

Компрессоры серии SRC-XS и SRC-S
Дополнительное охлаждение
(SA-11-03-E)

11	Дополнительное охлаждение	2
11.1	Допустимая температура нагнетания компрессора	2
11.2	Оценка дополнительной холодопроизводительности	3
11.3	Впрыск жидкости терморегулирующим вентилем	4
11.4	Охлаждение масла с помощью внешнего теплообменника	7
11.5	Положение штуцеров входа-выхода масла	10

11 Дополнительное охлаждение

11.1 Допустимая температура нагнетания компрессора

Величина температуры нагнетания определяется следующими факторами:

- ✓ потребляемая мощность компрессора и любые условия работы при частичной нагрузке, которые определяют снижение холодопроизводительности электродвигателя;
- ✓ фактический коэффициент сжатия рабочего цикла;
- ✓ перегрев хладагента со стороны всасывания;
- ✓ характеристики пара хладагента, например, теплоемкость;
- ✓ характеристики масла, смешанного с хладагентом.

Слишком высокая температура нагнетания может привести к следующему эффекту:

- ✓ коксование и устойчивое изменение свойств масла;
- ✓ уменьшение кинематической вязкости масла с последующим сокращением смазывающей способности и снижением коэффициента подачи компрессора;

С другой стороны, чрезмерное охлаждение масла может привести к резкому перепаду давления в гидравлическом контуре, избыточному растворению масла хладагентом и впоследствии к следующему эффекту:

- ✓ изменение потока масла внутри компрессора;
- ✓ снижение смазочных свойств;
- ✓ перепуск хладагента на сторону всасывания (через масляный контур), который подвергается процессу сжатия, но впоследствии не будет производить охлаждающего эффекта.

Максимально допустимая температура нагнетания составляет **110 °C**, а в том случае, если компрессор выключен, минимальная температура масла перед запуском должна составлять **40°C**.

Ниже представлен порядок выполнения оценки дополнительной холодопроизводительности в том случае, если требуется охлаждение масла, а также возможные способы ее обеспечения. Вопросы, связанные с нагреванием масла, указаны в параграфе 2-6: “Нагреватель масла” раздела SA-02: “Система смазки”.

11.2 Оценка дополнительной холодопроизводительности

Если температура нагнетания превышает 110°C, требуется применение дополнительной системы охлаждения. Дополнительная холодопроизводительность, необходимая для осуществления такого охлаждения, может быть рассчитана путем умножения массы потока в испарителе на разницу между энтальпией на стороне нагнетания без дополнительного охлаждения и энтальпией при давлении нагнетания, когда температура равна 110°C (значения энтальпии указаны в таблице хладагентов).

При расчете требуемой холодопроизводительности необходимо учитывать наиболее критичные условия эксплуатации (минимальная температура испарения, максимальная температура конденсации, максимальный перегрев).

В качестве альтернативы, данный расчет может быть выполнен автоматически с помощью программы выбора LEONARDO, разработанной компанией RefComp.

В результате, в зависимости от требуемой дополнительной холодопроизводительности, существует два возможных метода ограничения температуры нагнетания компрессора:

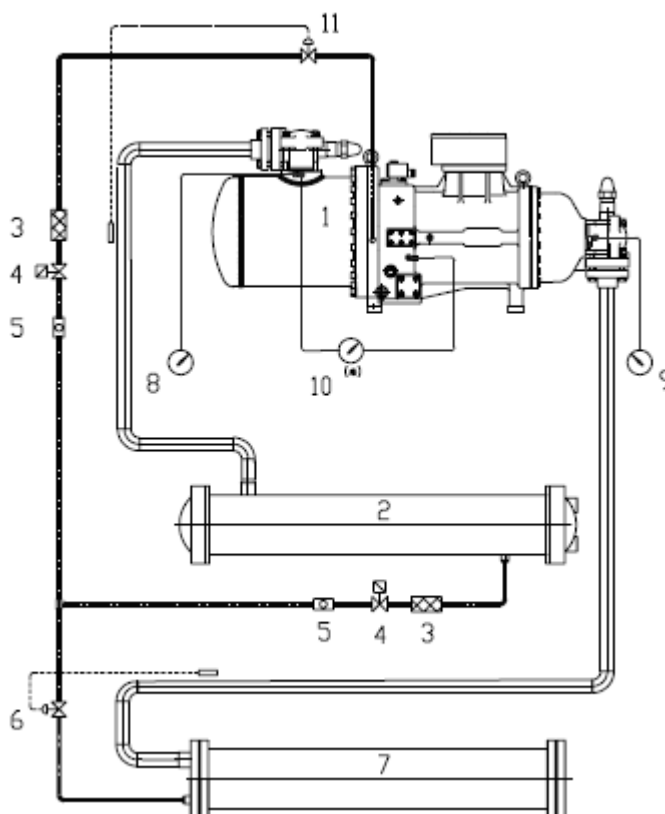
- ✓ Охлаждение путем впрыска хладагента (жидкости) в роторы. Жидкий хладагент поступает с выхода конденсатора и затем испаряется;
- ✓ Охлаждение масла в контуре, находящемся вне компрессора. Возможно использование воздушного, водяного или фреонового маслоохладителя.

На следующих страницах содержится описание вышеуказанных методов охлаждения.

11.3 Впрыск жидкости терморегулирующим вентилем

Относительно простая и экономичная система для дополнительного охлаждения обеспечивает впрыск холодильного агента (насыщенной жидкости) при среднем давлении на роторы, как видно на схеме рисунка 11.А¹. Жидкость подается через отверстие экономайзера и позволяет расширить эксплуатационные ограничения, смотри раздел SA-10: “Область применения”.

Если требуемая дополнительная холодопроизводительность будет превышена (определенный процент холодопроизводительности компрессора), использование этого метода приведет к скоплению чрезмерного количества хладагента и послужит причиной для его растворения в масле с последующей потерей смазочных свойств масла, а также чрезмерной перегрузке электродвигателя. В этом случае масло должно быть охлаждено во внешнем контуре, оборудованном теплообменником, смотри следующий параграф. Эксплуатационные ограничения, указанные в разделе SA-10, определяют нормальные условия эксплуатации, в которых допускается охлаждение путем впрыска, а также условия, в которых требуется применение внешнего устройства охлаждения масла.



- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Компрессор; | 7 Испаритель; |
| 2 Конденсатор; | 8 Манометр высокого давления; |
| 3 Фильтр; | 9 Манометр низкого давления; |
| 4 Электромагнитный клапан; | 10 Дифференциальный манометр на масляном фильтре; |
| 5 Смотровое стекло; | 11 Терморегулирующий вентиль впрыска. |
| 6 Терморегулирующий вентиль; | |

Рисунок 11. А: впрыск хладагента (насыщенной жидкости) через терморегулирующий вентиль;

¹ Это только схематический чертеж; смотри габаритный чертеж для каждого отдельного компрессора для определения фактического положения отверстия для впрыска жидкости и соединений высокого и низкого давления.

Для впрыска хладагента в компрессор необходимо установить дросселирующее устройство, например:

- ✓ терморегулирующий вентиль;
- ✓ калиброванная форсунка;
- ✓ капиллярная трубка.

Если используется терморегулирующий вентиль, процесс регулирования может контролироваться с высокой степенью точности. В этом случае, количество впрыскиваемого хладагента будет отличаться в зависимости от фактической температуры, измеренной со стороны нагнетания компрессора.

Терморегулирующий вентиль должен быть отрегулирован на включение при температуре нагнетания 100-110°C (изделия с подобными характеристиками представлены такими производителями, как Danfoss, Alco и Sporlan).

	<p>Примечание:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ для определения соответствия параметров терморегулирующего вентиля конкретным условиям эксплуатации обратитесь к вашему поставщику вентиля; ✓ использование впрыска жидкости не рекомендуется, если требуемая дополнительная холодопроизводительность достигает значений, составляющих около 10% от холодопроизводительности компрессора; ✓ использование впрыска жидкости вместе с контуром экономайзера категорически не рекомендуется.
--	---

Термобаллон терморегулирующего вентиля должен быть установлен на линии нагнетания на расстоянии примерно 10-20 см от запорного вентиля нагнетания. Он должен быть теплоизолирован таким образом, чтобы температура наружного воздуха не влияла на его работу, а надежный контакт с трубой нагнетания должен обеспечиваться с помощью проводящей пасты. Термобаллон должен быть надежно закреплен.

Следует убедиться в том, что из трубопровода поступает только насыщенная или предварительно охлажденная жидкость. После создания контура впрыска необходимо убедиться в том, что в секции трубопровода, расположенной от вентиля до точки впрыска, не имеется никаких опасных вибраций.

Для предотвращения переноса масла и защиты компонентов от закупоривания смесью жидкости и масла, трубопровод для впрыска должен в начале проходить вертикально, начиная с точки впрыска, смотри рисунок 11.В¹.

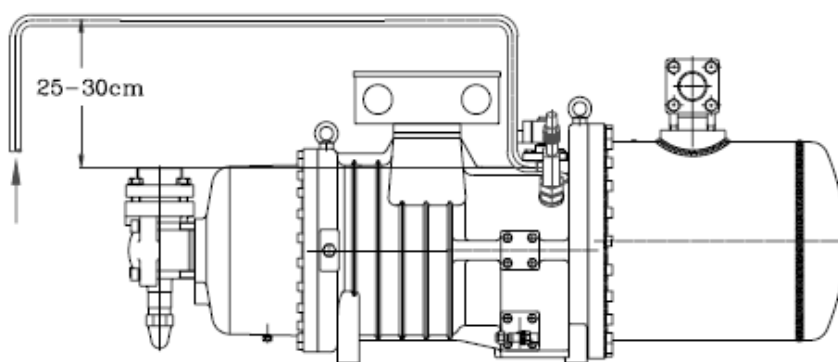


Рисунок 11. В: Схема трубопровода впрыска жидкости;

Вентиль не должен быть большего размера, чем требует нагрузка, чтобы предотвратить впрыск излишнего количества жидкости. При выборе вентиля необходимого размера следует учитывать давление впрыска, среднее между давлением испарения и конденсации. Это значение может быть определено с помощью программы выбора LEONARDO.

¹ Это только схематический чертеж; смотри габаритный чертеж для каждого отдельного компрессора для определения фактического положения отверстия для впрыска жидкости.

Кроме дросселирующего устройства в контуре впрыска должен быть установлен электромагнитный клапан, термореле (или аналогичное устройство) со стороны нагнетания, смотровое стекло и сетчатый фильтр тонкой очистки (max 25 μm) для предотвращения попадания металлических частиц в роторы, что может повлиять на правильное функционирование и срок эксплуатации компрессора.

Термореле в трубопроводе нагнетания включает контур впрыска, когда температура нагнетания превышает значение 110°C, а его отключение происходит в том случае, когда температура нагнетания опускается ниже 100-105°C.

Компрессор должен быть оборудован штуцером для впрыска (специальная деталь, поставляемая на заказ); диаметр трубопровода впрыска определяется в соответствии с Таблицей А внизу.

SRC-XS/S	40	50	60	113	133	163	183	213	253	255	285	303	305	353	413	463	503	553	603
Диаметр [мм]	16												22		42				

Таблица А: диаметр трубопровода впрыска;

Для впрыска жидкости используйте следующие комплекты, соответствующие моделям компрессора:

- модели SRC-S-113/133/163/183/213: комплект n° 303134

Компоненты:	штуцер для впрыска жидкости	n° 517740
	тефлоновая прокладка	n° 592360
	алюминиевая шайба	n° 613840
	коленчатый патрубок	n° 614450

- модели SRC-XS-40/50/60 и SRC-S-253/255/285/303/305: комплект n° 303084

Компоненты:	штуцер для впрыска жидкости	n° 517740
	тефлоновая прокладка	n° 592360
	алюминиевая шайба	n° 613840
	прямой патрубок	n° 614120

- модели SRC-S-353/413/463: комплект n° 303148

Компоненты:	фланец для крепления	n° 519085
	овальная фланцевая прокладка вентиля	n° 591030
	тефлоновая прокладка	n° 592360
	прямой патрубок	n° 614090

- модели SRC-S-503/553/603: комплект n° 303320

Компоненты:	муфта трубопровода	n° 519192
	герметизированный фланец муфты	n° 519193
	крышка муфты	n° 519194
	прокладка вентиля	n° 590790
	болт 10.9 M12x50	n° 614510

11.4 Охлаждение масла с помощью внешнего теплообменника

По сравнению с предыдущим методом охлаждения, данный метод позволяет в большей степени расширить предельные границы эксплуатации компрессора (смотри раздел EA-10: “Область применения”) и повысить его производительность. Фактически, охлаждение повышает коэффициент подачи и изэнтальпическую эффективность сжатия, тем самым, повышая коэффициент эффективности цикла охлаждения.

В связи с этим, компрессор оборудован специальными патрубками для входа и выхода масла (во внутреннем гидравлическом контуре) для подключения внешнего контура охлаждения, смотри параграф 11.5. Диаметр патрубков в этом контуре составляет 16 мм для всех моделей компрессоров серии SRC- XS и SRC-S.

Использование внешнего контура повышает расход масла в компрессоре. В этом случае, количество масла в компрессоре должно быть увеличено в соответствии с используемым типом контура охлаждения. В частности, необходимо учитывать следующее:

$$\begin{aligned} \text{ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО МАСЛА В СИСТЕМЕ} = & \text{КОЛИЧЕСТВО МАСЛА В КОМПРЕССОРЕ} \\ & + \text{КОЛИЧЕСТВО МАСЛА В ТЕПЛООБМЕННИКЕ} \\ & + \text{ОБЪЕМ МАСЛЯНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ} \\ & + 1\% \text{ ОТ КОЛИЧЕСТВА ХЛАДАГЕНТА} \end{aligned}$$



Внимание!

Разность давления во внешнем контуре охлаждения масла не должна превышать 0,5 бар.

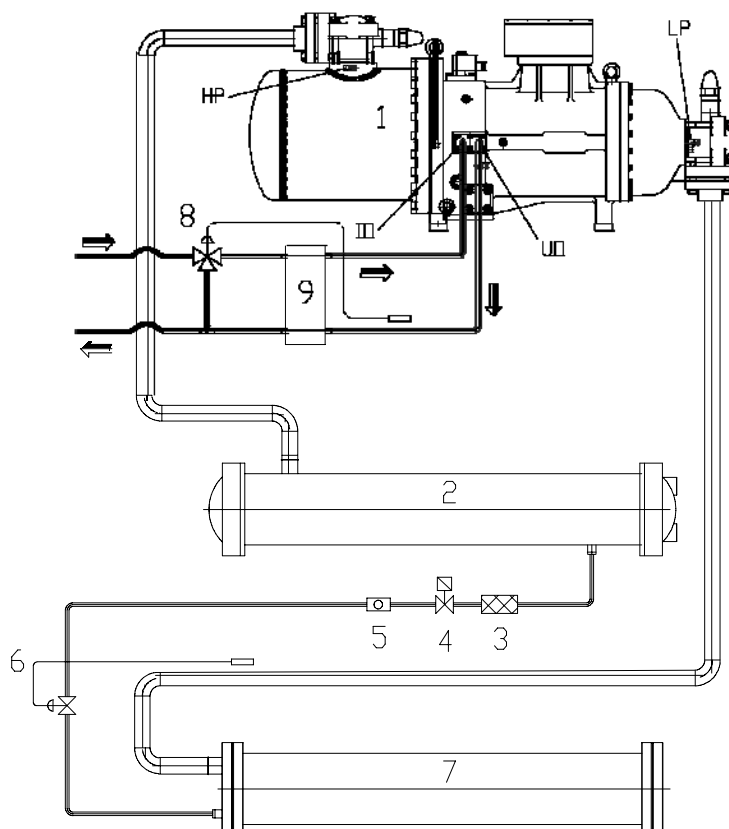
- **Воздушный маслоохладитель**

Масляный охладитель (ребристо-трубчатый теплообменник) должен устанавливаться на минимально возможно расстоянии от компрессора для того, чтобы разность давления в контуре не превышала 0,5 бар в нормальных условиях работы. Работа системы охлаждения с вентиляторами должна контролироваться датчиком температуры, расположенным в трубопроводе нагнетания компрессора, с заданным значением **110°C**; логикой управления может быть режим ON-OFF (Вкл. - Выкл.) или регулируемая частота вращения.

Для обеспечения быстрого нагревания масла при запуске (для снижения резкого перепада давления при поступлении холодного масла), данный охладитель должен подогреваться в периоды бездействия, либо может быть обеспечен байпасный контур охладителя посредством использования 3-ходового регулирующего клапана, пока температура нагнетания не достигнет **100°C**. Данный способ особо рекомендуется в тех случаях, когда температура охладителя в периоды бездействия может опускаться ниже 40°C, либо когда объем масла в охладителе и трубопроводах превышает 25 дм³.

• Водяной маслоохладитель

В масляно-водяной теплообменник может подаваться водоконденсат или охлажденная вода. Подача воды может регулироваться 2-ходовым клапаном с датчиком температуры, установленным в нагнетательном трубопроводе компрессора (заданное значение **110°C**), или, в качестве альтернативы, как показано на рисунке 11-C₁, может использоваться 3-ходовой регулирующий клапан с датчиком температуры, установленным в масляном трубопроводе, выходящем из компрессора.



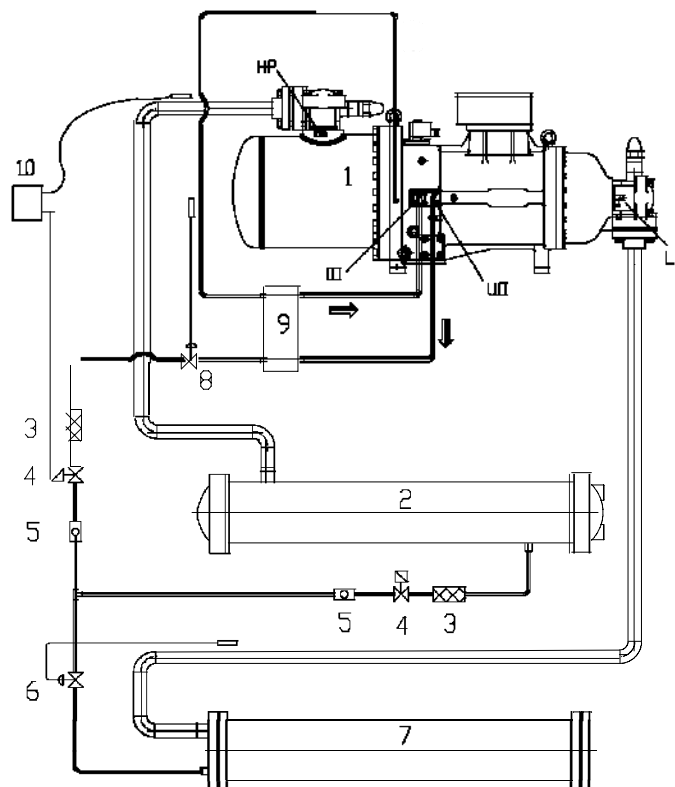
- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Компрессор; | 7 Испаритель; |
| 2 Конденсатор; | 8 3-ходовой регулирующий клапан
подачи воды; |
| 3 Фильтр; | 9 Водяной маслоохладитель; |
| 4 Электромагнитный клапан; | Ю Вход масла; |
| 5 Смотровое стекло; | УО Выход масла; |
| 6 Терморегулирующий вентиль; | |

Рисунок 11-C: охлаждение масла с помощью водяного теплообменника;

¹ Это только схематический чертеж; для определения положения масляных трубопроводов смотри рисунки для каждого отдельного компрессора, представленные в параграфе 11-5.

• Фреоновый маслоохладитель

На рисунке 11-D¹ представлена схема контура хладагента, в котором масло охлаждается хладагентом. Расширительный клапан регулирует поток хладагента, который охлаждает масло в теплообменнике. Теплообменник масло/хладагент должен быть пригоден для работы в условиях резкого перепада температур между этими двумя жидкостями.



- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Компрессор; | 7 Испаритель; |
| 2 Конденсатор; | 8 Расширительный клапан охлаждения масла; |
| 3 Фильтр; | 9 Фреоновый маслоохладитель; |
| 4 Электромагнитный клапан; | 10 Термореле; |
| 5 Смотровое стекло; | IO Вход масла; |
| 6 Терморегулирующий вентиль; | UO Выход масла; |

Рисунок 11-D: охлаждение масла с помощью фреонового маслоохладителя;

Для получения дополнительной информации об указанном методе охлаждения масла обращайтесь в компанию RefComp.

¹ Это только схематический чертеж; для определения положения масляных трубопроводов смотри рисунки для каждого отдельного компрессора, представленные в параграфе 11-5, а для определения фактического положения отверстия для впрыска жидкости смотри рисунки в разделе SA-08.

11.5 Положение штуцеров входа-выхода масла.

Что касается штуцеров входа-выхода масла, то необходимо определить отличительные особенности обновленных моделей SRC-XS-40/50/60 и SRC-S-255/285/305, а также остальных моделей серии SRC-S.

- **МОДЕЛИ SRC-XS-40/50/60 И SRC-S-255/285/305.**

Для подключения масляного охладителя необходимо изменить внутренний гидравлический контур масла, посредством замены некоторых деталей компрессора, как показано на рисунке 11-Е внизу.

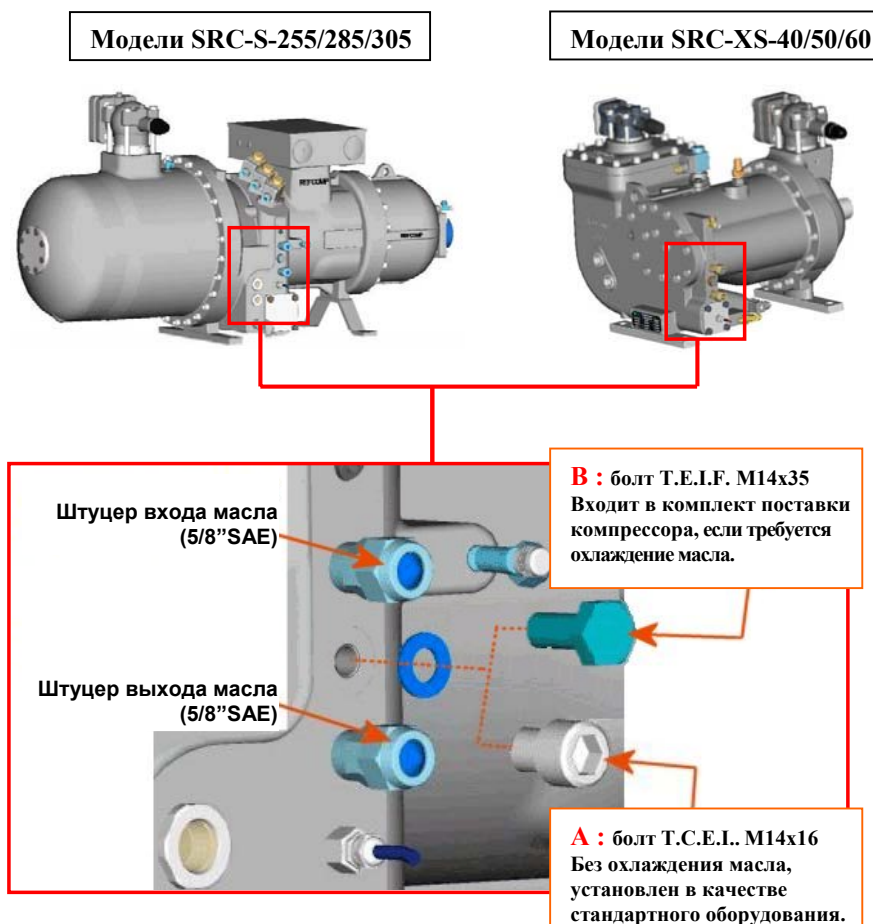


Рисунок 11. Е: положение штуцеров входа/выхода масла для подключения внешнего контура охлаждения;

На рисунке 11.Е показана деталь, которая должна быть заменена.

В стандартную комплектацию компрессора входит болт А: М14 х 16, устанавливаемый на компрессоре; в этой конфигурации компрессор работает без масляного охладителя. Болт В: М14 х 35 входит в комплект поставки компрессора, не установлен и находится в распределительной коробке.

Для установки масляного охладителя в указанных моделях следует просто заменить болт А на болт В и подсоединить трубки без необходимости использования специального комплекта, как это требуется в других моделях серии SRC-S.

- **МОДЕЛИ SRC-S-113/133/163/183/213/253/303/353/413/463/503/553/603**

Для подключения к контуру охлаждения в указанных моделях следует заменить плиту с использованием комплекта, указанного на следующей странице.

На рисунках 11-F/G/H внизу показано положение штуцеров на компрессоре для подключения внешнего контура охлаждения масла в соответствии с моделью.

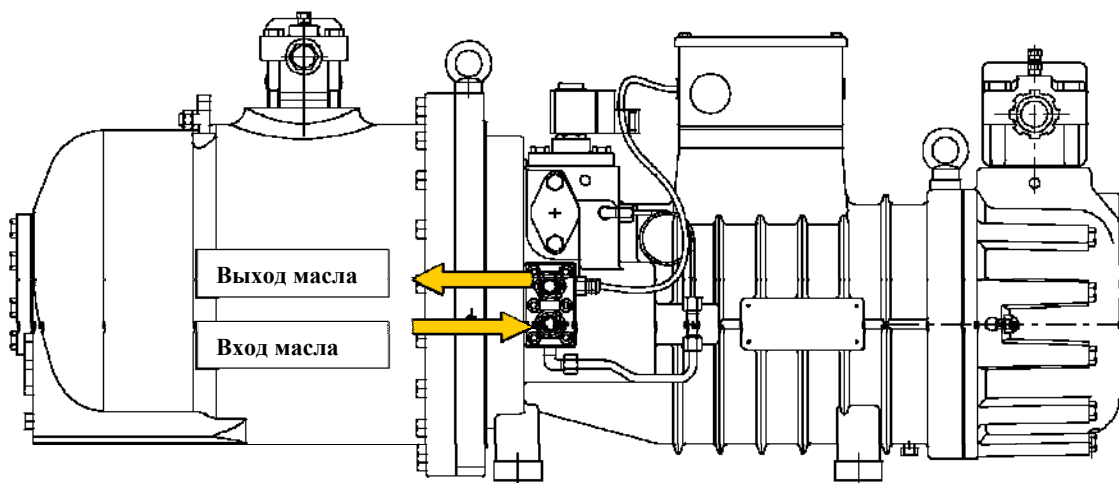


Рисунок 11-F: Модели SRC-S-113/133/163;

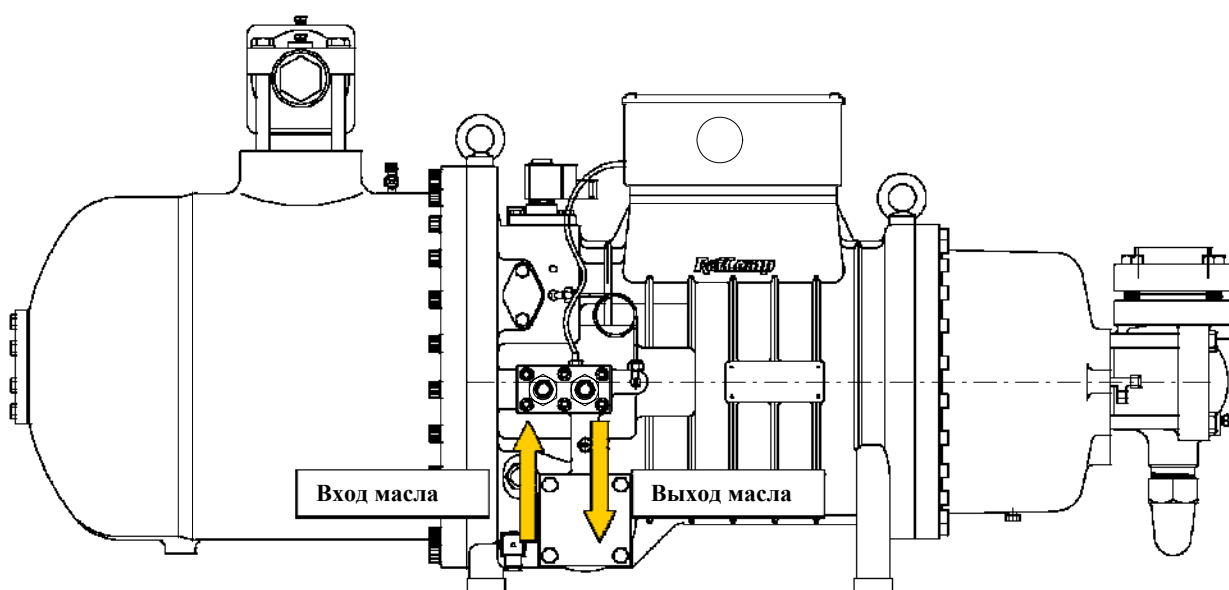


Рисунок 11-G: Модели SRC-S-253/303/353/413/463;

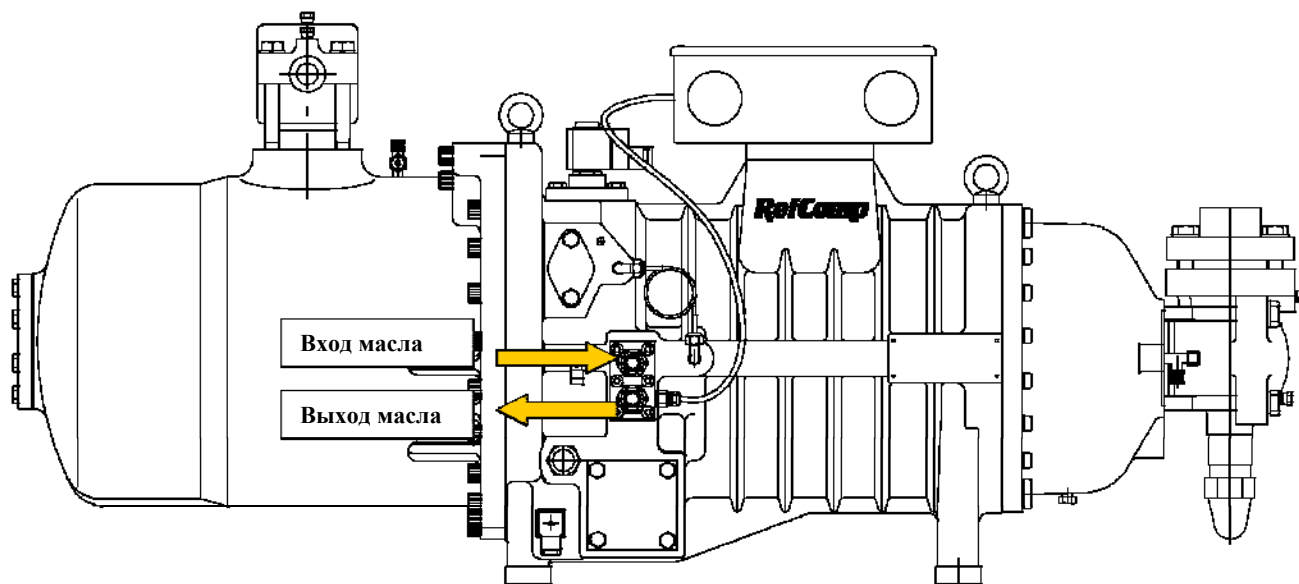


Рисунок 11-Н: Модели SRC-S-183/213/503/553/603;

Ниже представлен перечень комплектов, необходимых для подключения компрессора и внешнего контура охлаждения, а на рисунках 11-I/L/M/N показаны плиты подключения маслоохладителей с различными компонентами, устанавливаемыми в зависимости от необходимости использования штуцеров.

Комплект охлаждения масла:

- модели SRC-S-113/133/163/183/213/253/303: комплект n° 303234

Компоненты:	муфта трубопровода впуска масла	n° 519067
	плита подключения маслоохладителя	n° 519190
	схема сборки комплекта	n° 585894
	плоская прокладка	n° 592741
	колпачок E.I.	n° 610680
	прямой штуцер	n° 614474
	болт 12.9 M8x30	n° 614538
	тефлоновая прокладка	n° 691090

- модели SRC-S-353/413/463/503/553/603: комплект n° 303241

Компоненты:	муфта трубопровода впуска масла	n° 519067
	плита подключения маслоохладителя	n° 519226
	схема сборки комплекта	n° 585895
	плоская прокладка	n° 592750
	колпачок E.I.	n° 610680
	болт 12.9 M10x30	n° 613900
	прямой штуцер	n° 614474
	тефлоновая прокладка	n° 691090

- накладные пластины, если штуцеры не используются:

SRC-S-113/133/163/183/213/253/303

SRC-S-353/413/463/503/553/603

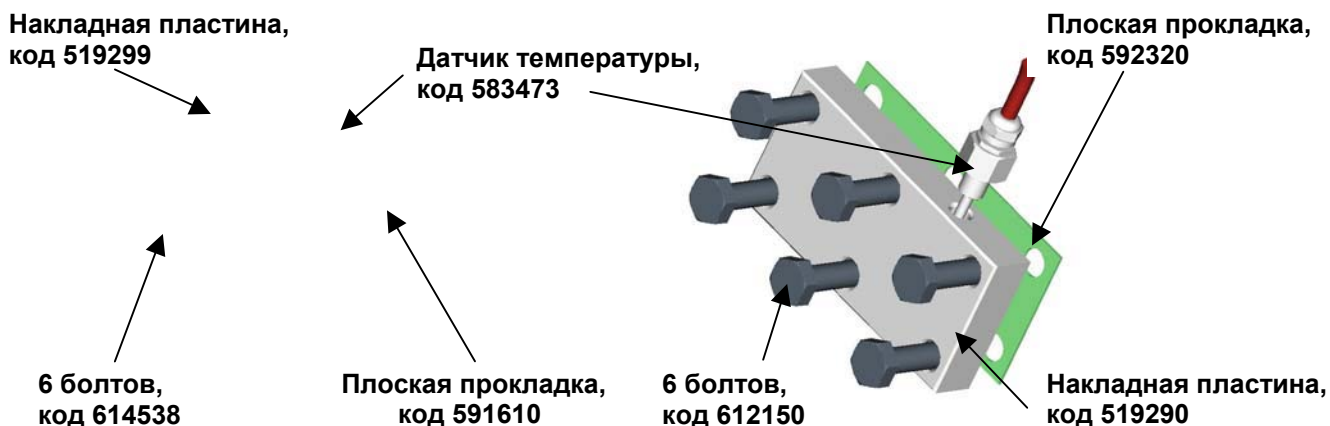


Рисунок 11-I: накладная пластина, если не используются штуцеры для внешнего контура охлаждения масла;

- соединительные пластины, если штуцеры используются:

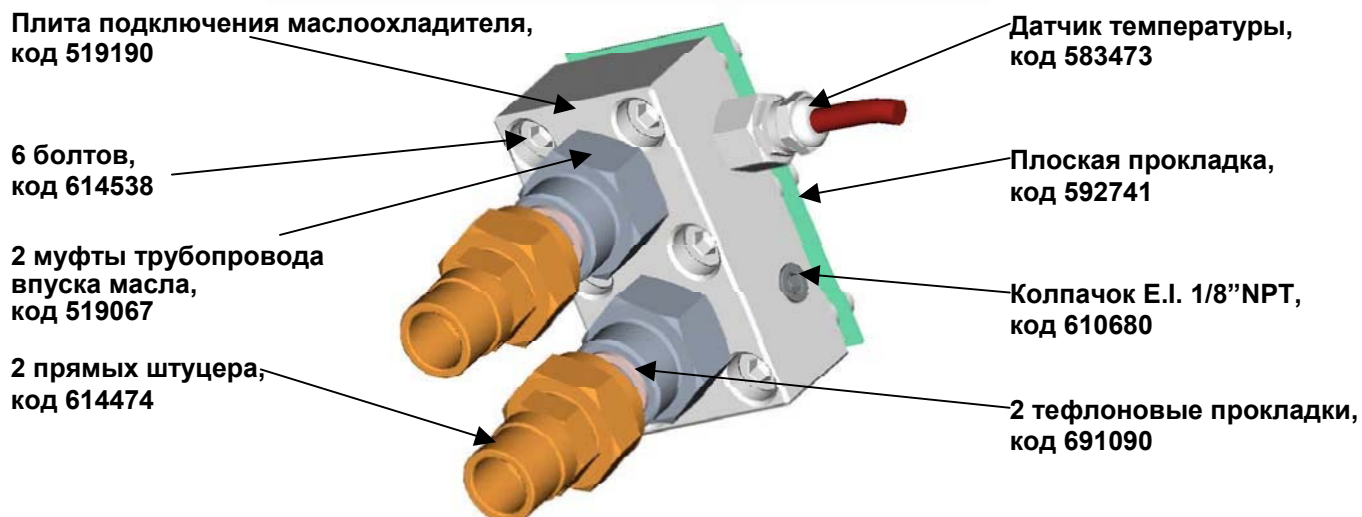


Рисунок 11-L: плита и штуцеры в сборе для подключения к внешнему контуру охлаждения масла в моделях SRC-S-113/133/163;

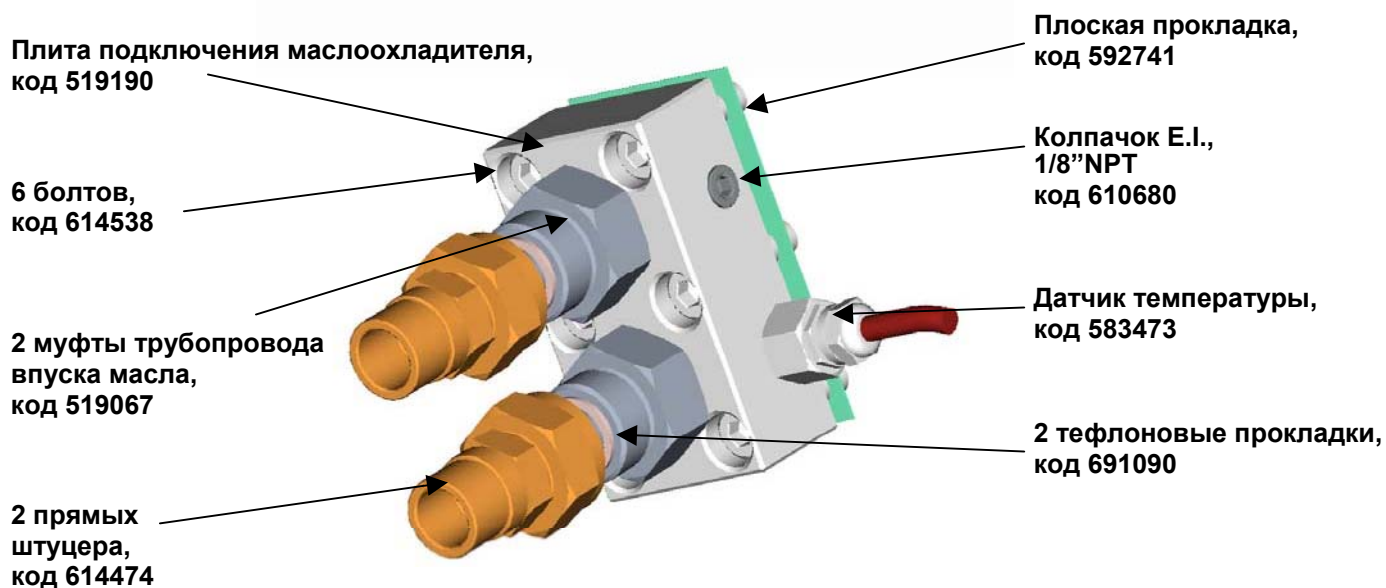


Рисунок 11-М: плита и штуцеры в сборе для подключения к внешнему контуру охлаждения масла в моделях SRC-S-183/213/253/303;

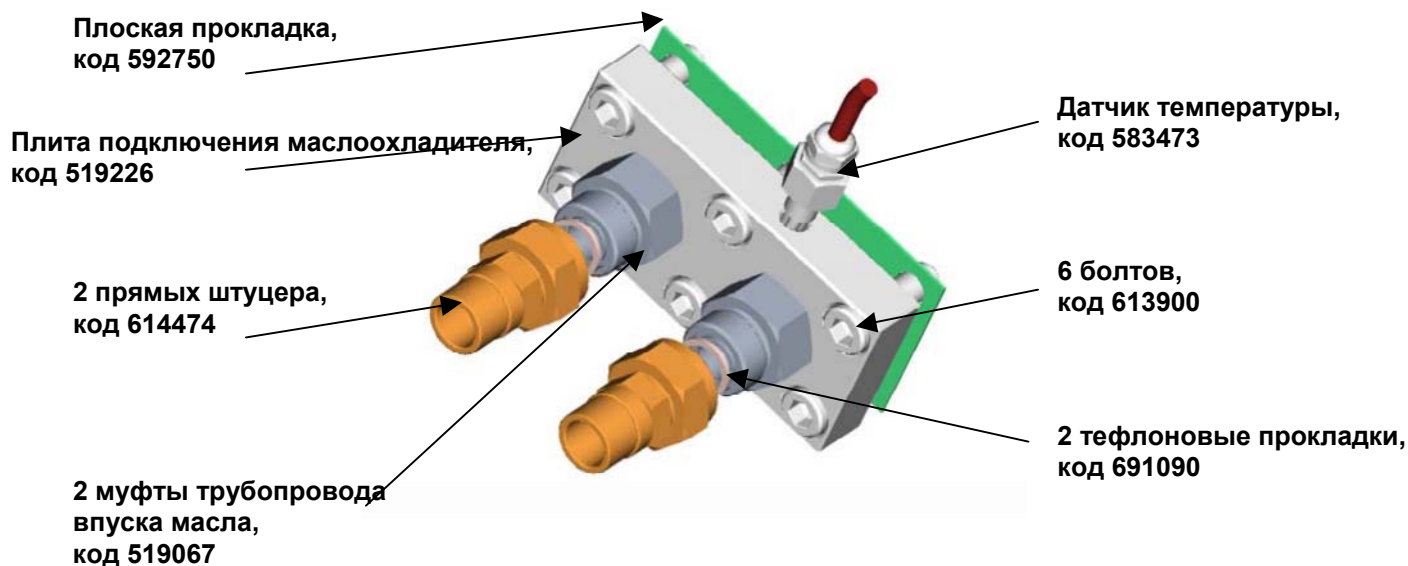


Рисунок 11-N: плита и штуцеры в сборе для подключения к внешнему контуру охлаждения масла в моделях SRC-S-353/413/463/503/553/603;

На предыдущих рисунках также показано положение на плите датчика температуры, необходимого для контроля температуры масла; этот датчик входит в стандартную комплектацию при использовании модуля защиты INT 69 RCY, а также в качестве опции при заказе модуля INT 69 VS. Если датчик не установлен, то отверстие должно быть закрыто с помощью болта 1/8" NPT, код 610680.