

## Типичные ошибки при проведении пусконаладочных работ на холодильном оборудовании

Жук Н. П.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим типичные нарушения и ошибки ремонтников при проведении пусконаладочных операций на холодильном оборудовании.

### *Этап 1. Испытание на герметичность*

Одной из главных и первой по очередности в ряду операций на завершающем этапе монтажа является испытание смонтированных трубопроводов холодильной установки на герметичность (принятое упрощенное название среди холодильщиков – опрессовка). Главная цель этой операции – выявление мест утечки. Неправильное проведение данной процедуры, а зачастую и ее полное отсутствие, приводит к необоснованным потерям холодильного агента через вовремя не обнаруженные места негерметичности, зачастую до того момента тока не выйдет из строя компрессор.

Сама процедура испытания на герметичность вполне подробно и корректно описана и в учебной литературе и в нормативных документах. Как правило, для большинства фреоновых холодильных систем вполне достаточно 10 bar для проверки на герметичность. Однако для некоторых установок, например работающих на R410, потребуется подъем давления до 20 bar. В любом случае есть смысл обратиться к технической документации на оборудование для уточнения норматива испытательного давления.

При проведении испытаний потребуется убедиться, что падение испытательного давления связано только со снижением температуры окружающей среды, а не с утечкой. Для этого проводится перерасчет давления по известной формуле Шарля –  $P_1/T_1 = P_2/T_2$  (где давления  $P$  и температуры  $T$  соответственно в начале и конце испытания подставляются в абсолютных значениях). Для точного контроля давления не стоит пользоваться манометрами с широким диапазоном шкалы (более 20 bar), т.к. уловить изменения давления в десятые доли bar будет проблематично. Для этой цели идеально подойдут цифровые манометры.

Правильное проведение опрессовки и своевременное оформление соответствующей документации гарантирует в первую очередь герметичность системы. Это также снизит риск возникновения проблем и непониманий в дальнейшем при работающем оборудовании, т.к. возникшие утечки, скорее всего, будут рассматриваться как последствия некачественной эксплуатации, а не возникшие по вине монтажников.

## *Этап 2. Вакуумирование*

Второй процедурой, от качественного проведения которой зависит дальнейшая корректная работа холодильной установки, является вакуумирование всей системы трубопроводов. Необходимо четко понимать, что целью вакуумирования является – удаление газов из системы и осушка контура от влаги. Вакуумирование ни в коем случае не является испытанием на герметичность, испытательные процедуры которого описаны ранее. На этот счет много уже сказано и уделено должное внимание во всех возможных источниках информации. Хотелось бы заострить вопрос на некоторых нюансах, при незнании и непонимании важности которых качественное вакуумирование не произойдет. Это три момента.

Первое: при вакуумировании необходимо открыть все ручные и электронные запорные и регулирующие устройства, для удаления всех газов из всех участков трубопроводов. Необходимо очень внимательно изучить схему трубопроводов и наличие всех возможных устройств, которые могут быть перекрыты при атмосферном давлении в системе, а также при вакуумировании. Почти никогда не забывают открыть ручные запорные вентили (шаровые или другого типа), проконтролировать это не представляет труда. Часто забывают открыть соленоидные клапаны, которые можно открыть либо, включив их (что не всегда возможно из-за сложной схемы электрических соединений), или используя специальный кольцевой магнит, что проще, однако такое приспособление необходимо иметь в наличии, а иногда и несколько штук. Надеяться на то, что за счет перепада давления все-таки все участки трубопровода будут свакуумированы, не приходится. И главное, сложно представить в каком положении находятся пружинные регуляторы давления, при их наличии в системе (например, регуляторы давления кипения, конденсации, в картере, в ресивере). Как они себя поведут при создании вакуума с какой либо стороны, это задача даже теоретически не из легких. Поэтому их необходимо при вакуумировании полностью открыть и уже при работающей установке по новому перенастроить, на что конечно понадобится время. Такую же злую шутку могут сыграть и обратные клапаны на трубопроводах, а также клапаны компрессора, которые могут закрыться при создании вакуума не с той стороны. Не зря рекомендовано при вакуумировании подключаться к обеим сторонам трубопроводной системы, а лучше в нескольких точках. Или, если это невозможно, то продвигаясь по трубопроводам последовательно открывать запорные устройства, четко понимая в каком положении они находятся при создании вакуума с конкретной стороны. При соблюдении этих несложных рекомендаций обеспечиться тщательное удаление газов и

влаги из всей системы, а это гарант продолжительной работы холодильной установки в дальнейшем.

Второе: обязательное проведение процедуры срыва вакуума при первоначальном вакуумировании новой установки, иногда эту процедуру называют осушкой системы или промывкой, что технически более правильно. Она заключается в заполнении системы азотом (или хладагентом) после вакуумирования. Объяснить цель и технологию проведения такой процедуры можно следующим образом. Общеизвестно, что при создании соответствующего вакуума вода превращается в пар, который должен быть удален из системы вакуумным насосом, это главная цель вакуумирования. Однако при уже созданном вакууме не все пары и газы смогут перемещаться по трубопроводам в сторону насоса, т. к. уже нет перепада давления и движение газов в трубопроводах отсутствует, поэтому газы могут остаться и не удалиться вакуумным насосом. При заполнении системы азотом происходит перемешивание оставшихся газов с азотом, которые вместе стравливаются в атмосферу, а далее система опять вакуумируется насосом. Если провести такую процедуру два раза, а лучше трехкратно, можно с уверенностью гарантировать чистоту (или осушку) системы.

Третье: соблюдать достаточную продолжительность вакуумирования. Четкой продолжительности вакуумирования в документации не указано. Каждый монтажник это время устанавливает исходя из собственного опыта. Однако необходимо не забывать о цели вакуумирования – удаление из системы образовавшихся при испарении паров воды, а для их образования и удаления необходимо время. Поэтому это как раз тот случай, когда можно с уверенностью сказать: чем дольше – тем лучше. Если соблюсти рекомендации, которые описаны в предыдущем абзаце, то качественное вакуумирование можно провести и в достаточно короткие сроки. Если систему оставить под вакуумом на сутки, то можно проследить за образованием паров воды и сделать вывод о качестве проведения процедуры вакуумирования.

Нельзя забывать, что контроль только вакуума, без проведения процедуры опрессовки, ни в коем случае не является гарантом герметичности системы.

### *Этап 3. Заправка установки хладагентом*

После проведения вышеперечисленных важных процедур следующим этапом является заправка системы. На этой стадии также могут быть допущены ошибки. Наиболее просто заправлять установки собранные на заводе-изготовителе (как правило, в качестве дросселирующего устройства – капиллярная трубка), там норма заправки точно указана, главное ее строго соблюдать. Как только отдельно проводился монтаж трубопрово-

дов к испарительным системам, оборудованным терморегулирующими вентилями, появляется необходимость в контроле заправки в процессе пуска наладки. Конечно, норму заправки можно просчитать, однако точность никогда не будет гарантирована, в любом случае потребуются ее уточнение. В первом приближении можно выбрать объем ресивера, опять же с большой долей ошибки. Наиболее точным способом определения точности заправки является контроль переохлаждения и перегрева соответственно на конденсаторе и испарителе холодильной установки. Для этого понадобится определенный опыт от монтажника и соответствующие измерительные инструменты.

Здесь хотелось бы обратить внимание на то, что часто о том, сколько заправили холодильного агента можно узнать только из слов монтажников, никакой документации на этот счет вообще не ведется. Это пугающая тенденция, которую необходимо всячески искоренять. Обязательно составляется Акт ввода в эксплуатацию оборудования, в котором количество заправленного хладагента должно быть обязательно указано.

Примечание: всем понятно, что четкое соблюдение всех перечисленных операций обеспечит качественную эффективную работу холодильной установки, предотвратит потери дорогостоящего хладагента и ..., но! потребуются много времени и усилий. Поэтому как зачастую поступает недобросовестный ремонтник: зачем проводить опрессовку, я в своей работе уверен, быстренько отвакуумировал, минут этак 15!, заправил по минимуму и все – пользуйся владелец. Воздух и вода остались внутри, окислится масло, коррозия неизбежна, загубится испаритель, конденсатор, сгорят обмотки электродвигателя, а виноват будет .... – как ни странно владелец, он будет первым доказывать, что проводил эксплуатацию и обслуживание установки должным образом.

Будем надеяться, что данная информация послужит определенным стимулом к наведению порядка в холодильной отрасли, для того чтобы специалисты с большей ответственностью относились к своим обязанностям и отвечали за выполненную работу. Также надеемся, что и владельцы оборудования с большей скрупулезностью будут выбирать подрядчиков для выполнения работ, более строго контролировать ведение соответствующей документации, понимая поднятые в статье проблемы.