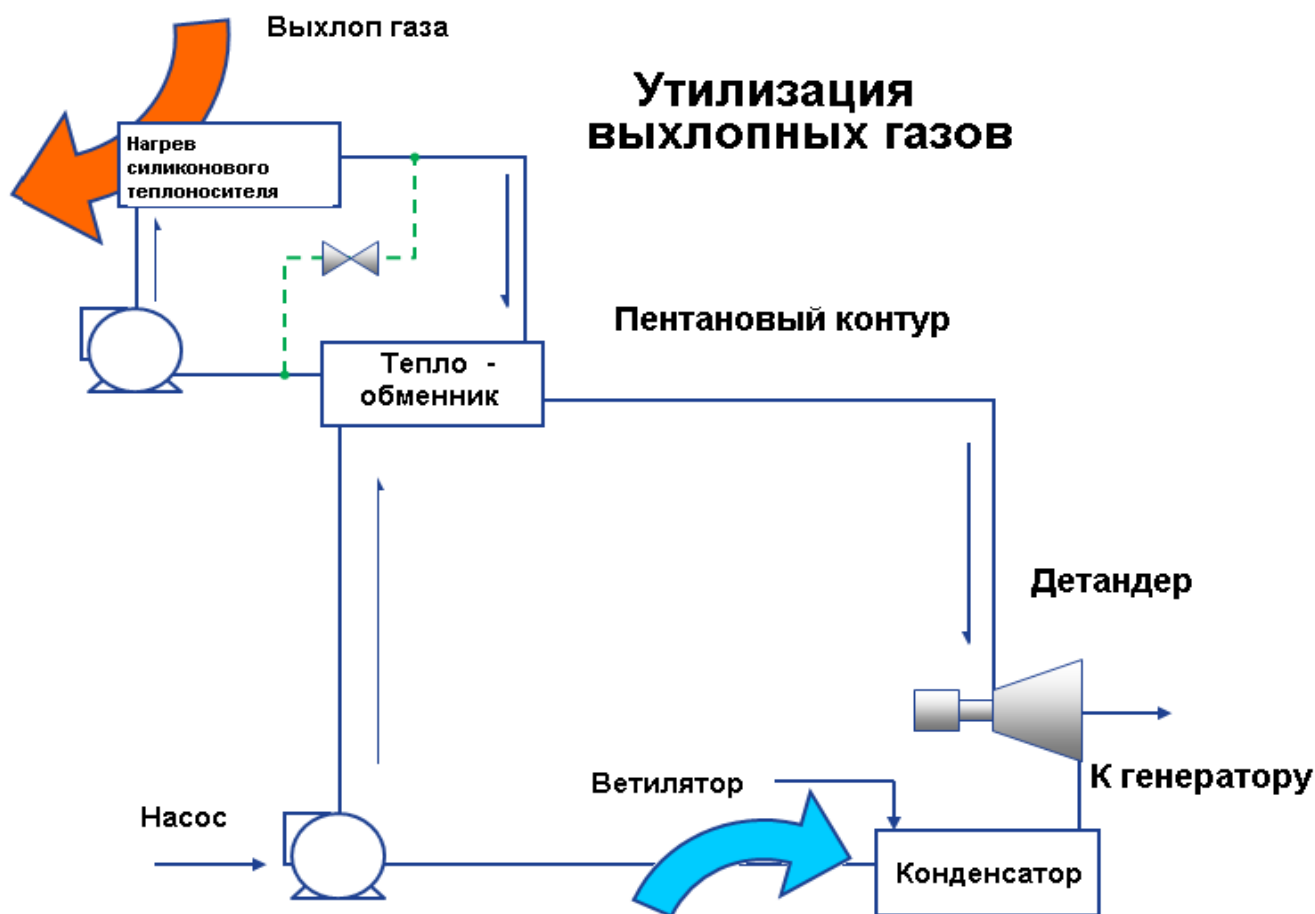


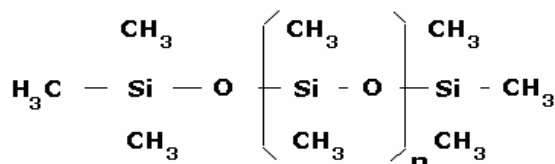
Высокотемпературный силиконовый теплоноситель СОФЭКСИЛ ТСЖ-В

ТУ 2229-026-42942526-2001



Софэксил ТСЖ-в

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 больших системах (более 20 000 литров) и при экстремально высоких температурах. В этом случае способ введения добавки и ее количества определяется производителем в зависимости от требуемых условий применения.



Содержание.

1. Эксплуатационные характеристики.	3
2. Особенности теплоносителя.	4
2.1. Характеристики пожаробезопасности.	4
2.2. Характеристики горения в испытательном бассейне.	5
2.3. Дым и продукты горения	6
2.4. Температура вспышки	6
2.5. Опасность возгорания от статического электричества	7
2.6. Температура самовоспламенения.	7
2.7. Детекторы огнеопасных газов.	7
3. Особенности эксплуатации теплоносителя.	7
3.1. Загрязнение и окисление теплоносителя.	7
3.2. Равновесное и рабочее давление.	7
3.3. Расширительный бак.	8
3.4. Температурные условия размещения контрольно-измерительных приборов.	8
3.5. Коррозионная активность.	9
4. Безопасность для здоровья.	9
5. Хранение и срок эксплуатации.	9
6. Упаковка.	
Приложение 1. Таблица зависимости физических характеристик силиконового теплоносителя Софэксил ТСЖ-в от температуры.	10-11
Приложение 2. Система ORegen, разработанная фирмой General Electric – пример установки, основанной на цикле Рэнкина с использованием промежуточного теплоносителя.	12
Приложение 3. Принципиальная схема установки для утилизации тепла, с использованием теплоносителя Syltherm 800.	13

1. Эксплуатационные характеристики.

Софэксил ТСЖ-в – это силиконовый теплоноситель, который может использоваться в широком диапазоне температур (от -40°C до $+400^{\circ}\text{C}$). Теплоноситель не замерзает в случае, когда установка с теплоносителем остановлена. При этом теплоноситель сохраняет свои свойства при рабочей температуре до $+400^{\circ}\text{C}$.

Наиболее часто такое требование к теплоносителю возникает при работе в установках утилизации тепла, образуемого при сжигании мусора, утилизации тепла выхлопа турбин, или систем преобразования солнечной энергии.

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. Рабочий диапазон температур от -50 до 550°C , (при кратковременном перегреве в случае возникновения нештатных режимов.)

Непрерывная эксплуатация силиконового теплоносителя **Софэксил ТСЖ-в** при максимальной рабочей температуре не вызывает заметной деградации или загрязнения теплоносителя. Срок непрерывной эксплуатации теплоносителя при максимальной рабочей температуре составляет 10 лет и более.

Теплоноситель «**Софэксил ТСЖ-в**» –значительно менее горючая жидкость чем минеральные масла и с гораздо более высокой температурой воспламенения. При нормальных условиях жидкость не горит.

За рубежом для работы в широком диапазоне температур в качестве диатермического теплоносителя используются силиконовые теплоносители SYLTHERM 800 фирмы Dow Chemical или «Duratherm S» аналогичные по своим характеристикам теплоносителю **Софэксил ТСЖ-в**

Теплоноситель **Софэксил ТСЖ-в** имеет следующие особенности:

- ▶ пожаробезопасен,
- ▶ сохраняет низкую вязкость в условиях крайне низких (до -50°C) температур,
- ▶ не токсичен, не включен в списки опасных веществ,
- ▶ безопасен для окружающей среды,
- ▶ не содержит опасных добавок,
- ▶ стабилен по тепловым характеристикам ,
- ▶ химически инертен, взрывобезопасен, является трудногорючим в соответствии с определением горючести данным в ГОСТ 12.1.044
- ▶ не имеет запаха.
- ▶ не обладает коррозионной активностью.

В таблице 1 приведены основные физические характеристики теплоносителя **Софэксил ТСЖ-в**

Таблица 1. Наименование параметра	Значение
Плотность при 20°C	0.964 g/cc
Вязкость 343 °C	2.83 cSt
Вязкость 20°C	58 cSt
Давление паров от -50°C до +120°C	0 кПа
Теплоемкость при 20 °C	1.65 J/g-°C
Теплопроводность при +20°C	0.132 W/m-K
Температура самовоспламенения	436°C
Температура замерзания	< -70 °C
Предельная температура в замкнутом контуре	400 °C
Максимальная температура в пленочном слое	437°C

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

2. Особенности теплоносителя.

Особенностью силиконового теплоносителя является то, что под воздействием рабочих термических нагрузок происходит 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 ТСЖ-в**, остаются частью теплоносителя и не приводят к загрязнению системы. Молекулярная перегруппировка этого теплоносителя не является реакцией разрушения и не влияет на продолжительность срока службы теплоносителя. При этом происходит компенсация увеличения вязкости теплоносителя при его старении и сохранение величины пленочного коэффициента теплопроводности на протяжении всего срока эксплуатации теплоносителя. Если свежий теплоноситель имеет первоначальную вязкость 50 cps., то после длительной эксплуатации вязкость уменьшается в 1,5 раза.

Ключевым аспектом эксплуатации теплоносителя являются предотвращение химического загрязнения теплоносителя и контакта теплоносителя с воздухом и водой.

Минимальная скорость теплоносителя в условиях высоких температурах должна составлять от 2 м/с. до 4 м/с. Выбор скорости теплоносителя зависит от теплового баланса и стоимости различных технических решений.

Низкая скорость прокачки может привести к полимеризации теплоносителя с необходимостью его полной замены. Необходимо исключить прямой контакт теплообменника с пламенем.

2.1. Характеристики пожаробезопасности.

Для выбора теплоносителя важно знать его поведение при пожаре

- Количество выделяемого тепла.
- Характеристики дыма и выделяемых горючих газов.
- Характеристики разрастания пожара.

- Способность выжигать кислород.
- Простота воспламенения.
- Способы тушения.

Данные, характеризующие горение, получают обычно в процессе испытаний, связанных с горением 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.

Выделяемое тепло при горении минерального масла и силиконовой жидкости в зависимости от значения внешнего дополнительного воздействия приведено на рис.1..

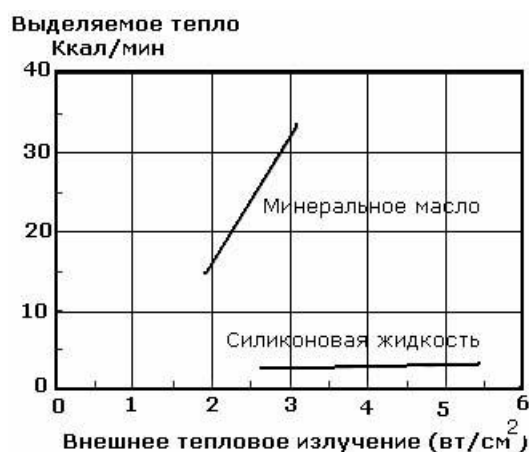


Рис.1.

Нормализованное значение скорости выделения теплоты в зависимости от диаметра сосуда (бассейна) приведено на рис. 2.

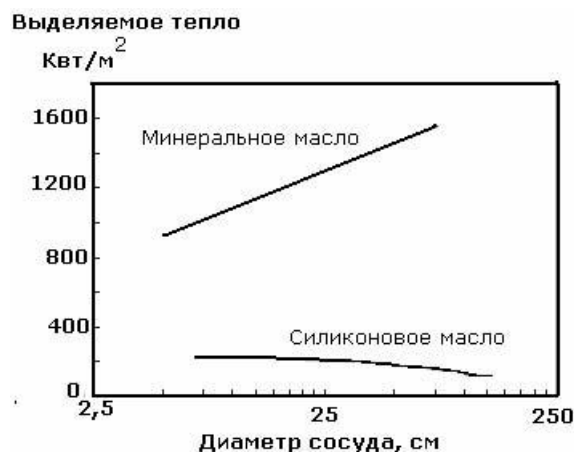


Рис. 2.

Скорость выделения тепла в бту/мин при загорании различных жидкостей в бассейне диаметром 3 метра приведена на рис.4..

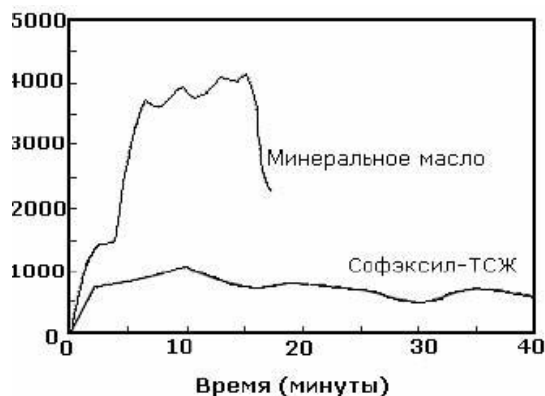


Рис.4.

Некоторые характеристики параметров сгорания силиконовой жидкости приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование параметра	Значение
Летучесть	<0,5%
Кислородный индекс	18.5-19% 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 ТСЖ-в**» 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 воспламеняться при обычной температуре, пар от предохранительных клапанов должен выводиться в безопасные места, вдали от источников возгорания.

При высоких температурах **Софэксил ТСЖ-в** выделяет низкомолекулярные углеводородные газы, хотя и в меньших количествах, нежели высокотемпературные органические теплоносители. В случае **Софэксил ТСЖ-в** 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. Дан-

ные для температуры вспышки теплоносителя **Софэксил ТСЖ-в** 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 ТСЖ-в**, 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 также необходимо учитывать возможность возникновения электрических разрядов.

2.6. Температура самовоспламенения

Софэксил ТСЖ-в имеет температуру самовоспламенения 436 °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.

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.

3.1. Загрязнение и окисление теплоносителя

При повышенных температурах **Софэксил ТСЖ-в** 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.

3.2. Равновесное и рабочее давление

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 течении 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

Пример схемы обвязки расширительного бака и контрольно-измерительных приборов приведен в приложении 3.

Расширительный бак должен размещаться на высшей точке установки и иметь емкость, равную объему теплоносителя в системе. 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 затраты 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.

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. 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 $\frac{1}{4}$, а при максимальной рабочей температуре.

3.4. Температурные условия размещения контрольно-измерительных приборов.

Низкая температура замерзания **Софэксил ТСЖ-в** 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 61 °С.

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

°С 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 ТСЖ-в** 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 обычно демонстрирует продолжительный срок службы.

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. Безопасность для здоровья.

Продолжительный контакт с кожей не вызывает раздражения. Обычные промышленные способы обращения позволяют адекватно оперировать данным продуктом.

При утечках **Софэксил ТСЖ-в** 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 монооксид 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.

5. Хранение и срок эксплуатации

Продолжительность срока хранения теплоносителя, при условии хранения в оригинальных контейнерах в соответствии с требованиями торговой спецификации, в течение 24 месяцев с даты отгрузки.

6. Упаковка

Теплоноситель поставляется в бочках по 185 кг, 200кг. и контейнерах по 1000литров.

Приложение 1.

Таблица зависимости физических характеристик силиконового теплоносителя **Софэксил ТСЖ-в** от температуры.

Температура °С	Плотность (кг/м ³)	Вязкость (Cst)	Динамическая вязкость (кг·сек/м ²)	Теплопровод- ность (Вт/м ² °С)	Теплоемкость (кДж/кг)	Давление паров (кПа)
-50	999,85	334,25	334,20	0,145	1,551	0,00
-40	997,36	287,80	287,03	0,144	1,561	0,00
-34	994,86	241,34	240,10	0,143	1,570	0,00
-29	992,36	194,89	193,40	0,142	1,580	0,00
-23	989,87	136,74	135,36	0,141	1,590	0,00
-18	987,37	125,06	123,48	0,140	1,599	0,00
-15	984,87	113,37	111,66	0,139	1,607	0,00
-12	982,38	106,40	104,52	0,138	1,614	0,00
-7	979,88	99,42	97,42	0,138	1,621	0,00
-1	977,38	92,45	90,36	0,137	1,629	0,00
0	974,89	85,47	83,33	0,136	1,636	0,00
4	972,39	78,50	76,33	0,135	1,643	0,00
10	969,90	71,67	69,51	0,134	1,651	0,00
16	967,40	64,83	62,72	0,133	1,658	0,00
21	964,90	58,00	55,96	0,132	1,665	0,00
27	962,41	51,17	49,24	0,132	1,673	0,00
32	959,91	44,33	42,56	0,131	1,680	0,00
38	957,41	37,50	35,90	0,130	1,687	0,00
43	954,92	35,72	34,11	0,129	1,696	0,00
49	952,42	33,93	32,32	0,127	1,706	0,00
54	949,92	32,15	30,54	0,126	1,715	0,00
60	947,43	30,37	28,77	0,125	1,724	0,00
66	944,93	28,58	27,01	0,124	1,733	0,00
71	942,43	26,80	25,26	0,123	1,742	0,00
77	939,94	25,02	23,51	0,122	1,751	0,00
82	937,44	23,23	21,78	0,121	1,761	0,69
88	934,95	21,45	20,05	0,119	1,770	2,96
93	932,45	19,67	18,34	0,118	1,779	4,48
99	929,95	17,88	16,63	0,117	1,788	4,72
104	924,96	15,70	14,52	0,115	1,807	4,96
110	922,46	15,30	14,11	0,114	1,816	5,22
116	919,97	14,90	13,70	0,112	1,825	5,49
121	917,47	14,49	13,30	0,111	1,834	5,78
127	914,97	14,09	12,89	0,110	1,843	6,08
132	912,48	13,69	12,49	0,109	1,852	6,39
138	909,98	13,29	12,09	0,108	1,862	6,73
143	907,48	12,89	11,70	0,107	1,871	7,08
149	904,99	12,49	11,30	0,106	1,880	7,45
154	902,49	12,09	10,91	0,104	1,890	7,74
160	900,00	11,68	10,52	0,103	1,899	8,06
166	897,50	11,28	10,13	0,102	1,909	8,38
171	895,00	10,88	9,74	0,101	1,918	8,71
177	892,51	10,48	9,35	0,100	1,928	9,06
182	890,01	10,08	8,97	0,099	1,938	9,43
188	887,51	9,68	8,59	0,098	1,947	9,80

193	885,02	9,28	8,21	0,097	1,957	10,20
199	882,52	8,88	7,83	0,095	1,967	10,61
204	880,02	8,47	7,46	0,094	1,976	11,03
210	877,53	8,07	7,08	0,093	1,986	11,41
216	875,03	7,67	6,71	0,092	1,995	11,79
221	872,54	7,27	6,34	0,091	2,005	12,17
227	870,04	6,87	5,98	0,090	2,015	12,55
232	867,54	6,47	5,61	0,089	2,024	12,93
238	865,05	6,07	5,25	0,088	2,034	13,31
243	862,55	5,66	4,89	0,086	2,044	13,69
249	860,05	5,26	4,53	0,085	2,053	14,07
254	857,56	4,86	4,17	0,084	2,063	14,44
260	855,06	4,46	3,81	0,083	2,072	14,82
266	852,56	4,35	3,71	0,082	2,082	15,20
271	850,07	4,24	3,61	0,081	2,092	15,58
277	847,57	4,13	3,50	0,080	2,101	15,96
282	845,07	4,02	3,40	0,079	2,111	16,34
288	842,58	3,92	3,30	0,078	2,121	16,72
293	840,08	3,81	3,20	0,077	2,130	17,10
299	837,59	3,70	3,10	0,076	2,140	17,48
304	835,09	3,59	3,00	0,075	2,150	17,86
310	832,59	3,48	2,90	0,074	2,159	18,24
316	830,10	3,37	2,80	0,073	2,169	18,62
321	827,60	3,26	2,70	0,072	2,178	20,89
327	825,10	3,15	2,60	0,071	2,188	23,17
332	822,61	3,04	2,50	0,070	2,198	25,44
338	819,61	2,93	2,40	0,069	2,207	34,34
343	817,62	2,83	2,31	0,067	2,217	41,02
349	815,87	2,73	2,20	0,066	2,227	67,84
354	813,22	2,64	2,10	0,065	2,236	87,04
360	811,97	2,55	2,01	0,064	2,247	111,36
366	809,87	2,48	1,89	0,063	2,256	142,08
371	807,7	2,39	1,79	0,062	2,266	181,76
377	805,67	2,32	1,69	0,061	2,271	231,68
382	803,57	2,27	1,61	0,060	2,280	295,68
386	801,56	2,21	1,51	0,059	2,290	377,6
391	800,00	2,15	1,44	0,058	2,300	482,56
397	798,23	2,09	1,39	0,057	2,310	616,96
400	796,9	2,08	1,32	0,056	2,320	788,48

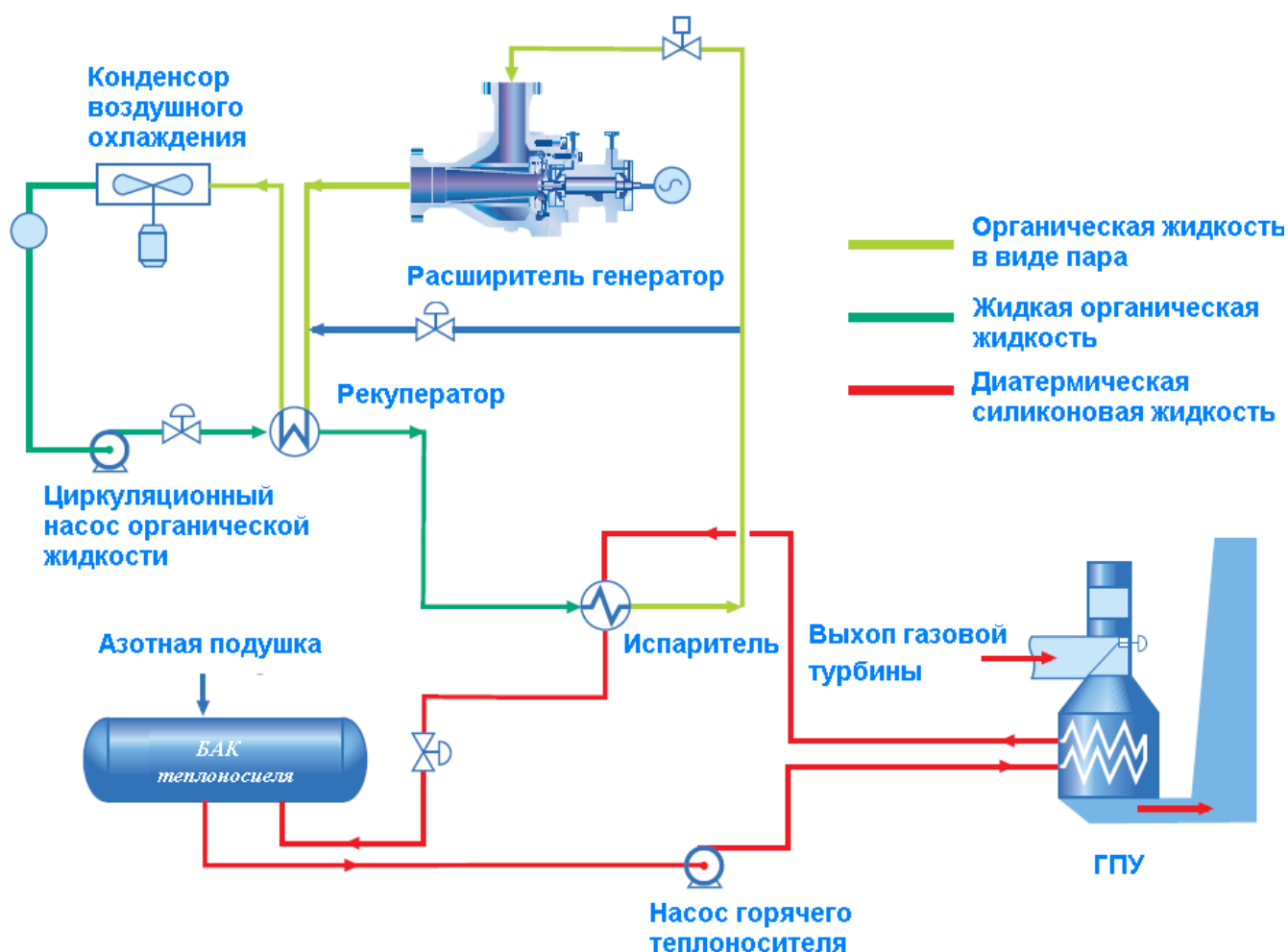
Приложение 2.

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 поступает в 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 используется 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 Syltherm 800 .

