

из различных материалов, что снижает стоимость технологического процесса, увеличивает коэффициент использования установки, уменьшает время на нанесение многослойных покрытий.

УДК 621.762.4

Бурьяк П. Н.

## **ФРЕОНЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА, НАЗНАЧЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Бабук В. В.*

С появлением проблемы, касающейся разрушения озонового слоя Земли, силы основных производителей хладагентов были брошены на разработку альтернативных, озонобезопасных хладагентов. Так, для замены R22 были созданы R134a, R407C и R410A, входящие в группу гидрофторуглеродов (HFC). В отличие от CFC и HCFC они не содержат в своем составе атомов хлора и потому обладают нулевым потенциалом разрушения озона.

R407C – смесь, состоящая из трех компонентов: R32 (23%), R125 (25%), R134a (52%). По некоторым параметрам (давление кипения и конденсации) этот хладагент близок к R22, что позволяет избежать серьезных изменений конструкции устройства кондиционирования при замене R22 на R407C. Но все же ряд характеристик последнего усложняет эксплуатацию заправленных им систем кондиционирования.

Хладагент R410A состоит из двух компонентов – R32 (50%), R125 (50%) и, будучи азеотропной смесью, не меняет состав в случае утечки. Однако он обладает высоким рабочим давлением, что в случае ретрофита – замены одного хладагента

другим – требует внесения значительных изменений в конструкцию системы кондиционирования.

R134a (тетрафторэтан), обладая нулевым ODP, имеет достаточно высокий потенциал глобального потепления (GWP = 1300). Применяется в основном для замены фреона R12.

При переводе системы кондиционирования с традиционных хладагентов на альтернативные, одной из основных проблем является то, что фреоны группы гидрофторуглеродов (HFC) не смешиваются с минеральными маслами. Поэтому процесс ретрофита подразумевает использование дорогостоящих синтетических полиэфирных масел. Они, в свою очередь, отличаются высокой гигроскопичностью, что требует (при хранении, транспортировке и заправке) максимально минимизировать их соприкосновение с воздухом.

Хладон R22 Это бесцветный газ со слабым запахом хлороформа. По сравнению с R12 хладагент R22 хуже растворяется в масле, но легко проникает через неплотности и нейтрален к металлам. Диапазон температур кипения от +10 до -70 °C при температуре конденсации не выше 50 °C.

R134a – это бесцветный газ. Его используют для замены R12. Хладон R134a не токсичен и не воспламеняется во всем диапазоне температур эксплуатации. Однако при попадании воздуха в систему и сжатии могут образовываться горючие смеси. Не следует смешивать R134a с R12, так как образуется азеотропная смесь высокого давления с массовыми долями компонентов 50 и 50%. Давление насыщенного пара этого хладагента несколько выше, чем у R12.

Хладагент R407c по энергетической эффективности близок к R22 и рассматривается как оптимальная альтернатива R22. В настоящее время его широко используют в системах кондиционирования воздуха. Не требуется вносить значительных изменений в холодильную систему.

При эксплуатации зеотропных смесей появился ряд проблем. Это наличие «температурного глайда», изменение состава смеси в случае утечки одного из компонентов, несмешиваемость с минеральными маслами, парожидкостное разделение зеотропных смесей в каждом элементе системы: компрессоре, теплообменных аппаратах, конденсаторе и испарителе; различная растворимость компонентов смеси в холодильном масле. Обязательно нужно обращать внимание на то, что R407c нужно заполнять только из жидкой фазы. Состав газовой фазы в баллоне отличается от спецификации.

R410a – это квазизеотропная смесь R125 и R32, то есть при утечке практически не меняет своего состава, а значит оборудование может быть просто дозаправлено.

Является заменой для R22, предназначен для заправки новых систем кондиционирования воздуха высокого давления. Очень перспективным является использование хладагента R410a в тепловых насосах после временной работы на пропане, так как при этом по сравнению с R22 и пропаном возможно значительное уменьшение конструктивных размеров. R410a сохраняет свои эксплуатационные свойства гораздо дольше, чем R22.

УДК 621.527.8

Бусел Ю. А.

## **ВОДОКОЛЬЦЕВЫЕ ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ С ДВУХСТОРОННИМ ОТВОДОМ И ПОДВОДОМ ГАЗА**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Комаровская В. М.*

Водокольцевые вакуумные насосы с двухсторонним отводом и подводом газа применяются в различных сферах: химическая промышленность, фармацевтическая, пищевая,