулируется горячая нефть. В качестве буферной емкости на групповой установке, где происходит первая ступень сепарации нефти, используется емкость 50-80 м. Буферная емкость оборудуется линиями ввода и выхода нефти и газа, предохранительными клапанами и автоматом откачки.

Для предупреждения застывания нефти в буферной емкости к последней подведена линия горячей нефти, после печи групповой установки применяются насосы 9МГР, однако центробежные насосы обеспечивают нормальную откачку нефти только при непрерывной работе. Если же насос остановить на непродолжительное время (до 1 часа), нефть в насосе застывает и пустить его в работу без подогрева не представляется возможным. Для подогрева нефти на групповых установках применяются огневые трубчатые печи с поверхностью нагрева 58м² конструкции «Гипрогрознефть».

Тот факт, что при проведении сепарации в оптимальных условиях нефти может быть получено на 3-5% больше, не всегда учитывается на промыслах.

Выбор оптимальных условий сепарации определяется целью процесса: это или

- 1) максимально возможный выход нефти из единицы объема смеси или
- 2) максимальное содержание пропан-бутановых (С₃-С₄) фракций в газе сепарации.

В первом случае газ используется как топливо. Во втором – газ идет на переработку и ее эффективность в значительной мере зависит от наличия пропан-бутановых компонентов в товарном газе промысла. Потери в весе товарной нефти в данном случае окупаются утилизацией пропан-бутановых фракций.

Актуальным с точки зрения ускорения процесса обезвоживания и исключения возможности потери нефти является необходимость подогрева для повышения эффективности процессов очистки скважинной продукции за счет уменьшения рабочего времени на получение единицы продукции и снижения материальных и энергетических затрат при улучшении качества продукции.

Поэтому расширение области применения и повышения эффективности тепловых устройств является одним из острых проблем внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий и защиты окружающей среды.

Учитывая эти обстоятельства, на месторождении Узень предлагается для получения тепла вместо огневых трубчатых печей использовать тепловые насосы, работающие с использованием низкопотенциальной энергии скважинной продукции и применение конструкции теплообменного аппарата опытной установки с тепловым насосом для теплоснабжения установок предварительного сброса воды и групповых замерных установках в системе сбора и подготовки скважинной продукции [1, С. 38].

Тепловые насосы - устройства, в которых тепловая энергия от источника низкого потенциала переносится к источнику более высокого потенциала, то есть имеет место

трансформация тепловой энергии. Принцип работы их основан на термокомпрессии. Применяя тепловой насос, можно из тепловой воды, циркулирующей в обратных системах водоснабжения и поступающей на градирни с температурой 35 - 40 °С получить горячую воду с температурой 70-90 °С [2, С. 16] Экономическая эффективность ТСТ во многом определяется выбором низкопотенциальных источников теплоты (НПИТ), который должен удовлетворять следующим требованиям: доступность, стабильность, достаточный запас мощности и низкая стоимость. В свою очередь, свойства НПИТ оказывают влияние на выбор схемного решения системы теплоснабжения: применение того или иного типа ТН, использование моно - или бивалентной схемы, решение схемы автоматизации системы, необходимость применения теплоаккумуляторов.

Оценка целесообразности применения теплонасосных технологий возможна только для конкретных условий и базируется на сравнении энергетической и экономической эффективности традиционных генераторов тепла и тепловых насосов различных типов. Для объективной оценки разработана методика и проведен анализ разнообразных факторов, влияющих на энергетическую и экономическую эффективность тепловых насосов .

Первичными общепринятым критерием энергетической эффективности тепловых насосов является коэффициент преобразования μ -отношение отданного потребителю тепла к затраченной энергии.

Величина коэффициента преобразования зависит от требуемой температуры для потребителя ($T_{ивт}$) и температуры холодного источника ($T_{инт}$), термодинамических свойств рабочего вещества и особенностей термодинамического циклаТН, технического совершенства конструкции теплового насоса. В первом приближении можно считать, что коэффициент μ зависит в основном от разности температур ($T_{ивт} - T_{инт}$). Чем меньше эта разность, тем выше коэффициент μ . Для высокой эффективности ТН необходимо иметь ИНТ с наиболее высокой температурой и по возможности более низкую требуемую температуру ИВТ.

Для работы теплового насоса не нужно топливо. Нужен источник электроэнергии для работы насоса и компрессора. Принцип действия теплового насоса аналогичен принципу действия холодильника. В обоих есть испаритель, компрессор, конденсатор и дросселирующее устройство - все части объединены в единый контур. В испарителе хладагент нагревается до температуры 6-8°С, отобранной от теплоносителя из скважины, закипает и испаряется. Полученный пар сжимается компрессором. При росте давления температура хладагента поднимается до 35-65°С. Это тепло отдается через теплообменник конденсатора рабочей жидкости потребителя. Охлажденный хладагент снова конденсируется, продавливается через дроссель, давление падает, и хладагент вновь поступает в испаритель, где готов испариться.

Одноступенчатые тепловые насосы хорошо работают при нагреве рабочей среды до 60°С [1, С.74], что ограничивается степенью повышения давления в ступени компрессора не более 7-12 [1, С.76]. Для обеспечения более высоких температур нагрева используются двухступенчатые [2, С.67] или каскадные схемы теплонасосных установок [3, С.88]. Переход к более сложным тепловым схемам позволяет повысить коэффициент трансформации тепла теплонасосных установок, но при этом возрастают капитальные затраты.

Рассмотрим работу теплового насоса с 2-х ступенчатым центробежным компрессором и промежуточным сосудом с тепловой мощностью 17 МВт. На рисунке 2 представлена схема такого теплового насоса с температурой в испарителе 3,5 °С и в конденсаторе 90,1 °С. В качестве рабочего тела в тепловом насосе используется хладагент R-134a (1,1,1,2-тетрафторэтан CH_2F-CF_3) с температурой 101,08 °С и давлением 40,603 бар в критической точке, не оказывающий влияния на озоновый слой.

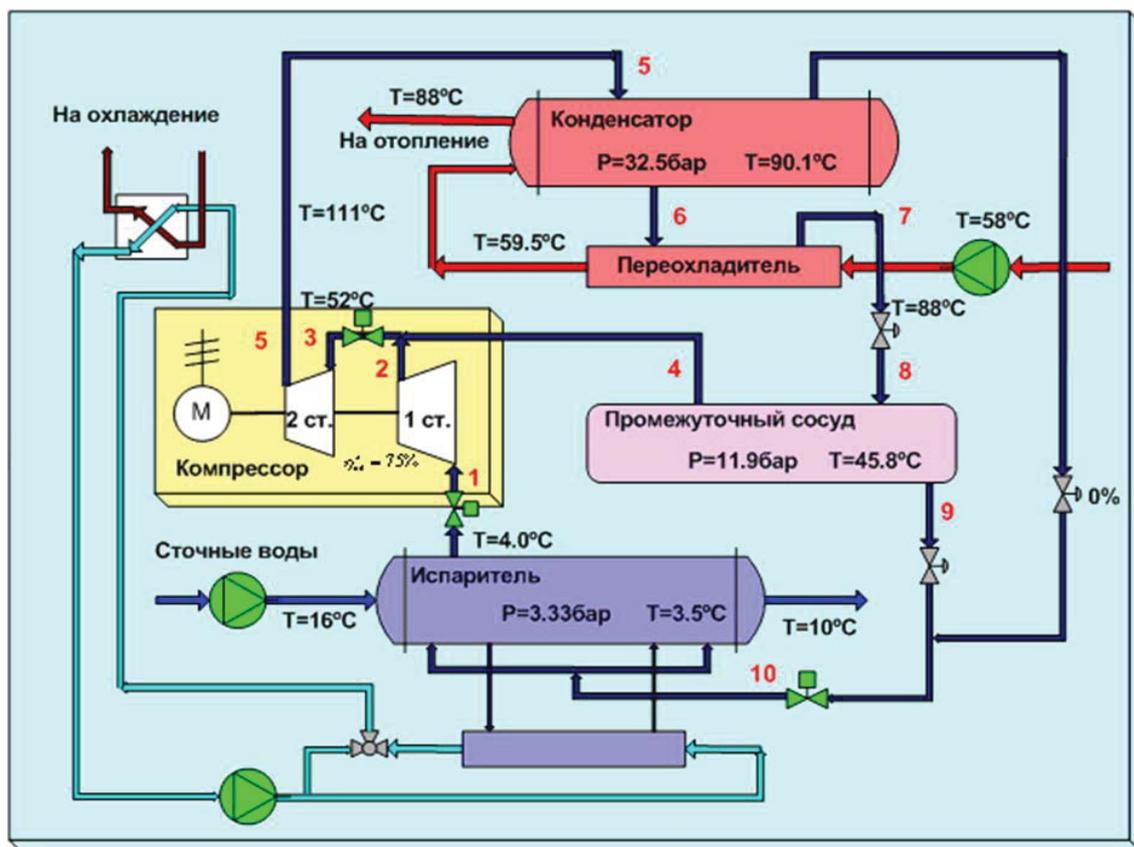


Рисунок 2 –Схема теплового насоса с двухступенчатым компрессором для подготовки горячей воды

Отработанная в тепловом насосе вода направляется далее в УПВ системы поддержания пластового давления, и выходные параметры воды не имеют существенного значения для работы установки. Теплонасосная установка хорошо вписывается в технологическую схему УПСВ в обвязку линий сброса нефти и воды, где буферные емкости нефти заменяются на теплообменники-конденсаторы, а вместо буферных емкостей воды устанавливаются теплообменники-испарители. Оборудование теплонасосной установки монтируется в укрытиях блочного исполнения с хорошей теплоизоляцией.

Действительный коэффициент преобразования можно определить по формуле [3, С. 89]:

$$\mu_{\partial} = \mu_{\partial} = \mu_m \eta_{mn} \quad (1)$$

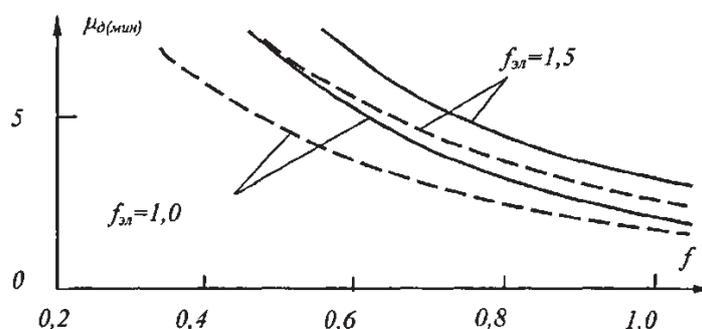
Обращает на себя внимание, что большинство ТН используются, в том числе, при высоких разностях температур $T_2 - T_x$, при которых действительный коэффициент преобразования энергии μ_{∂} имеет экономически недопустимые величины, т.е. меньше 4-х и во многих случаях - меньше 3-х. При таких величинах μ_{∂} использование ТН термодинамически и экономически неприемлемо, т.к. в этом случае поток тепловой энергии от ТН производимая им тепловая энергия меньше, чем тепловая энергия, затраченная при получении электрической энергии на привод теплового насоса. Это не позволяет говорить о сроке окупаемости ТН, т.к. их использование в таких условиях является существенно убыточным (кроме определенных частных случаев).

Очевидно, существует минимальное значение величины $\mu_{\partial (мин)}$ ниже которой использование ТН просто неприемлемо. Для оценки этой величины можно использовать следующее условие:

$$\mu_{\partial (мин)} \eta_{mn} f = f_{эл} + (I/C\tau)k_0 \eta_{mn} \mu_{\partial(мин)} \quad (2)$$

где $f, f_{эл}$ - тарифы соответственно на тепловую и электрическую энергию, руб/(кВт-ч);
 C - срок окупаемости ТН, лет;
 τ - число часов работы ТН в год, ч/год;
 κ_0 - удельная стоимость ТН на 1 кВт номинальной тепловой мощности, руб/кВт.

Анализ этой формулы показывает, что тарифы на электрическую и тепловую энергию достаточно существенно влияют на величину μ_d (мин) (из рисунка 3) [4, С.34].



$\kappa_0 = 6000$ руб/кВт, $\eta_{мин} = 0,6$, $\tau = 8700$ ч/год, $C = 2$ года - сплошная линия, $C = 4$ года - штриховая линия

Рисунок 3 - Зависимость минимального действительного коэффициента μ_d (мин) от соотношения цен на электрическую и тепловую энергии

Рекомендации по минимальным величинам μ_d (мин) при различных условиях приведены ниже (таблица 1).

Таблица 1 - Минимальные величины коэффициентов преобразования энергии

Тепловые насосы	Минимальные величины коэффициентов преобразования энергии
1. ТН с учетом КПД электростанции (0,4), без учета каких-либо потерь	2,5
2. То же, но с учетом КПД $\eta_{тн} = 0,6$	4,0
3. Величина μ_d (мин) по (2.1) при условиях: $\eta_{тн} = 0,6$, $\kappa_0 = 6000$ руб/кВт, $C = 2$ года	4,2-4,5

Выводы

Преимущества и экономическая выгода при использовании теплового насоса вместо традиционных источников тепловой энергии:

- отсутствие материальных расходов на закупку, транспортировку и хранение топлива;
- освобождение значительной территории, которая нужна для обустройства котельной, а также подъездных путей и помещений для складирования топлива;
- энергосбережение и экономия не возобновляемых источников энергии, а также защита окружающей среды;
- сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу;
- автономный и независимый источник отопления и кондиционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Г.П. Энергоэффективные здания с теплонасосными системами теплоснабжения // Жилищно-коммунальное хозяйство. - 2002. - №12. – С. 73-78.
2. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. – Москва: Москомархитектура, 2001. - <http://aquagroup.ru/normdocs/6404>.

3. Гаррис Н.А., Сабитова Л.В. Применение тепловых насосов для утилизации сбросного тепла на насосных и компрессорных станциях магистральных трубопроводов. – Уфа. - УГНТУ, 2003.- 123 с.

4. Глушков А.А. Гаррис Н.А. Грунт, как источник низкотемпературного тепла // матер. 57-й науч.-техн. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов УГНТУ. - Уфа: УГНТУ. 2006. - С. 54.

ТҮЙІН

Мақалада жылу жүйелері үшін жылу сорғыларын пайдаланатын зауытта майдың алдынала сусыздандыру мәселесі қарастырылған. Талдау осы құрылғылардың артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетеді. Төмен әлеуетті жылу энергиясының көзі ретінде салыстырмалы төмен температура немесе жер үсті қабатының беті (тереңдігі 400 м дейін) бар жерасты суы пайдаланылуы мүмкін. Топырақ массивінің жылу мөлшері әдетте жоғары болады. Жердің беткі қабаттарының топырақтың жылулық режимі екі негізгі фактордың - жер бетіндегі күн радиациясының және радионикалық жылудың жердің ішкі қабатының әсерінен қалыптасады. Топырақ массивінің жылу мөлшері әдетте жоғары болады. Жердің беткі қабаттарының топырақтың жылулық режимі екі негізгі фактордың - жер бетіндегі күн радиациясының және радионикалық жылудың жердің ішкі қабатының әсерінен қалыптасады. Сыртқы ауа температурасында маусымдық ауытқулардың тереңдігі және күн радиациясының қарқындылығы 15-20 м-ден аспайды.

RESUME

The issue of preliminary dehydration of oil in a plant using heat pumps for heat supply systems is considered in the article. The analysis shows the advantages and disadvantages of these devices. As a source of low-potential thermal energy, groundwater with a relatively low temperature or a surface of surface layers (up to 400 m deep) can be used. The heat content of the soil massif is generally higher. The thermal regime of the soil of the surface layers of the earth is formed under the influence of two main factors-the solar radiation incident on the surface and the flow of radiogenic heat from the earth's interior. Seasonal and diurnal changes in the intensity of solar radiation and the temperature of the outside air cause fluctuations in the temperature of the upper layers of the soil. The depth of penetration of diurnal fluctuations in the temperature of the outside air and the intensity of the incident solar radiation, depending on specific soil and climatic conditions, ranges from several tens of centimeters to one and a half meters. The depth of penetration of seasonal fluctuations in the temperature of the outside air and the intensity of the incident solar radiation does not exceed, as a rule, 15-20 m.