

3. Molis, A. Building methodology, assessing the risks: the case of energy security in the Baltic States / A. Molis // *Baltic Journal of Economics*. – №11. – 2011. – P. 59-80.

4. Хухлындина, Л.М., Чиж, А.М. Энергетическая безопасность в системе национальной безопасности государства / Л.М. Хухлындина, А.М. Чиж // *Актуальные проблемы международных отношений и глобального развития: сб. науч. ст. Вып. 1 / сост. Е. А. Достанко; редкол.: А. М. Байчоров (гл. ред.) [и др.]*. — Минск: БГУ, 2013. — С. 90-99.

5. Родионов, А.В. Направления обеспечения национальной энергетической безопасности в современных условиях (на примере Японии и США) / А.В. Родионов // *Интеграционные процессы в современной науке. Сборник научных трудов по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 26 января 2022 г.)*. – Анапа. – 2022. – С. 45-49.

УДК 621.644

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МАСЛА В ТРУБОПРОВОДАХ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Жук Н.П.

Белорусский национальный технический университет

В данной статье рассматриваются вопросы правильного проектирования и монтажа трубопроводов для циркуляции холодильного агента с целью обеспечения рабочей циркуляции холодильного агента и возврата масла к компрессору.

Монтаж трубопроводов, предназначенных в первую очередь для циркуляции холодильного агента – наиболее трудоемкая и особенно ответственная операция при монтаже холодильных систем. Особенных проблем, как правило, не возникает при проектировании и монтаже для обеспечения перемещения только холодильного агента, однако не следует забывать, что при работающей холодильной установке по трубопроводам всегда циркулирует какое-то количество масла. В данной статье внимание будет уделено вопросам правильного проектирования и монтажа трубопроводов с целью обеспечения циркуляции и возврата масла к компрессору.

Следует различать фреоновые и аммиачные системы в вопросе уноса масла и организации его возврата в масляный ресивер и далее в компрессор.

В аммиачных системах компрессорное масло практически не смешивается с хладагентом аммиаком, оно тяжелее аммиака и осаждается в нижнюю часть емкостных аппаратов, где конструктивно предусмотрены специальные устройства для сбора масла (так называемые «горшки»), откуда масло собирается в сборник-ресивер и возвращается в компрессоры.

Во фреоновых системах, в системах на углеводородах и на углекислоте компрессорное масло хорошо смешивается с хладагентом и уносится в систему. Ниже рассмотрим требования к монтажу систем на фреонах и природных хладагентах, кроме аммиака.

Масло, которое используется в холодильной установке, предназначено для смазывания движущихся частей компрессора, и в идеале должно оставаться в его картере. При нормальной работе установки небольшое количество масла будет постоянно уноситься из компрессора с нагнетаемым газом, и далее поступать в различные элементы холодильной системы. Количество выбрасываемого масла зависит в первую очередь от типа компрессора, окружающих условий и режима работы холодильной машины.

Масло, попавшее в линию нагнетания (при отсутствии маслоотделителя) может вернуться обратно в компрессор, только пройдя весь холодильный контур. В системах трубопроводов, где происходит конденсация и охлаждение, при правильно разработанной их конструкции, это масло всегда будет возвращаться в компрессор. Кроме того, масло должно возвращаться в компрессор равномерно и очень небольшими порциями, чтобы не было гидравлического удара на рабочих органах компрессора, как и в случае попадания жидкого хладагента.

Если количество масла, циркулирующего в системе трубопроводов, незначительно, это увеличивает эффективность теплопередачи в теплообменных агрегатах и производительность всей установки. Напротив, слишком большое количество масла в системе будет оказывать отрицательное влияние на теплопередающую работу конденсатора и испарителя. Если в плохо спроектированной системе количество масла, возвращающегося в компрессор, меньше количества масла, покидающего его, последний будет испытывать масляный голод, а конденсатор, испаритель и трубопроводы будут забиты маслом.

В этой ситуации дозаправка компрессора маслом лишь подкорректирует уровень масла в компрессоре на небольшой период времени и увеличит избыток масла в остальной части системы.

Только правильная конструкция системы трубопроводов обеспечивает нужный баланс масла в холодильной установке.

Для правильного понимания конструктивных решений при проектировании и монтаже трубопроводов рассмотрим характер движения масла в трубопроводах.

Известные и широко используемые смазочные масла хорошо смешиваются с жидким хладагентом. В жидкостных линиях масло циркулирует в смеси с жидким хладагентом и проблем возврата масла в компрессор здесь не возникает.

В газовых линиях нагнетания и всасывания находится газообразный хладагент, не смешивающийся с маслом. Поэтому оно может передвигаться по внутренним стенкам газовых линий двумя способами: под действием силы гравитации (только вниз); или увлекаться в виде пленки под действием газообразного потока. Обеспечить возврат масла из газовых линий необходимо правильным подбором и монтажом системы трубопроводов.

Поскольку в этих магистралях хладагент находится в газообразном состоянии, то масло и хладагент склонны к разделению. Масло внутри трубопровода на этих участках перемещается вместе с холодильным агентом в любом случае в виде жидкости: при горизонтальном направлении масло в основном скапливается в нижней части трубопровода; при движении вертикально масло равномерно размазывается по всей внутренней поверхности трубопровода.

Картина распределения масла для участков трубопровода при движении в различных направлениях представлена на рисунке 1, где масло показано красным цветом, пары хладагента – черные стрелки, капли хладагента (характерно для всасывающего трубопровода) – черные точки.

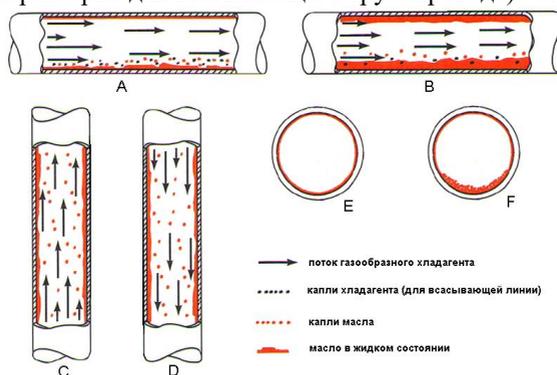


Рисунок 1. Характер движения масла в газовых трубопроводах:

А – горизонтальный трубопровод (большого диаметра); В – горизонтальный трубопровод (малого диаметра); С – вертикальный восходящий трубопровод; D – вертикальный нисходящий трубопровод; E – поперечное сечение вертикального трубопровода; F – поперечное сечение горизонтального трубопровода

В связи с этим в газовых магистралях возникают проблемы с перемещением масла: здесь для возврата масла в компрессор необходимо добиться свободного и равномерного перемещения его по контуру. Для этого предусматриваются специальные технические решения и рекомендации, которые в рамках данной статьи не рассматриваются.

Литература

1. Руководство по выбору и эксплуатации. Поршневые компрессоры МТ/MTZ. – М.: ЗАО «Данфосс», 2006. – 36 с.

УДК 621.644

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МАСЛА В ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Жук Н.П.

Белорусский национальный технический университет

В данной статье рассматриваются вопросы ошибок проектирования и монтажа трубопроводов пароконденсационной холодильной установки, которые могут привести к застаиванию масла в газовых трубопроводах всасывания и нагнетания, а также технические рекомендации, которые направлены на обеспечение правильной циркуляции масла по данным трубопроводам.

При работающей пароконденсационной холодильной установке всегда из компрессора какое-то количество масла уносится горячим паром в линию нагнетания и поступает в различные элементы холодильной системы, откуда может вернуться обратно в компрессор, только пройдя весь холодильный контур. При работающей установке (в идеале) сколько масла унеслось из компрессора столько его должно и вернуться обратно в компрессор, т.е. равномерно и очень небольшими порциями, чтобы исключить гидравлический удар на рабочих органах компрессора, как и в случае попадания жидкого хладагента. Такой картины можно добиться при правильной конструкции системы трубопроводов, которая должна обеспечивать равномерную циркуляцию масла в холодильной установке.

Далее рассматриваются несколько ошибок, допущенных при проектировании и/или монтаже, которые могут привести к застаиванию масла в газовых трубопроводах всасывания и нагнетания, а также