



Рекомендации
по применению

Высокотемпературный силиконовый теплоноситель
СОФЭКСИЛ-ТСЖВ
ТУ 2229-026-42942526-2001

ООО «СОФЭКС-Силикон»

Адрес: 111250, Москва, пр-д завода Серп и Молот, д.6 корп.1.

Тел./факс: +7(495) 741-02-85

www.sofex-silicone.ru E-mail:silicone@sofex.ru

Высокотемпературный теплоноситель Софэксил-ТСЖв

- представляет собой полидиметилсилоксановый полимер, модифицированный специальными добавками, повышающими устойчивость к пиролизу и окислению. Добавка может быть в составе поставляемого теплоносителя для стандартных условий или поставляться отдельно в случае применения в системах большого объёма (более 10 000 литров) и/или при экстремально высоких температурах. В этом случае способ введения добавки и ее количества определяется производителем в зависимости от требуемых условий применения.

Рис.1 «Молекулярная структура полидиметилсилоксана».

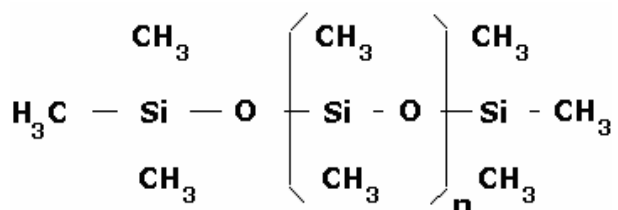


Таблица 1. «Основные физико-химические характеристики Софэксил-ТСЖв»

Наименование показателя	Норма
Внешний вид.	Прозрачная жидкость, от светло-жёлтого до тёмно-коричневого цвета, без механических примесей. Допускается слабая опалесценция.
Плотность, при 25 °С г/см ³	0,96
Вязкость кинематическая, сСт, минус 40 °С, не выше плюс 25 °С, не выше плюс 250 °С, не ниже	340,0 60,0 5,0
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не менее	270
Температура застывания, °С не выше	минус 60
Температура прокачиваемости, °С не ниже	минус 50
Температура самовоспламенения, °С не ниже	430
Теплоёмкость, при 25 °С, кДж/кг×К	1,671
Теплопроводность, Вт/м×К	0,132
Коэффициент расширения, 1/°С	0,00104

Примечание. Значение физических параметров в зависимости от температуры приведены в Приложении 1.

1. Введение.

Софэксил-ТСЖв – это силиконовый теплоноситель, который может использоваться в широком диапазоне температур от минус 50 °С до плюс 380 °С, максимально рекомендуемая температура в пленочном слое составляет +430 °С (в закрытом контуре, при соблюдении рекомендаций представленных в настоящем руководстве). В большинстве климатических зон теплоноситель не замерзает в случае аварийной или профилактической остановки установки и не требует дополнительных мероприятий по прогреву теплового контура при пуске.

Теплоноситель **Софэксил-ТСЖв** сохраняет свои свойства при рабочих температурах до +380 °С. Наиболее часто, такие требования к теплоносителю возникают при работе в установках утилизации тепла, образуемого при сжигании мусора, утилизации тепла выхлопа турбин, или систем преобразования солнечной энергии, производство электроэнергии по низкотемпературному циклу Ренкина, в установках подогрева нефти, а также в процессах требующих высокотемпературного нагрева или охлаждения.

Силиконовый теплоноситель особенно эффективен при использовании в первичном контуре отбора тепла двухконтурных высокотемпературных жидкофазных теплообменных систем утилизации тепла, которые находятся в условиях возможной заморозки и локального перегрева с рабочим диапазоном температур от -50 до +380 °С, (при кратковременном перегреве в случае возникновения нештатных режимов до +500 °С).

Даже непрерывная эксплуатация силиконового теплоносителя **Софэксил-ТСЖв** при максимальной рабочей температуре не вызывает осмоления, увеличения вязкости теплоносителя и образования отложений на поверхности теплообменного контура. Это благоприятно сказывается на теплопроводности теплообменного оборудования и исключает необходимость дорогостоящей и трудоёмкой процедуры промывки оборудования при замене теплоносителя. Срок эксплуатации теплоносителя при правильной организации теплового контура при максимальной температуре может составлять более 20 лет. При более низких температурах срок службы теплоносителя – не ограничен!

Зарубежными аналогами теплоносителя **Софэксил-ТСЖв** являются силиконовые теплоносители «*SYLTHERM 800*» фирмы *Dow Chemical* или «*Duratherm S*» компании *Duratherm*.

1.1. Преимущества теплоносителя Софэксил ТСЖ-в:

- пожаробезопасен, взрывобезопасен, является трудногорючей жидкостью по ГОСТ 12.1.044
- химически инертен
- не токсичен, не включён в списки опасных веществ SARA,
- сохраняет низкую вязкость в условиях крайне низких (до минус 50 °С) температур,
- безопасен для окружающей среды,
- не содержит опасных добавок,
- высокая термостабильность и устойчивые теплофизические характеристики,
- не обладает коррозионной активностью,
- не имеет резкого запаха,
- не осмолается, не набирает вязкость и не даёт твёрдых отложений в отличие от органических теплоносителей.

2. Характеристики и особенности теплоносителя.

Особенностью силиконового теплоносителя является то, что под воздействием рабочих термических нагрузок происходит очень медленная перегруппировка силиконовых кислородных

связей с образованием устойчивой структуры. Скорость перегруппировки молекул зависит от температуры и существенно подавляется специальными добавками. В условиях замкнутой теплообменной диатермической системы низкомолекулярные линейные и циклические силоксаны, образующиеся в теплоносителе **Софэксил-ТСЖв**, остаются частью теплоносителя и не приводят к загрязнению системы. Молекулярная перегруппировка не является реакцией разрушения и не влияет на продолжительность срока службы теплоносителя. При выходе контура на стационарный режим устанавливается равновесие в системе полимер-олигомеры и вязкость теплоносителя с первоначальных 50–60 сСт, снижается в 1,2–1,5 раза.

Ключевыми аспектами эксплуатации теплоносителя являются предотвращение химического загрязнения теплоносителя, исключение контакта теплоносителя с воздухом и удаление воды и растворённых газов перед началом эксплуатации.

Оптимальная скорость теплоносителя при работе установки в условиях высоких температур должна составлять от 2,0 м/с до 4,0 м/с. Выбор скорости теплоносителя зависит от теплового баланса и стоимости различных технических решений. Низкая скорость прокачки может привести к перегреву теплоносителя с необходимостью его полной замены.

2.1. Характеристики пожаробезопасности.

Теплоноситель **Софэксил-ТСЖв** – значительно менее горючая жидкость, чем минеральные масла с гораздо более высокой температурой вспышки и самовоспламенения. **Софэксил-ТСЖв** является самозатухающей жидкостью, то есть при удалении источника пламени горение не поддерживает.

При подборе теплоносителя важно знать его поведение при пожаре:

- Количество выделяемого тепла,
- Характеристики дыма и выделяемых газов,
- Характеристики разрастания пожара,
- Способность выжигать кислород,
- Лёгкость воспламенения,
- Способы тушения.

Эти и другие данные получают, как правило, при испытаниях горения в испытательном бассейне.

2.2. Характеристики горения в испытательном бассейне.

Высота пламени при горении углеводородов в 2,5 раза превышает диаметр при диаметре бассейна более 1,2 метра. Скорость горения силиконов уменьшается с увеличением размера бассейна. Высота пламени устанавливается на значениях от 30 до 60 см при диаметре бассейна около 1,2 метра.

После воспламенения силиконовая жидкость достигает максимальной установившейся скорости выделения теплоты. Это пиковое значение сохраняется в течение нескольких минут, а затем уменьшается. Горящий углеводород обычно выделяет максимальное тепло до тех пор, пока весь не выгорит. Пиковое значение выделяемого при горении тепла используется для оценки потенциальной опасности. Пиковое значение для силикона в 10 – 18 раз ниже среднего значения для углеводородов.

Пожароопасность по отношению к зданиям, конструкциям и оборудованию оценивается по выделению теплоты. Внешний источник тепла для горячей углеводородной жидкости увеличивает выделение потока тепла. Для силиконовой жидкости с усилением потока внешнего тепла выделение общего тепла увеличивается мало.

Рис.2 «Выделяемое тепло при горении минерального масла и силиконовой жидкости в зависимости от значения внешнего дополнительного воздействия».



Рис.3 «Нормализованное значение скорости выделения теплоты в зависимости от диаметра сосуда (бассейна)».

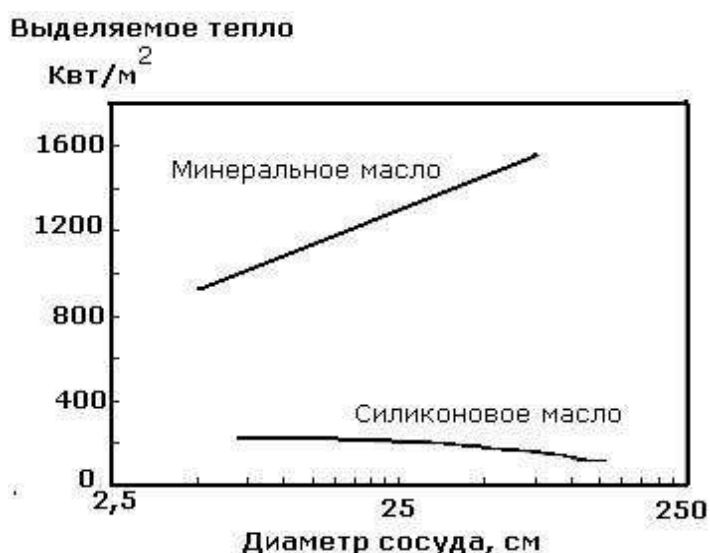


Рис.4 «Скорость выделения тепла в BTU/мин при возгорании различных жидкостей в бассейне диаметром 3 метра».

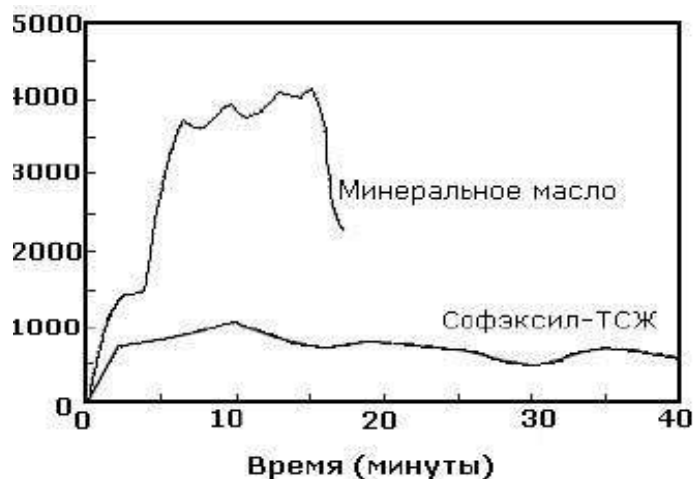


Таблица 2. «Некоторые характеристики параметров сгорания силиконовой жидкости».

Наименование параметра	Значение
Летучесть	<0,5 %
Кислородный индекс	18,5-19,0 % O ₂
Теплота сгорания	6,7 ккал/г
Скорость выделения теплоты	100-120 ккал/м ² (в бассейне 1,2м)

2.3. Дым и продукты горения.

Дым при горении силиконовой жидкости обычно в 3-5 раз менее плотный, чем это имеет место для высокомолекулярных углеводородов. Дым состоит из коричнево-серых частиц, практически полностью состоящих из аморфной двуокиси кремния. Скорость выжигания кислорода при испытаниях с той же плотностью дыма составляет 600 л/мин. Исследования на животных показывают, что продукты горения силиконовой трансформаторной жидкости практически безвредны для здоровья, особенно по сравнению с продуктами горения минерального масла.

2.4. Температура вспышки.

Как и многие высокотемпературные теплоносители, «Софэксил-ТСЖв» нормально работает в замкнутых контурах при температурах, превышающих температуры вспышки и воспламенения. Однако реакции молекулярной перегруппировки приводят к образованию низкомолекулярных силиконовых полимеров, которые являются горючими веществами.

В системах, работающих при давлениях, близких к равновесному давлению паров, или выше, эти низкомолекулярные вещества остаются в теплоносителе. Поэтому в процессе эксплуатации происходит понижение температуры вспышки до тех пор, пока концентрация низкомолекулярных соединений не стабилизируется.

Поскольку паровое пространство расширительного бака может содержать низкомолекулярные силиконовые полимеры, способные воспламениться при обычной температуре, пар от предохранительных клапанов должен выводиться в безопасные места, вдали от источников возгорания.

При высоких температурах Софэксил-ТСЖв выделяет низкомолекулярные углеводородные газы, хотя и в меньших количествах, нежели высокотемпературные органические теплоносители. В случае Софэксил-ТСЖв преобладающим газом является метан. Метан является горючим газом, требующим осторожного обращения. Концентрация метана в данной теплообменной системе сильно зависит от температуры, давления, наличия загрязнений в теплоносителе и других эксплуатационных факторов. Данные для температуры вспышки теплоносителя Софэксил-ТСЖв приводятся без учета наличия в нем метана. Туман теплоносителя также является пожароопасным. Туман образуется в местах небольших течей в небольшом количестве и рассеивается очень быстро. Поэтому такой туман не представляет большой опасности, если не присутствуют другие огнеопасные материалы. Тем не менее, любые течи, генерирующие туман, должны рассматриваться как представляющие существенную опасность воспламенения.

2.5. Опасность возгорания от статического электричества.

Все теплоносители, подобные Софэксил-ТСЖв, являются плохими проводниками электричества, что подразумевает возможность накопления на них статического электричества и разряда от оборудования, в частности, при дренаже теплоносителя. В соответствии с техникой безопасности, необходимо не допускать наличие кислорода в пустом пространстве расширительного бака. При заливке и сливе теплоносителя, а также при удалении легких фракций теплоносителя необходимо учитывать возможность возникновения электрических разрядов.

2.6. Температура самовоспламенения.

Софэксил-ТСЖв имеет температуру самовоспламенения выше 430 °С, которая остается приблизительно одинаковой на протяжении всего срока службы. Азотная подушка в расширительном баке требуется для поддержания условий безопасности и инертности атмосферы. Утечки и проливы теплоносителя представляют потенциальную опасность. Однако практический опыт показывает, что проливы из установок, работающих при температурах, незначительно превышающих 430 °С, не обязательно приводит к самовоспламенению теплоносителя. Обычно при незначительных утечках теплоноситель успевает охладиться ниже 430 °С до того как достигнет воздуха.

2.7. Детекторы огнеопасных газов.

При выборе детекторов огнеопасных газов нужно учитывать, то, что силиконовые пары способны деактивировать многие марки детекторов огнеопасных газов.

3. Особенности эксплуатации теплоносителя Софэксил-ТСЖв.

3.1. Рекомендации по нагреву.

Неудачная конструкция или неправильная эксплуатация огневого нагревателя могут привести к перегреву теплоносителя и, в итоге, к увеличению вязкости теплоносителя, что потребует его замену. Работа в экстремальных условиях, например в процессе состаривания при температурах свыше 500 °С с низкой скоростью прокачки или без таковой, может привести к полимеризации теплоносителя. Это вызовет увеличение вязкости теплоносителя с необходимостью его полной замены. При работе теплоносителя необходимо исключить воздействие следующих факторов:

1. Прямой контакт теплообменника с пламенем (наброс пламени).
2. Работа нагревателя с мощностью, выше номинальной.
3. Модификация процесса приготовления топливовоздушной смеси для изменения высоты и формы факела. Это может привести к увеличению температуры пламени и теплового потока.
4. Низкая скорость теплоносителя и/или высокий тепловой поток приведут к превышению пленочной температуры. При поставке производитель огневого нагревателя должен ознакомиться с характеристиками вашей теплообменной системы.

3.2. Загрязнение и окисление теплоносителя.

При повышенных температурах **Софэксил-ТСЖв** чувствителен к химическим загрязнениям. Загрязнение кислотами или основаниями может привести к увеличению образования летучих продуктов разложения теплоносителя. Загрязнение водой, кислородом или другими окислителями может привести к сшиванию полимерных молекул и последующему увеличению вязкости теплоносителя. Важно минимизировать возможность контакта теплоносителя с атмосферным воздухом и влагой.

3.3. Равновесное и рабочее давление.

Теплоноситель **Софэксил-ТСЖв**, не имеет однозначной температуры кипения. При высоких температурах молекулярная масса теплоносителя изменяется, что влияет на значение давления паров, вязкость, температуру вспышки и замерзания. Равновесное давление паров может быть измерено при достижении теплоносителем состояния равновесия при данной температуре (обычно достигается по истечении нескольких месяцев).

При поставке свежего теплоносителя давление паров минимально. По истечении нескольких месяцев эксплуатации при высоких температурах в результате реакции перегруппировки давление паров повышается и стабилизируется. На повышение давления в расширительном баке влияют другие газы, например, азот, заполняющий пустое пространство расширительного бака, или неконденсируемые продукты разложения теплоносителя. Обычно давление паров силиконовой жидкости при постоянной работе при высоких температурах в течение нескольких месяцев становится равновесным при более высоких давлениях, чем давление паров свежей жидкости.

В некоторых установках из-за конструктивных ограничений давление паров в расширительном баке должно быть меньшим, чем приведено в **Приложении 1**. При эксплуатации таких установок необходимо периодическое «сравливание» давления путем выпуска низкомолекулярных летучих компонентов с восполнением потерь теплоносителя.

3.3. Расширительный бак

Упрощенная схема обвязки расширительного бака и контрольно-измерительных приборов приведена в **Приложении 3**.

Расширительный бак должен размещаться на высшей точке установки и иметь емкость, равную объему теплоносителя в системе, в этом случае наименьшее давление будет в расширительном баке. При равномерном движении теплоносителя выделение легколетучих фракций будет происходить только в баке. По достижении теплоносителем заданной температуры и при нормальной работе установки, давление в системе будет медленно повышаться либо до значения, на которое настроен регулировочный клапан противодействия в расширительном баке, либо до значения равновесного давления паров при температуре теплоносителя в расширительном баке. Если регулятор противодействия настроен на давление, меньшее, чем равновесное давление паров теплоносителя при данной температуре, то будет происходить периодический сброс легких фракций теплоносителя. В этом случае теплоноситель не будет терять качества, однако потребуются периодическая доливка теплоносителя для пополнения объема системы.

Для предотвращения контакта теплоносителя с воздухом атмосферы, в расширительном баке необходимо поддерживать избыточное давление инертного газа, например, азота (азотная подушка). В случае отсутствия подушки инертного газа при охлаждении системы ниже рабочей температуры возможно попадание в расширительный бак влаги и воздуха из атмосферы. Эта влага при последующем цикле нагрева может привести к значительному повышению давления в системе и парообразованию. Во избежание этого эффекта регулятор подачи инертного газа должен быть настроен на поддержание избыточного давления, как минимум, 0,2 - 0,3 бар. Это минимизирует расход инертного газа и вклад давления подушки в общее давление в системе.

Для предотвращения кавитации в насосе, давление теплоносителя на входе в насос должно быть выше давления паров и значительно превышать значение высоты столба жидкости над всасывающим патрубком насоса (ВСЖВП) в соответствии с его технической характеристикой.

Регулятор обратного давления расширительного бака настраивается для контроля давления на входе насоса. Другие предохранительные клапаны должны быть настроены, как минимум, на 0,7 – 1,0 бар выше давления паров, соответствующего температуре теплоносителя в расширительном баке. Требование ВСЖВП первоначально должно удовлетворять уровню подъема расширительного бака. Высота подъема определяется расчетом общего напора, необходимого для преодоления потерь за счет трения линии, и специальными требованиями ВСЖВП насоса. В системах, не удовлетворяющих таким оценкам, ВСЖВП может быть достигнуто путем увеличения давления инертного газа (азота) в паровом пространстве расширительного бака. Это дополнительное давление, создаваемое инертным газом, должно учитываться при расчете и конструировании системы.

Для запуска и работы системы необходимо выполнить два требования к баку:

1. Трубопроводы расширительного бака должны обеспечивать прокачивание всего объема теплоносителя через бак. Двухпоточная схема наиболее эффективна для удаления воздуха, водяного пара и др. неконденсируемых веществ при запуске системы. Бак и соединительные трубы должны быть изолированы для предотвращения конденсации любых паров на этих частях системы.
2. Кроме того, должен обеспечиваться непрерывный поток инертного газа для его очистки при запуске системы. Насадки впуска и выпуска инертного газа должны, по возможности,

располагаться на значительном расстоянии друг от друга, что поможет обеспечить вынос летучих компонентов (например, воды или растворителей) из системы при ее запуске.

Выброс летучих компонентов из предохранительного клапана и регулятора обратного давления должен осуществляться в безопасную зону вдали от источников возгорания. Внешние контейнеры рекомендуется располагать вдали от всасывающих вентиляторов. Отходящие летучие вещества обычно классифицируются как воспламеняемые.

Размер расширительного бака должен быть рассчитан таким образом, чтобы при температуре окружающей среды он был заполнен на 25%, а при максимальной рабочей температуре на 75%.

Контрольно-измерительная и монтажная аппаратура должна удовлетворять требованиям рабочих температур и давлений в системе и должна включать следующие элементы:

1. Электронный измеритель уровня, покрывающий весь диапазон заполнения бака.
2. Индикатор температуры теплоносителя.
3. Индикатор опасного уровня (высокий/низкий), предупреждающий создание низкого уровня для защиты насоса.
4. Индикатор давления с предупреждением о возникновении высокого давления.

3.4. Температурный контроль системы

Низкая температура замерзания **Софэксил-ТСЖв** позволяет прокачивать теплоноситель при любых температурах, имеющих место в промышленных условиях. Поэтому защиты от замерзания любых линий с теплоносителем не требуется. Однако часть низкомолекулярных веществ, образующихся при нормальной эксплуатации теплоносителя, кристаллизуется при плюс 61°C.

Эти кристаллические вещества легко растворяются в теплоносителе и не осаждаются на каких-либо поверхностях, за исключением пространств с холодным паром. Поэтому во время работы системы все паросодержащие линии измерительной аппаратуры, линии подачи инертного газа, регуляторы обратного давления, предохранительные клапаны должны поддерживаться при минимальной температуре 66 °C для их нормального функционирования. Термоизоляционные материалы, и вещества, применяемые для температурного контроля должны выдерживать температуры поверхностей оборудования при работе системы. Также рекомендуется предупреждающий сигнал низкой температуры для персонала, не обслуживающего системы термоконтроля.

Для большей безопасности система термоконтроля может устанавливаться на трубопровод, отходящий от предохранительного клапана, т.к. такие клапаны при эксплуатации часто дают небольшие течи. В местах, где значительная протяженность трубопровода делает использование термоконтроля непрактичным, альтернативным решением может быть установка запорной арматуры между предохранительным клапаном и защищаемым сосудом. Применение запорной арматуры должно быть тщательно оценено в соответствии с требованиями к котлам и сосудам высокого давления.

3.5. Коррозионная активность.

Теплоноситель **Софэксил-ТСЖв** на протяжении всего времени, пока не содержит загрязняющих компонентов, не проявляет коррозионной активности по отношению к обычным конструкционным металлам и сплавам. Даже при высоких температурах оборудование не подвергается износу.

В качестве конструкционного материала преимущественно используются углеродистые стали, хотя сложные узлы установки и инструменты могут быть изготовлены из низколегированных сталей.

Большинство коррозионных проблем возникает в результате введения в систему химических веществ при химической очистке системы или утечке технологических материалов.

4. Запуск новой системы.

Нижеследующая информация является кратким изложением рекомендаций по запуску новой системы с теплоносителем **Софэксил-ТСЖв**. Перед запуском система должна быть очищена от загрязнений, шлаковых отложений и посторонних образований. Особые меры по сохранению

системы чистой вовремя ее монтажа позволят избежать чрезмерных усилий по очистке перед ее запуском. Как упоминалось ранее, перед заполнением системы теплоносителем **Софэксил-ТСЖв**, очень важно удалить из нее остатки воды. Поскольку конструкции теплообменных систем в известной мере отличаются, подробное обсуждение стартовых процедур нецелесообразно. Потребители должны разрабатывать процедуры на основе собственных внутренних стандартов и рекомендаций производителей теплообменного оборудования. Нижеописанные процедуры представлены только как общие принципы.

1. Если система промывается водой или подходящим растворителем, необходимо обеспечить условия циркуляции для удаления всех масляных и других загрязнений. Следует периодически проверять насос и сетчатый фильтр, чтобы собранные частицы не затрудняли протока жидкости во входной канал насоса.

2. Полностью слейте промывающую жидкость путем нагнетания азота или сухого воздуха и откройте все нижние дренажные отверстия. Поочередно открывайте и закрывайте дренажные краны для увеличения скорости газового потока. Это поможет удалить остатки воды или растворителя и посторонние частицы.

3. Заполните систему теплоносителем **Софэксил-ТСЖв**. В системы, для которых *стабилизирующая добавка поставляется отдельно (обычно системы с объемом теплоносителя более 10 м³), в этот момент вводить стабилизирующую добавку не следует*. Прокачайте через систему холодный теплоноситель. Установите и ликвидируйте утечки. Если промывка системы не проводилась, проверьте сетчатый фильтр насоса на наличие засоров. Если установлен дополнительный фильтр, продолжайте прокачку теплоносителя до верхнего температурного предела фильтра.

4. На начальном этапе пуска установки в расширительном баке необходимо создать подушку инертного газа таким образом, чтобы постоянно прокачивался чистый инертный газ для очистки парового пространства бака. В то же время клапаны, управляющие потоком теплоносителя, должны быть установлены на максимальный расход теплоносителя через расширительный бак.

5. Увеличьте температуру теплоносителя на выходе из нагревателя до 120 °С. Скорость нагрева должна поддерживаться на уровне 40 °С в час или же с максимальной значением, рекомендованным для различных узлов установки. Скорость нагрева может быть сколь угодно более низкой. Это позволит оборудованию безопасно приспособиться к подъему температуры, проверить систему на наличие утечек и проверить, что все контрольно-измерительное оборудование работает правильно. Поддерживайте температуру 120 °С, пока существенно не упадет количество выходящего из расширительного бака водяного пара или растворителя. Это может потребовать несколько часов.

6. Поднимите температуру теплоносителя до 150 °С и повторите вышеописанную процедуру, пока количество примесных испарений снова не упадет. Важно, чтобы в этот период через расширительный бак поддерживался максимальный расход теплоносителя, чтобы температура в баке была достаточной для выкипания остаточной влаги или растворителя. После того, как из системы влага будет удалена, снизьте температуру до 100 °С и добавьте Стабилизирующую добавку.

7. Установите регулятор подачи азота на поддержание давления от 0,2 до 0,3 бар. Настройте регулятор обратного давления на проектное давление. Прекратите продувку и, если давление в баке не будет превышать установленное давление, прекратить подачу азота. Любое дальнейшее повышение давления в баке будет результатом расширения теплоносителя или же выделения летучих компонентов из него. Подачу инертного газа необходимо возобновить только при падении избыточного давления ниже 0,2 – 0,3 бар (например, при остановке системы).

*Примечание: В случае заливки в контур, где ранее использовался органический теплоноситель, необходимо проведение мероприятий по подготовке контура и тестированию в согласовании с производителем **Софэксил-ТСЖв**.*

5. Безопасность для здоровья.

Продолжительный контакт с кожей не вызывает раздражения. Обычные промышленные способы обращения позволяют адекватно оперировать данным продуктом. При утечках **Софэксил-**

ТСЖв образуется аэрозоль, формирующий белый дым. Туман в большинстве случаев представляет собой неизменный теплоноситель, но окисление горячего пара на воздухе приводит к образованию некоторых токсичных продуктов разложения, включая моно оксид углерода. Присутствие в тумане теплоносителя или продуктах его разложения может привести к сильному раздражению дыхательного тракта и слезотечению.

Слезотечение и раздражение органов дыхания указывает на чрезмерную концентрацию пара теплоносителя. В местах с достаточной вентиляцией использование специальных дыхательных аппаратов не требуется. Следует исключить пребывание в местах с плохой вентиляцией или с высокой концентрацией тумана и продуктов разложения.

Течи теплоносителя должны быть устранены сразу после возникновения во избежание ингаляции дымом или парами теплоносителя.

Первичными продуктами термического разложения являются низкомолекулярные диметилсилоксаны. Их низкая токсичность этих циклических и линейных силоксанов подтверждается их применением в составе косметических препаратов и дезодорантов.

Первичными продуктами термического разложения являются низкомолекулярные диметилсилоксаны. Их низкая токсичность этих циклических и линейных силоксанов подтверждается их применением в составе косметических препаратов и дезодорантов.

6. Хранение и срок эксплуатации.

Гарантийный срок хранения теплоносителя **Софэксил-ТСЖв**, при условии хранения в оригинальной невскрытой таре производителя составляет 36 месяцев с даты производства.

7. Упаковка.

Теплоноситель **Софэксил-ТСЖв** поставляется в полиэтиленовых канистрах по 20 кг, бочках полиэтиленовых/металлических по 200 кг. По согласованию с потребителем возможна поставка в иной таре обеспечивающей сохранность продукта.

Приложение 1.

Таблица зависимости физических характеристик свежего силиконового теплоносителя Софэксил-ТСЖв в жидкой фазе от температуры*.

Температура °С	Плотность кг/м³	Вязкость кинематическая сСт	Теплопроводность Вт/м×К	Теплоемкость кДж/кг×К	Давление паров кПа
-50	1039	437	0,145	1,551	0,00
-40	1020	328	0,144	1,561	0,00
-30	1009	192	0,143	1,578	0,00
-20	1002	139	0,141	1,596	0,00
-10	989	102	0,138	1,616	0,00
0	982	88	0,136	1,636	0,00
10	975	73	0,134	1,651	0,00
20	968	57	0,132	1,664	0,00
30	957	43	0,131	1,678	0,00
40	947	37	0,129	1,691	0,00
50	938	32	0,127	1,705	0,00
60	930	29	0,125	1,724	0,00
70	922	26	0,123	1,742	0,00
80	914	22	0,121	1,759	0,00
90	905	19	0,119	1,772	0,00
100	897	16	0,117	1,789	0,00
110	889	15	0,114	1,816	0,00
120	881	13	0,111	1,833	0,19
130	873	11	0,109	1,850	0,27
140	865	10	0,107	1,865	0,35
150	857	9,1	0,105	1,879	0,43
160	849	8,7	0,103	1,899	0,58
170	841	8,0	0,101	1,917	0,73
180	833	7,2	0,099	1,936	0,89
190	825	6,4	0,097	1,950	1,04
200	816	5,8	0,095	1,968	1,15
210	808	5,6	0,093	1,986	1,32
220	800	5,3	0,091	2,004	1,48
230	791	5,0	0,089	2,022	1,63
240	783	4,7	0,087	2,038	1,76
250	776	4,4	0,085	2,054	1,91
260	768	4,1	0,083	2,072	2,07
270	760	3,8	0,081	2,091	3,05
280	751	3,6	0,079	2,109	3,92
290	743	3,3	0,077	2,124	4,74
300	734	3,0	0,075	2,139	5,50
310	723	2,8	0,073	2,159	6,47
320	716	2,5	0,071	2,178	13,63
330	707	2,2	0,069	2,196	26,87
340	700	2,0	0,068	2,209	36,30
350	692	1,8	0,066	2,223	49,20
360	686	1,6	0,064	2,235	68,10
370	679	1,7	0,063	2,248	89,90
380	670	1,5	0,061	2,260	112,30
390	662	1,3	0,059	2,271	136,10
400	653	1,2	0,058	2,283	162,40

* В таблице приведены усреднённые данные, отражающие общую тенденцию зависимостей, которые возможно применять для расчёта.

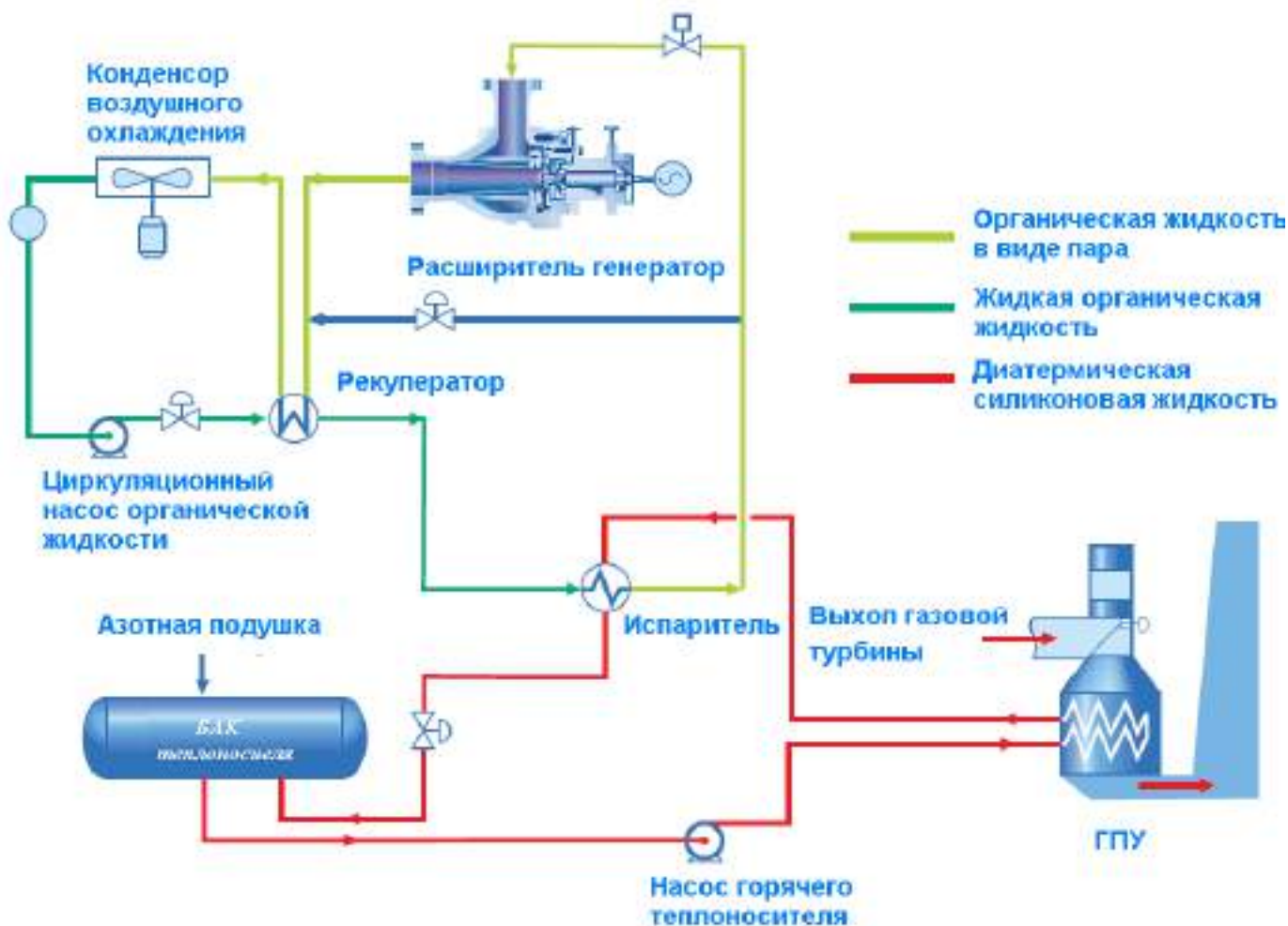
Приложение 2.

Система ORegen, разработанная фирмой General Electric – пример установки, основанной на цикле Рэнкина с использованием промежуточного теплоносителя.

На рисунке приведена схема этой установки, которая поясняет принцип работы установки по использованию энергии выбрасываемых ГПА выхлопных газов.

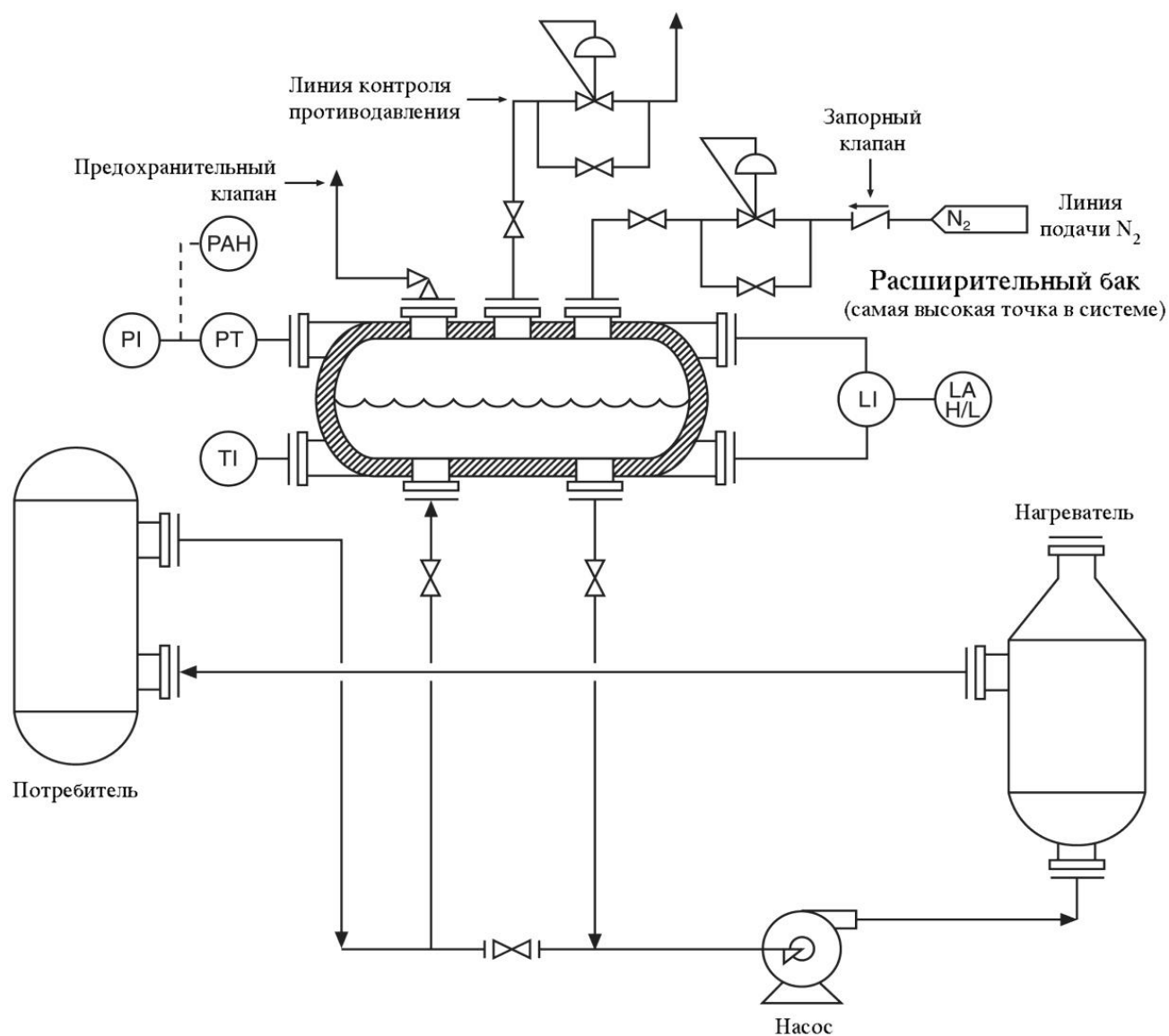
Органическая рабочая жидкость, нагретая теплоносителем, получившим тепло от выхлопных газов, испаряется и повышает давление в испарителе. Это давление поступая вращает турбины генератора. Затем пар расширяется в турбоэкспандоре и конденсируется с помощью теплообменника, обдуваемого холодным воздухом. Жидкий конденсат при помощи насоса поступает обратно в испаритель, нагревается и замыкает термодинамический цикл.

Источники тепла и холода не контактируют с рабочей жидкостью непосредственно. Для этой цели используется промежуточный теплоноситель. Для случаев применения в условиях высоких температур используются теплоносители, которые могут работать как в условиях сильного охлаждения так и при воздействии высоких температур. Это значительно упрощает эксплуатацию системы в условиях, когда наружный воздух может быть ниже 50 градусов мороза, а температура выхлопа газовой турбины может достигать 500 градусов.



Приложение 3.

Принципиальная схема установки для утилизации тепла, с использованием теплоносителя Софэксил-ТСЖв.



PI – Индикатор давления
PT – Манометр
ПАН – Индикатор опасного высокого давления
TI – Индикатор температуры
LI – Индикатор уровня
LA H/L – Индикатор опасного низкого или высокого уровня