

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ООО «СОФЭКС-СИЛИКОН»
Процкий А.Н.

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ООО «Интесмо»
Верета. К.В

ОТЧЕТ
По результатам эксплуатации теплоносителя
СОФЭКСИЛ ТСЖв на ООО «ИНТЕСМО»

Технический директор ООО
«Софэкс-Силикон»

Коледов С.В.

Начальник технического отдела
ООО «Интесмо»

Климов Д.С.

Москва

Введение

Известно, что при длительной эксплуатации жидкостной системы подогрева происходит старение жидкого теплоносителя. Поэтому теплоноситель требует периодической замены. Так опыт показывает, что органические (масляные) теплоносители, работающие при высоких температурах (более 160 °С) должны периодически (1-5 лет) заменяться в системе. Это же рекомендуют и производители. Синтетические теплоносители имеют, как правило, больший срок эксплуатации без замены, поскольку продукты деградации накапливаются более медленно.

При эксплуатации силиконового теплоносителя Софэксил ТСЖв, основой которого является полидиметилсилоксановая (силиконовая) жидкость (см. Рис1)

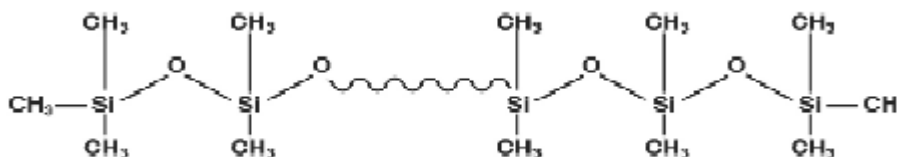


Рис.1

происходит медленное накопление легколетучих циклов ДЗ-Д6. Легкие циклы ДЗ, Д4, Д5, Д6 – это продукты декомпозиции силиконовой жидкости в нагретом состоянии. Свойства легких циклов ДЗ-Д6, образующихся при работе в нагретом более 200 °С приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Имя	Гексаметил-циклотри-силоксан (ДЗ)	Октометил-циклотетра-силоксан (Д4)	Декаметил-циклопента-силоксан (Д5)	Додекаметил-циклогексасилоксан (Д6)
Молекулярная формула	$C_6H_{18}O_3Si_3$	$C_8H_{24}O_4Si_4$	$C_{10}H_{30}O_5Si_5$	$C_{12}H_{36}O_6Si_6$
Структурная формула				
Температура кипения °С	134	175	210	245
Температура кристаллизации °С	64,5	17,5	-38	-3
Давление паров при 25°С	3.53 mm Hg (470.6 Pa)	1 mm Hg (133.3 Pa)	0.2 mm Hg (26.7 Pa)	0.0225 mm Hg (3.0 Pa)

В условиях замкнутой теплообменной диатермической системы, низкомолекулярные циклические силоксаны, образующиеся в теплоносителе **Софэксил ТСЖв**, остаются частью теплоносителя и не приводят к загрязнению системы. Молекулярная перегруппировка этого теплоносителя не является реакцией необратимого разрушения и не влияет на продолжительность срока службы теплоносителя. При этом происходит сохранение величины пленочного коэффициента теплопроводности на протяжении всего срока эксплуатации теплоносителя. Если свежий теплоноситель имеет первоначальную вязкость 50 cSt, то после длительной эксплуатации вязкость уменьшается, а коэффициент теплопередачи увеличивается. Накопление этих компонент может привести к некоторому увеличению давления в контуре теплоносителя и уменьшению температуры его вспышки.

Легкий цикл ДЗ кристаллизуется при 61 °С. Эти кристаллические вещества легко растворяются в теплоносителе и не осаждаются на каких-либо поверхностях, за исключением тех мест, где происходит сброс паров теплоносителя и температура в этих точках ниже 61°С.

Наиболее вероятна кристаллизация, когда система нагрева отключается, например для профилактики и клапан открывается для сброса давления паров и инертного газа.

Отбор проб и анализируемые параметры.

Практическая оценка изменения характеристик силиконового теплоносителя Софэксил ТСЖв проводилась на ООО "Инновационные технологии смазок" в установках производства современных смазок в течении более чем 1,5 года. Для этой цели периодически брались образцы теплоносителя из основных емкостей и контуров системы жидкостного обогрева. Далее образцы анализировались в лаборатории с целью определения количества новых образующихся веществ и их влияние на изменение параметров силиконового теплоносителя Софэксил-ТСЖв. Эти измерения могут позволить оценить реальный ресурс работы теплоносителя при его непрерывной эксплуатации. Кроме того, эти экспериментальные данные позволяют разработать рекомендации по увеличению продолжительности использования теплоносителя.

В установке подогрева на предприятии ООО «Интесмо» теплоноситель циркулирует в следующих устройствах:

- Горячий контур : $t < 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, Объем V = примерно 8000 литров
- Промежуточный контур: $t < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$., Объем V = примерно 7000 литров
- Холодный контур: $t < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ Объем V = примерно 8000 литров
- Расширительный бак горячего контура $t < 250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Объем V = примерно 1515 литров. (Реальное заполнение <750л)
- Расширительный бак холодного контура $t < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Объем V = примерно 1515 литров (Реальное заполнение <750л)
- Сливная емкость $t < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ Объем V = примерно 7500 литров. (Реальное заполнение 500-5000л)

Образцы теплоносителя отбирались из следующих устройств:

- основного циркуляционного насоса Р -0921А (насос горячего контура)
- расширительного бака горячего контура V-0921.
- насоса промежуточного контура Р-0931А
- насоса холодного контура Р-0941А
- расширительного бака холодного контура V-0941.
- сливная емкость.

Для отобранных проб теплоносителя измерялось количество циклов ДЗ-Д8, рефракция, вязкость, плотность и температура вспышки.

Отбор образцов происходил в период с августа 2014 по ноябрь 2015 г.

В таблицах [2-7] приведены результаты лабораторных измерений количества легких циклов и некоторых параметров теплоносителя Софэксил-ТСЖв.

Результаты измерений параметров образцов теплоносителя Софэксил ТСЖв, отобранных на эксплуатируемой системе подогрева

Таблица 2

Горячая ёмкость v-0921 Объем:1515 л. Кол-во теплоносителя 750литров Кол-во циклов на 11.2015 1.16 литра								
Дата	ДЗ	Д4	Д5	Д6	%	Рефракция	Вязкость Cst,	
08.2014	0,40	0,57	0,15	0,02	1,14	1,4030	50,30	
10.2014	0,36	1,24	0,30	0,05	1,95	1,4035	47,55	
11.2014	0,33	1,75	0,43	0,08	2,59	1,4035	45,40	
02.2015	0,00	0,53	0,31	0,08	0,92	1,4023	50,95	
04.2015	0,00	0,00	0,11	0,04	0,15	1,4012	51,40	
09.2015	0,18	0,72	0,30	0,08	1,40	1,4020	46,05	
11.2015	0,00	0,012	0,055	0,088	0,155	1,4033	50,89	

Таблица 3

Горячий контур. Точка отбора Р-0921 Кол-во теплоносителя 8000 литров Кол-во циклов на 11.2015 13,4 литра								
Дата	ДЗ	Д4	Д5	Д6	%	Рефракция	Вязкость Cst,	
08.2014	0,17	0,36	0,11	0,02	0,66	1,4030	50,05	
10.2014	0,14	0,71	0,22	0,05	1,12	1,4038	46,65	
11.2014	0,29	1,63	0,41	0,08	2,41	1,4050	45,82	
02.2015	0,29	1,84	0,47	0,10	2,71	1,4024	45,57	
04.2015	0,00	0,00	0,11	0,04	0,15	1,4015	51,06	
09.2015	0,00	0,003	0,053	0,05	1,204	1,4005	48,56	
11.2015	0,00	0,014	0,058	0,09	0,163	1,4032	51,58	

Таблица 4

Холодная ёмкость V 0941 Объем: 1515 л. Кол-во теплоносителя 750 литров Кол-во циклов на 11.2015 1,19 литра								
Дата	ДЗ	Д4	Д5	Д6	%	Рефракция	Вязкость Cst,	
08.2014	0,25	0,38	0,10	0,02	0,75	1,4038	46,78	
10.2014	0,47	1,44	0,35	0,06	2,32	1,4050	46,20	
11.2014	0,36	1,79	0,43	0,08	2,66	1,4025	45,76	
02.2015	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	1,4005	51,31	
04.2015	0,00	0,00	0,11	0,04	0,15	1,4020	50,90	
09.2015	0,18	0,70	0,29	0,072	1,436	1,4033	50,89	
11.2015	0,00	0,014	0,057	0,088	0,159	1,4021	24,59	

Таблица 5

Холодный контур Точка отбора: р-0941 Кол-во теплоносителя 8000 литров Кол-во циклов на 11.2015 13,52 литра							
Дата	ДЗ	Д4	Д5	Д6	%	Рефракция	Вязкость Cst,
08.2014	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04	1,4033	47,98
10.2014	0,40	1,20	0,30	0,05	1,95	1,4050	47,50
11.2014	0,35	1,76	0,42	0,08	2,61	1,4024	46,70
02.2015	0,35	2,01	0,50	0,10	0,15	1,403	48,00
04.2015	0,00	0,00	0,11	0,04	0,15	1,403	48,05
09.2015	0,00	0,03	0,029	0,002	0,091	1,4032	47,90
11.2015	0,00	0,014	0,061	0,094	0,169	1,403	51,57

Таблица 6

Промежуточный контур Точка отбора: р-0931 Кол-во теплоносителя 7000 литров Кол-во циклов на 11.2015 10,85 литра							
Дата	ДЗ	Д4	Д5	Д6	%	Рефракция	Вязкость Cst,
04.2015	0,21	1,41	0,143	0,15	2,28	1,4049	46,05
09.2015	0,00	0,00	0,005	0,02	0,065	1,4031	51,09
11.2015	0,00	0,013	0,055	0,087	0,155	1,403	51,57

Таблица 7

Сливная ёмкость: 7570л. Кол-во теплоносителя 1500 л. Кол-во циклов на 11.2015 363,6 литра							
Дата	ДЗ	Д4	Д5	Д6	%	Рефракция	Вязкость Cst,
06.2015	1,40	6,89	1,40	0,51	10,32	1,4012	38,05
11.2015	5,06	15,74	3,28	0,16	24,24	1,403	31,12

Суммарное количество легких циклов ДЗ, Д4, Д5, Д6 в системе на 11,2015 г. : 403,72 литра
или 1,55 % от общего объема.

Обсуждение результатов анализа образцов.

Всего за 1,5 года эксплуатации накопилось 403,72 литра легких циклов ДЗ-Д6. Из них только в аварийной емкости накопилось 363,6 литра. Данные по количеству циклов рассчитаны исходя из оценки количества теплоносителя в емкостях и контурах, представленной ООО «Интесмо» Очевидно, что основной вклад в общее количество циклов дает сливная емкость. Поэтому, даже если предположить, что сливная емкость в момент отбора пробы заполнена до уровня не 1500, а 3000 литров, то количество легких циклов было бы 650 литров, что не превышает 2,5 %.

Анализ образцов показывает, что накопление легких циклов в сливной емкости происходит вследствие того, что в расширительной емкости горячего контура V-0921 (Т-921) температура высокая, практически равная температуре в горячем контуре. Это может происходить вследствие того, что клапан DN50-PN40 BV на линии, соединяющей расширительный бак V-921 с оборотной линией, закрыт не полностью. Легкие циклы переходят в сливную емкость и конденсируются, поскольку в ней наиболее низкая температура. Перекачка легких циклов ДЗ-Д4 из сливной емкости в горячий контур может приводить к временному повышению давления в горячем контуре. Поэтому для того, чтобы гарантировать отсутствие скачков давления желательно организовать сбор легких циклов в отдельной емкости и их последующее удаление.

Из полученных данных можно сделать оценку ресурса работы теплоносителя Софэксил ТСЖв в системе высокотемпературного обогрева завода ООО «ИНТЕСМО».

Приняв в расчет максимально возможное количество легких циклов - 650 литров за 1,5 года непрерывной работы и их периодическое удаление из системы, согласно рекомендаций настоящего отчета (п.1), общий объем теплоносителя (26000 литров) в системе будет заменен в течении **60 лет** ($26000:650 \times 1,5$).

Рекомендации

1. Для того чтобы всегда в системе циркулировал только теплоноситель с неизменными параметрами, необходимо организовать периодический (не более одного раза в год) слив легких циклов, накопление которых может повлиять на изменение давления паров теплоносителя. За год в этой емкости может накопиться до 600 литров легких циклов, что не превышает 2% от всего объема теплоносителя. В системе всегда будет циркулировать теплоноситель у которого характеристики остаются неизменными. Для этого нужно установить дополнительную емкость объемом около 1000 литров на линии азота из расширительного бака V-0921 в сливную емкость. Дополнительная емкость должна иметь нижний слив для накопившейся жидкости и соответствующую конструкцию, а также мерное стекло для контроля заполнения. Выход азота из дополнительной емкости после конденсации паров легких циклов должен направляться в сливной бак. Оператор должен контролировать уровень жидкости в дополнительном баке и сливать эту жидкость при необходимости.

2. Желательно установить термомпару в расширительном баке горячего контура для контроля температуры и, косвенно, исправности клапана DN50-PN40 BW на ножке горячего бака.

3. Желательно вести мониторинг давления в позициях 30001 и 30002 на насосе Р-921А (или на его дублере), а также в позиции 27001 на выходе из печи. Системное повышение давления в этих точках может свидетельствовать о повышении содержания легких циклов. В этом случае требуется внеплановое проведение анализа теплоносителя.

4. Удаление легких циклов ДЗ-Д5 можно проводить из вновь установленного бака (по мере его заполнения) с одновременным добавлением такого же количества свежего теплоносителя в сливной бак

5. Считаю целесообразным заключить договор между ООО «Интесмо» и ООО «Софэкс-Силикон» на сервисное обслуживание теплоносителя Софэксил ТСЖв, включающее проведение анализов, выдачу рекомендаций по результатам мониторинга, утилизацию легких циклов, поставку дополнительного теплоносителя на подлив.