



## НАБОР ИЗ 12 ОШИБОК (упражнение)

Продолжаем публикацию глав из четвертого, переработанного и дополненного издания книги **Патрика Котзаоглианиана** «Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования» (перевод с французского и редакция д-ра техн. наук, проф. **В.Б.Сапожникова**).

Попробуйте отыскать, по меньшей мере, 12 ошибок в конструкции или монтаже, которые вкрались в принципиальную схему, изображающую холодильную установку с циклом непосредственного охлаждения, в которую входят воздушный конденсатор и компрессор с трехступенчатым регулированием производительности (33, 66 и 100 %).

Перед тем как ознакомиться с ответом, попробуйте самостоятельно отыскать как можно больше ошибок.

### РЕШЕНИЕ

Исправим 12 серьезных ошибок конструкции и сборки, которые некстати вкрались в схему.

**Ошибка №1.** На выходе из компрессора имеется опасный контруклон (поз. 1 на рис. 1). Напомним, что обязательным требованием при прокладке трубопроводов всасывания и нагнетания является всегда уклон (не меньше 12 мм/м) трубопроводов в направлении движения потока, как указано на поз. 1' (рис. 2).

**Ошибка №2.** Разность уровней больше 3 м, поэтому в нижней части восходящей магистрали (поз. 2, рис. 1) необходимо установить маслоподъемную петлю (поз. 2', рис. 2).

**Ошибка №3.** Разность уровней больше 7,5 м, поэтому для обеспечения подъема масла на такую высоту необходимо установить промежуточную маслоподъемную петлю (поз. 3', рис. 2).

**Ошибка №4.** В верхней части восходящей магистрали присутствует опасный контруклон от конденсатора к компрессору (поз. 4, рис. 1) вместо плавного наклона к конденсатору, как указано на поз. 4', рис. 2.

**Ошибка №5.** Если восходящая магистраль выполнена в виде сдвоенных трубопроводов, она должна быть изготовлена таким образом, чтобы предотвращать возможность возврата масла, поднявшегося по одной из труб, через другую трубу при любых условиях работы и особенно при снижении расхода.

В примере на рис. 1 (поз. 5) это требование нарушено и соединение труб выполнено с ошибкой.

Поз. 5' на рис. 2 показывает два возможных варианта, которые позволяют исключить угрозу возврата масла при соединении двух труб.

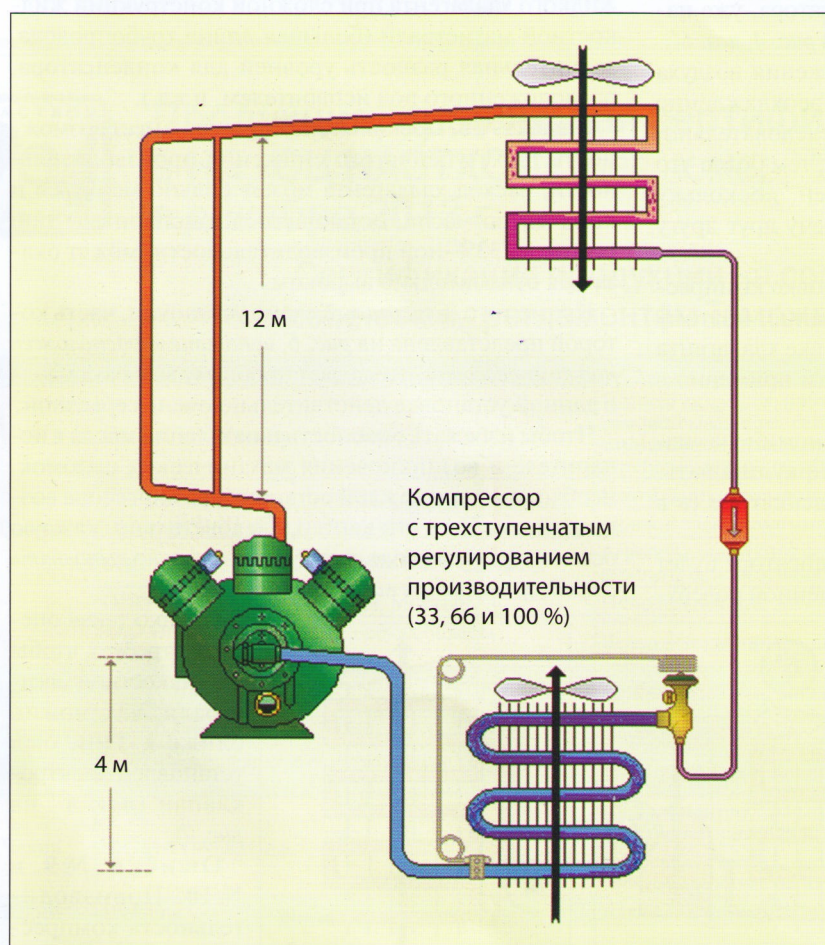


Схема холодильной установки



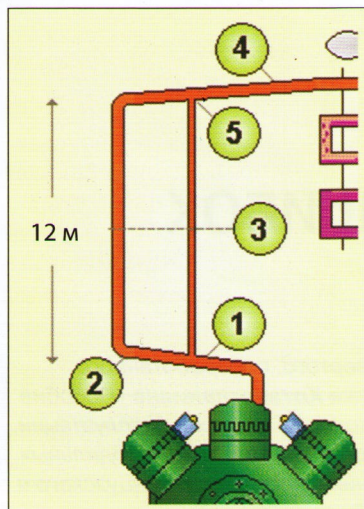


Рис. 1

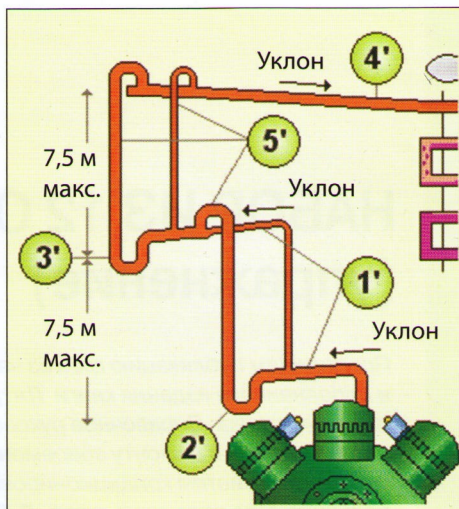


Рис. 2

**Ошибка №6.** Вентилятор конденсатора должен вращаться в направлении, обратном тому, которое показано на рис. 3, поз. 6.

Действительно, под действием силы тяжести жидкий хладагент находится в нижней части конденсатора. Однако температура воздуха, охлаждающего низ конденсатора (и обеспечивающего переохлаждение жидкости), будет меньше, если воздух будет проходить через конденсатор не сверху вниз, как на рис. 3, поз. 6, поскольку он, пройдя верх конденсатора, уже нагреется, а снизу вверх, как показано на рис. 4, поз. 6'.

По этой причине направление движения воздуха 6' позволяет обеспечить лучшее переохлаждение сконденсировавшейся жидкости и, следовательно, повысить холодильный коэффициент, тем более что в этом случае улучшается теплообмен, поскольку воздух и хладагент двигаются навстречу друг другу (принцип противотока).

**Ошибка №7.** Используемый в установке компрессор имеет трехступенчатое регулирование, поэтому количество циркулирующего в установке хладагента при самой низкой производительности примерно в 3 раза меньше, чем при 100%-ной.

Но при производительности 33% от номинала «излишек» хладагента, перестающий циркулировать, обязательно будет находиться в конденсаторе (а в каком другом месте он может быть?).

Такое накопление жидкости в конденсаторе будет вызывать заметное снижение теплообменной поверх-

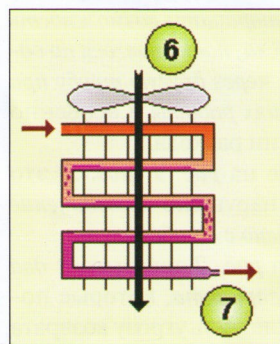


Рис. 3

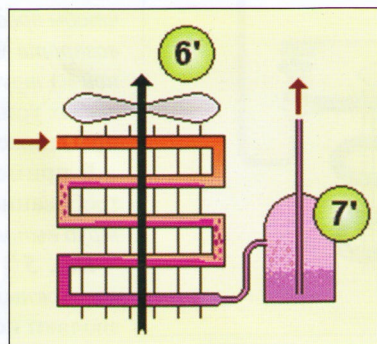


Рис. 4

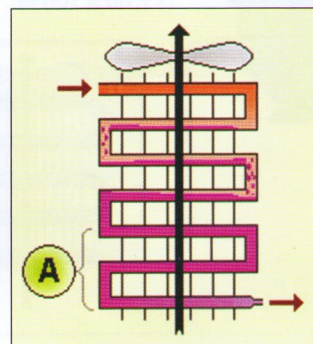


Рис. 5

ности и, следовательно, холодопроизводительности с последствиями, которые чреваты отключением компрессора предохранительным реле высокого давления.

Наиболее простым решением этой проблемы, как и любой проблемы, обусловленной большими изменениями расхода хладагента в контуре, является установка на выходе из конденсатора жидкостного ресивера (поз. 7' на рис. 4), который служит буферной емкостью.

Однако заметим, что некоторые разработчики холодильных установок предпочитают сознательно с самого начала использовать переразмеренный конденсатор, лишь бы

избежать применения жидкостного ресивера.

Основным преимуществом этого переразмеривания является постоянное наличие значительного количества жидкости в нижней части конденсатора (зона А на рис. 5), что позволяет достичь превосходного переохлаждения.

Отличное переохлаждение позволяет не только повысить холодопроизводительность, но и одновременно исключить опасность внезапного вскипания жидкого хладагента при сложной конструкции жидкостной магистрали (большая длина трубопровода, значительная разность уровней для конденсатора, расположенного под испарителем, и т.д.).

**Ошибка №8.** Поскольку компрессор имеет возможность трехступенчатого снижения производительности, расход хладагента может сильно меняться и количество масла, остающегося в испарителе при работе на 33%-ной производительности, может оказаться относительно высоким.

Кроме того, в исходной схеме установки, часть которой представлена на рис. 6, испаритель расположен под компрессором, что делает проблему возврата масла в данной установке действительно очень серьезной.

Чтобы избежать опасности накопления масла в испарителе и возникновения механических поломок, необходимо при каждой остановке компрессора возвращать масло в его картер, следовательно, каждую остановку по команде от регулятора нужно выполнять с предварительным вакуумированием.

Однако такая операция требует, чтобы на жидкостной магистрали, как можно ближе к ТРВ, был установлен электроклапан (поз. 8' на рис. 7).

**Ошибки №9 и №10.** Производительность компрессора может иметь 3 ступени, снижаясь



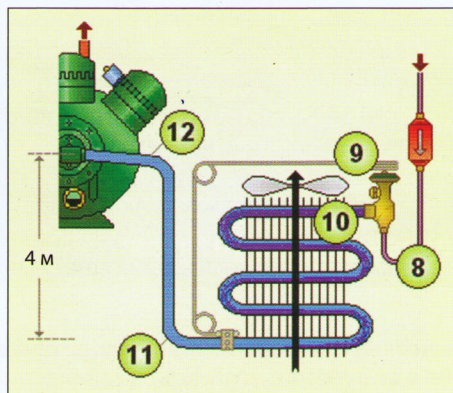


Рис. 6

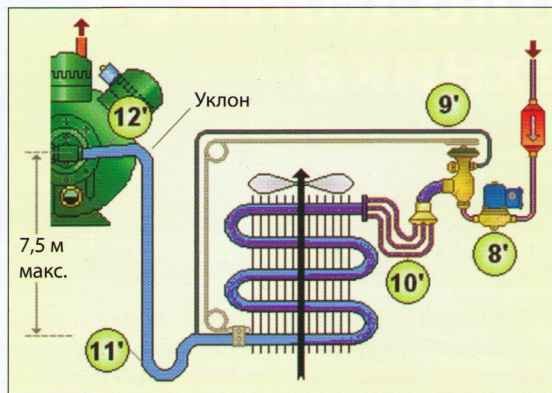


Рис. 7

сти дает основание предполагать возможность значительных потерь давления, поэтому в данном случае крайне необходимо использовать термостатический регулирующий вентиль (ТРВ) с внешним уравниванием давления, как показано на рис. 7, поз. 9'.

от 100 до 33%. Это обстоятельство позволяет предполагать, что его электрическая мощность имеет *порядок нескольких десятков киловатт*.

Как следствие, холодопроизводительность испарителя будет достаточно значительной для того, чтобы он был составлен из нескольких секций, запитываемых при помощи распределителя жидкости, как показано на рис. 7, поз. 10'.

Однако высокая холодопроизводительность испарителя и его запитка с помощью распределителя жидко-

**Ошибки № 11 и № 12.** Разность уровней между испарителем и компрессором более 3 м, поэтому в нижней части (поз. 11 на рис. 6) восходящей трубы необходимо смонтировать маслоподъемную петлю (поз. 11' на рис. 7).

Наконец, на входе в компрессор (поз. 12 на рис. 6) имеется недопустимый контруклон, поэтому необходимо, чтобы всасывающий патрубок был наклонен к компрессору так, как это показано на рис. 7, поз. 12'.

## Стандартизация и сертификация



**Продукция, прошедшая сертификацию в НП «СЦ НАСТХОЛ» (рег. номер РОСС RU.0001.11.АЯ45) в декабре 2013 г.**

### Сертификация продукции на соответствие техническим регламентам Таможенного союза

Страна	Предприятие-изготовитель	Наименование продукции
Россия	ОАО «ГМС Насосы», г. Ливны	Насосы вихревые; насосы центробежно-вихревые; насосы центробежные: самовсасывающие, секционные питательные, секционные вертикальные, многоступенчатые, двустороннего входа, химические, консольные и агрегаты электронасосные на их основе; насосы погружные центробежные
	ООО «Индустрия», г. Гагарин	Светильники взрывозащищенные малогабаритные
	ООО ПКФ «Полёт», г. Заречный	Привод электромагнитный взрывозащищенный
	ОАО «ЭНА», Московская область, г. Шелково	Агрегаты электронасосные полупогружные. Насосы самовсасывающие и агрегаты самовсасывающие электронасосные на их основе
	ООО «ПРИВОДЫ АУМА», г. Москва	Исполнительные электроприводы с блоками управления и редукторами
	ЗАО «ВЕНТМАШ», Московская область, г. Королев	Вентиляторы взрывозащищенные
Украина	«Завод утяжеленных буровых и ведущих труб», г. Сумы	Трубы буровые утяжеленные немагнитные
	Частное предприятие «Промэнергомаш», г. Сумы	Насосы, агрегаты электронасосные на их основе и запасные части к ним
	ООО «Комплексные очистительные устройства», г. Киев	Блок очистки топливного газа
Чехия	SIGMA GROUP a.s.	Насосы центробежные секционные вертикальные, агрегаты электронасосные на их базе
		Насосы центробежные секционные горизонтальные, агрегаты электронасосные на их базе
Корея	Hyosung Corporation	Электродвигатели асинхронные трехфазные взрывозащищенные

**Н.В. ФАДЕКОВ,**  
директор по проблемам сертификации