

УДК 621

С. С. ДОБРОТВОРСКИЙ, Д. Д. САЛЕНКО, Б. А. АЛЕКСЕНКО

ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСУШЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА ЛИБО ГАЗОВ

Рассмотрены основные вопросы, необходимые для выбора эффективного фильтра-осушителя начинающему предпринимателю для его специальных условий работы. Приведен краткий обзор оборудования, необходимого для осушения воздуха, принцип его работы и области его применения. Также в работе были рассмотрены основные применяемые на производстве для осушения сжатого воздуха или газов адсорбенты, а также типы гранул, в виде которых они применяются.

Ключові слова: фільтр-осушувач, адсорбція, адсорбенти, цеоліти, компресор, точка роси, фільтрація, стиснене повітря.

Рассмотрены основные вопросы, необходимые для выбора эффективного фильтра-осушителя начинающему предпринимателю для его специальных условий работы. Приведен краткий обзор оборудования, необходимого для осушения воздуха, принцип его работы и области его применения. Также в работе были рассмотрены основные применяемые на производстве для осушения сжатого воздуха или газов адсорбенты, а также типы гранул, в виде которых они применяются.

Ключевые слова: фильтр-осушитель, адсорбция, адсорбенты, цеолиты, компрессор, точка росы, фильтрация, сжатый воздух.

The basic questions necessary to select effective filter drier beginning entrepreneur to his special work conditions. A brief overview of the equipment needed for dehumidification, how it works and its use. Also we considered in the main used for dewatering in the production of compressed air or gas adsorbents and the types of granules as they are used.

Keywords: filter drier, adsorption, adsorbents, zeolites, compressor, pressure dew point, filtration, compressed air.

Введение.

На современном этапе развития предприятий и технологий - достаточно остро стоит вопрос о качестве очистки воздуха на производстве в целом и в каждом цехе отдельно, и об очистке некоторых газов, используемых в производственных процессах в частности. Игнорирование влажности используемых газов и сжатого воздуха негативно сказывается на качестве работы, качестве изготавливаемых изделий, износоустойчивости и коррозионной устойчивости пневматического оборудования.

Актуальность статьи заключается в том, чтобы помочь предпринимателю выбрать требующийся для его сферы деятельности инвентарь в осушении газа.

Выбор фильтров для осушения сжатого воздуха либо газа.

Известно, что конденсат плохо влияет на пневматические, стальные элементы систем, вызывает коррозию. Крупные скопления конденсата достаточно легко отделить, применив сепараторы, но для отделения водяного пара необходимо использовать осушители.

В большинстве случаев промышленного применения достаточно осушить воздух лишь до того момента, когда водяной пар не будет вызывать коррозии стальных элементов пневмосистемы. С этой задачей успешно справляются осушители холодильного типа.

Осушители холодильного типа.

Принцип действия осушителя холодильного типа: сжатый воздух либо газ поступает в камеру и охлаждается до температуры требуемой точки росы, далее отложившийся на стенках камеры конденсат сливается конденсатоотводчиком, затем воздух нагревается до требуемой температуры.

Во многих конструкциях осушителей поступающий воздух сначала проходит через пластинчатый теплообменник, где охлаждается выходящим из камеры воздухом. После воздух доохлаждается до точки

росы теплообменником, охлаждаемым фреоновым контуром. Для более высокого отделения конденсата от воздуха в камере устанавливают сопротивления потоку в виде металлических сеток. Далее воздух проходит через первый теплообменник, но уже с другой стороны, где нагревается поступающим воздухом. Такой двойной способ охлаждения позволяет втрое уменьшать требуемую холодильную мощность фреонового контура.

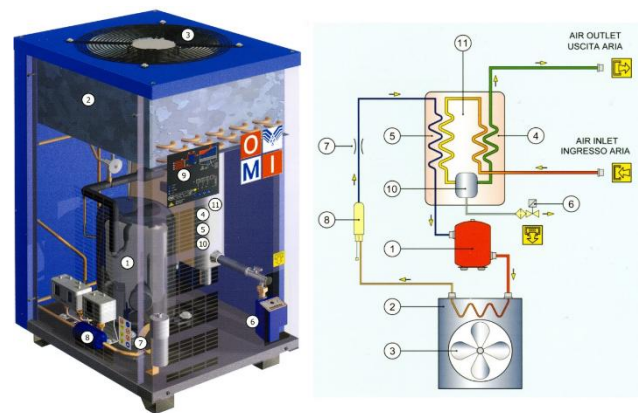


Рис. 1 – Устройство фильтра-осушителя холодильного типа: 1 - компрессор; 2 – конденсатор; 3 - вентилятор охлаждения; 4 - предварительный охладитель «воздух-воздух»; 5 - испаритель; 6 - автоматический клапан слива конденсата; 7 - капиллярная трубка; 8 – дегидратор; 9 - микропроцессорный блок управления; 10 - сепаратор конденсата; 11 - теплообменник комбинированный

Мощность осушителей влияет на их конструкцию. Так, обычно осушители производительностью от нескольких кубов до нескольких десятков кубов воздуха в минуту имеют электронный конденсатоотводчик и полноценный фреоновый контур с терморегулирующим вентилем, клапаном перепуска горячего газа, пресостатами и прочими комплектующими, что

обеспечивает точное удержание точки росы. Более мелкие осушители с целью снижения себестоимости имеют лишь термодатчик, выключающий компрессор по достижении предельно низкой точки росы +1 градус Цельсия.

Более крупные осушители в качестве опции могут иметь водяное охлаждение конденсатора, а также строятся по модульному принципу - камеры конденсации ставятся параллельно друг другу.

Осушители адсорбционного типа.

Адсорбционные осушители применяются в ситуациях, где наличие влаги недопустимо – системы подачи сжатого воздуха, подверженные промерзанию в зимнее время, специальные производственные процессы, химическое, фармацевтическое и лабораторное оборудование.

В зависимости от температуры в помещении, в котором находится осушительная система применяют адсорбционные осушители с точками росы 20°C, -40°C и -70°C.



Рис. 2 – Схема работы фильтров-осушителей сжатого воздуха адсорбционного типа

Принцип действия осушителя адсорбционного типа: есть 2а баллона, в которых поочередно происходит процесс осушения сжатого воздуха и регенерации адсорбента. Через баллон, в котором в данный момент происходит осушение пропускается газовый поток. Влага поглощается поверхностным слоем адсорбента, обычно в качестве которого используется активированный алюминий, силикагели и(или) цеолиты. После прохождения адсорбента газ либо сжатый воздух является очищенным. Процесс регенерации проходящих во 2м баллоне протекает продуванием адсорбента сухим (уже очищенным от влаги в первом баллоне воздухом), но в меньшем объеме, чем это было получено в 1м баллоне и(или) прокаливанием баллона с адсорбентом при определенной, высокой температуре. Адсорбенты чувствительны к загрязняющим элементам, поступающим с воздухом из компрессора, поэтому перед адсорбционным осушителем обязательно устанавливаются фильтры грубой и чистой очистки. После осушителя также стоит поста-

вить фильтр грубой очистки, чтобы частички адсорбента не попадали в осушенный воздух.

Осушители сжатого воздуха адсорбционного типа с горячей регенерацией

В адсорбционных осушителях с горячей регенерацией восстановление свойств адсорбента происходит под действием горячего воздуха, который проходит через адсорбент. Высокая температура регенерации разрывает адгезивные связи и высвобождает влагу из адсорбента, которая поглощается горячим воздухом и выводится в атмосферу.

Применяют следующие схемы горячей регенерации:

-Горячая внутренняя регенерация: используют нагревательные элементы внутри адсорбера. Воздух для регенерации подается из второй колонны. Потери сжатого воздуха составляют ~ 5 %.

-Горячая внешняя регенерация: для регенерации используется атмосферный воздух, подаваемый в адсорбер через внешние нагревательные элементы с помощью воздуходувки. Потери сжатого воздуха возможны на этапе охлаждения адсорбента и составляют ~ 2-2,5 %.

-Тепло от компрессора (НОС – heat of compressor): горячий сжатый воздух подается от безмасляного компрессора. Потери сжатого воздуха отсутствуют.

-Горячая вакуумная регенерация: для регенерации используется атмосферный воздух, подаваемый в адсорбер через внешние нагревательные элементы с помощью вакуумного насоса. Потери сжатого воздуха отсутствуют.

Стандартный полный цикл работы адсорбционного осушителя с горячей регенерацией составляет 6-8 часов – по 3-4 часа на каждую колонну. При горячей регенерации продуктовый воздух расходуется значительно меньше, чем при холодной, а в некоторых схемах отсутствует вообще. Управление циклом регенерации может быть традиционным по времени либо по датчику точки росы. Удлинение фазы осушения в системе управления через датчики точки росы способствует экономии электроэнергии.

Осушители с горячей регенерацией имеют несколько режимов работы, среди которых режим «охлаждение адсорбента» и «безнагревный режим». При режиме «охлаждение адсорбента» на регенерацию кроме нагретого воздуха, идет часть осушенного воздуха. Такой комбинированный режим полезен при необходимости избежать всплеска температуры сжатого воздуха на выходе из осушителя (до 150°C) и низкой точки росы (до -7°C) при смене колонн, который наблюдается в стандартном режиме. В «безнагревном режиме» осушитель работает аналогично осушителю с холодной регенерацией.

Адсорбенты, применяемые для осушения воздуха.

Активный оксид алюминия, он же активированный алюминий является важнейшим адсорбентом при осушении воздуха от влаги по причинам того, что имеет стойкость к влаге и обеспечивает высокую степень очистки до точки росы вплоть до -60°C.

Основными сферами применения активированного алюминия являются:

- адсорбционная осушка газов;
- адсорбционная очистка масел;
- применение в статических адсорбционных системах;
- адсорбционная очистка газов и жидкостных потоков.

Также для осушения воздуха от влаги широко применяются синтетические цеолиты NaA-Y(4A) и KA-Y(3A) по причине высоких показателей емкости по парам воды, хорошей водостойкости и малой подверженности разрушению при прокаливании.

Основные сферы их применения:

KA-Y(3A):

-осушка легкополимеризующихся углеводородных потоков, в частности осушка газов пиролиза в производстве этилена;

-концентрирование растворов спиртов;

-осушка органических жидкостей (керосин, гексан, бензол, циклогексан, метанол, этанол, изопропанол и так далее).

NaA-Y(4A):

-осушка природного и нефтяного попутного газов;

-осушка технологического воздуха и воздуха для КИПиА;

-осушка газа риформинга и крекинга;

-осушка и регенерация трансформаторного масла;

-осушка и регенерация фреономасляных агентов холодильных установок;

-в качестве фильтра для осушки и регенерации моторных масел, дизельного и бензинового топлива;

-очистка гальванических стоков машиностроительных производств.

Основные типы гранул синтетических цеолитов.

Всего основных типов гранул синтетических цеолитов, используемых у нас есть 4е: шар, цилиндр, трилистник и квадролоб.

Особенности типовых форм гранул:

1. Сферические гранулы (шар):

- удобство загрузки и выгрузки из адсорбера;
- излишняя подвижность слоя и как следствие высокая истираемость гранул;
- высокое удельное давление гранул друг на друга в точках соприкосновения.

2. Экструдаты (цилиндр, трилистник, квадролоб):

- минимальная подвижность адсорбционного слоя;
- возможность применения технологии равномерной загрузки;
- меньшее давление гранул друг на друга при контакте по образующей;

2.1. Для гранул типа трилистник и квадролоб:

- большая доступность внутреннего объема, высокий предел насыщенности гранул;
- диффузия углеводородов через слой адсорбента протекает легче, перепад давления не увеличивается;

- динамическая емкость по извлекаемым компонентам (H₂O, H₂S и др.) выше на 15% чем других типов гранул.

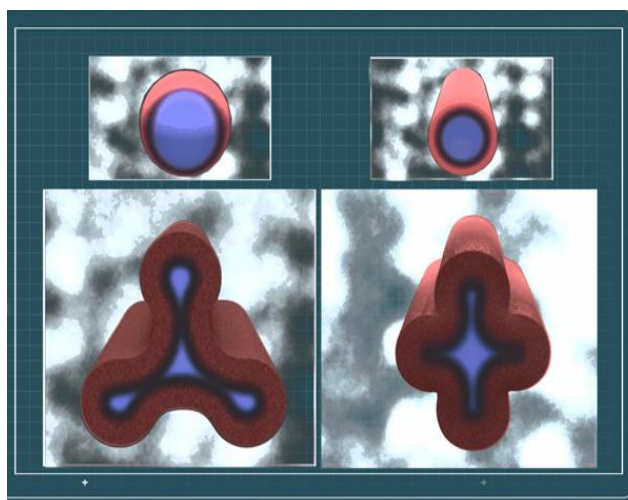


Рис. 3 - Предел насыщенности для разных типов гранул цеолитов

Выводы.

Предприниматель, выбирая для своей работы требуемый для него фильтр-осушитель должен главным образом понимать для чего именно ему нужно осушать газ либо сжатый воздух. В случае если задачей является сохранность оборудования от коррозии, то правильней будет выбрать фильтр-осушитель холодильного типа по причине того, что он дешевле, а также он дешевле и проще в эксплуатации. Фильтры-осушители адсорбционного типа следует брать в случаях, когда наличие конденсата в системе не допустимо, по той причине, что они много эффективней холодильных осушителей.

Выбор наполнителя адсорбционных фильтров зависит от среды осушения, а выбор форм гранул зависит от конструкции фильтра-осушителя и длины рабочего цикла.

Список литературы

1. УКРСМАРТИНЖИНИРИНГ: осушение. – Режим доступа: <http://uaengineering.com.ua/draining.html>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
2. Данферм Эйр Хендлин: способы осушения воздуха. – Режим доступа: <http://www.dantherm.com.ua/allinfo1.html>. – Дата обращения 15 мая 2016.
3. Рутектор: осушители сжатого воздуха. – Режим доступа: <http://www.rutector.ru/catalog/osushiteli-szhatogo-vozdukha-i-filtry>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
4. Рутектор: осушители сжатого воздуха холодильного типа. – Режим доступа: <http://www.rutector.ru/catalog/osushiteli-szhatogo-vozdukha>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
5. Рутектор: осушители сжатого воздуха адсорбционного типа. – Режим доступа: <http://www.rutector.ru/catalog/osushiteli-szhatogo-vozdukha-adsorbtsionnogo-tipa>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
6. КНТ групп: о цеолитах. – Режим доступа: http://www.kntgroup.ru/ru/information/about_zeolites. – Дата обращения: 15 мая 2016.
7. КНТ групп: виды и структура цеолитов. – Режим доступа: http://www.kntgroup.ru/ru/information/types_and_structure. – Дата обращения: 15 мая 2016.

8. КНТ групп: основные типы гранул синтетических цеолитов. – Режим доступа: <http://new.kntgroup.ru/ru/information/osnovnyie-tipyi-granul-sinteticheskix-czeolitov>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
9. КНТ групп: область применения цеолитов. – Режим доступа: http://www.kntgroup.ru/ru/information/sphere_of_application. – Дата обращения: 15 мая 2016.
10. КНТ групп: синтетический цеолит КА-У-3А. – Режим доступа: http://kntgroup.ru/ru/production/adsorbentyi/molecular_sieve_3a. – Дата обращения: 15 мая 2016.
11. КНТ групп: синтетический цеолит NaA-У-4А. – Режим доступа: <http://www.kntgroup.ru/ru/production/adsorbentyi/naa-y>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
12. Техноинфа.ру: технология переработки нефти и газа, часть 2. – Режим доступа: <http://www.tehnoinfra.ru/pererabotkinefti/20.html>. – Дата обращения: 15 мая 2016.
5. Rutector: compressed air drainers adsorption type. – Available at: <http://www.rutector.ru/catalog/osushiteli-szhatogo-vozdukha-adsorbtsionnogo-tipa>. (accessed 15.05.2016)
6. KNTgroup: about zeolites. – Available at: http://www.kntgroup.ru/ru/information/about_zeolites. (accessed 15.05.2016)
7. KNTgroup: types and structure of zeolites. – Available at: http://www.kntgroup.ru/ru/information/types_and_structure. (accessed 15.05.2016)
8. KNTgroup: main types of synthetic zeolite pellets. – Available at: <http://new.kntgroup.ru/ru/information/osnovnyie-tipyi-granul-sinteticheskix-czeolitov>. (accessed 15.05.2016)
9. KNTgroup: application area of zeolites. – Available at: http://www.kntgroup.ru/ru/information/sphere_of_application. (accessed 15.05.2016)
10. KNTgroup: synthetic zeolite KA-Y-3A. – Available at: http://kntgroup.ru/ru/production/adsorbentyi/molecular_sieve_3a. (accessed 15.05.2016)
11. KNTgroup: synthetic zeolite NaA-Y-4A. – Available at: <http://www.kntgroup.ru/ru/production/adsorbentyi/naa-y>. (accessed 15.05.2016)
12. Tehnoinfra.ru: technology for processing oil and gas, part 2. Available at: <http://www.tehnoinfra.ru/pererabotkinefti/20.html>. (accessed 15.05.2016)

References (transliterated)

1. UKRSMARTENGINEERING: draining. – Available at: <http://uaengineering.com.ua/draining.html>. (accessed 15.05.2016)
2. Dantherm Air Handling: ways of air draining. – Available at: <http://www.dantherm.com.ua/allinfo1.html>. (accessed 15.05.2016)
3. Rutector: compressed air drainers. – Available at: <http://www.rutector.ru/catalog/osushiteli-szhatogo-vozdukha-i-filtry>. (accessed 15.05.2016)
4. Rutector: compressed air drainers-refrigerants. – Available at: <http://www.rutector.ru/catalog/osushiteli-szhatogo-vozdukha>. (accessed 15.05.2016)

Поступила (received) 14.05.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic description

Огляд обладнання і витратних матеріалів необхідних для осушення стисненого повітря або газів / С.С. Добротворський, Д.Д. Саленко, Б.О. Алексенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – № 5 (1177). – С. 71–74. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2079-0023.

Обзор оборудования и расходных материалов, необходимых для осушения сжатого воздуха либо газов / С.С. Добротворский, Д.Д. Саленко, Б.А. Алексенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 5 (1177). – С. 71-74. – Библиогр.: 12 назв. – ISSN 2079-0023.

Review of equipment and supplies required for dry air or gas/ S.S. Dobrotvorsky, D.D. Salenko, B.A. Alexsenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Technologies in mechanical engineering. – Kharkov: NTU "KhPI", 2016. – No. 5 (1177). – P. 71-74. – Bibliogr.: 12. – ISSN 2079-0023.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Добротворський Сергій Семенович – доктор технічних наук, професор кафедри металорізання та металоріжучих верстатів; тел.: (011) 847-83-70; e-mail: sdobro@mail.ru;

Добротворський Сергій Семенович – доктор технических наук, профессор кафедры металорезания и металлорежущих станков; тел.: (011) 847-83-70; e-mail: sdobro@mail.ru;

Dobrotvorskiy Sergey Semenovych – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Full Professor at the Department of Metal Cutting and Metal Cutting Machines; tel.: (011) 847-83-70; e-mail: sdobro@mail.ru;

Саленко Дмитро Дмитрович – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», студент; тел.: (063) 891-13-19; e-mail: lol06@mail.ru

Саленко Дмитрій Дмитрієвич – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», студент; тел.: (063) 891-13-19; e-mail: lol06@mail.ru

Salenko Dmītriy Dmitrievych – National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", student; tel.: (063) 891-13-19; e-mail: lol06@mail.ru

Алексенко Борис Олександрович - аспірант НТУ «ХПІ» тел.: (057) -720-66-25 e-mail: commerage@list.ru;

Алексенко Борис Олександрович – аспирант НТУ «ХПІ» тел.: (057)-720-66-25 e-mail: commerage@list.ru;

Alexsenko Borys Aleksandrovych – graduate student, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel.: (057)-720-66-25, e-mail: commerage@list.ru.