



5. Ловейкін В.С. Динамічний аналіз роликів формувальної установки з рекупераційним приводом. / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин: Пр. І-ї Міжнародної науково-технічної конференції (DSR AM-I). – Тернопіль, 2004. – С. 507-514.
6. Ловейкін В.С. Результати експериментальних досліджень режимів руху роликів формувальної установки з рекупераційним приводом. / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Вісник Харківського національного університету сільськогосподарства ім. П.Василенка. – Харків, 2007. – № 59, Том I. – С. 465-474.
7. Ловейкін В.С. Визначення оптимального значення кута зміщення кривошипів роликів формувальної установки з рекупераційним приводом. / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – ІУ «Львівська політехніка», 2007. – № 41. – С. 127-134.
8. Ловейкин В.С. Расчёты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин. Учебное пособие. / В.С. Ловейкин. – Киев: УМК ВО, 1990. – 168 с.
9. Патент України на винахід № 105744 кл. В28В13/00: Установка для формирования виробів з бетонних сумішей. / Ловейкін В.С., Почка К.І., Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г. – Бюл. № 11 від 10.06.2014 р.

Надійшло до редакції 22.06.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Яковенко В.Б.

УДК 69.002.5

Ю.О. Баранов<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,

І.В. Косминський<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,

М.С. Мельниченко<sup>1</sup>, студент

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА)

## СИСТЕМИ ПІДГОТУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ РУЧНИХ МАШИН

**АНОТАЦІЯ.** Детально розглянуті системи підготовки повітря для ручних машин. Зроблено детальні рекомендації з підбору пневматичної системи на будівництві для ручного пневматичного інструменту. Встановлено, що ологовіддільники рекомендовано використовувати спільно з магістральними фільтрами, причому встановлювати вологовіддільники після фільтра. При цьому забезпечується максимально ефективна очистка: фільтр затримує тверді частинки, масло і значну частину вологи, а решта вода буде затримана вологовіддільником. З'ясовано, що після повного очищення з повітря знову випадатиме конденсат при подальшому падінні температури. Пропонується встановлювати вологовіддільник в тому місці магістралі, де температура повітря має мінімальне значення

**Ключові слова:** пневматика, повітря, ручні машини, точки роси, фільтр.

**АННОТАЦИЯ.** Подробно рассмотрены системы подготовки воздуха для ручных машин. Сделано подробные рекомендации по подбору пневматической системы на строительстве для ручного пневматического инструмента. Установлено, что ологовиддильники рекомендуется использовать совместно с магистральными фильтрами, причем устанавливать влагоотделители после фильтра. При этом обеспечивается максимально эффективная очистка: фильтр задерживает твердые частицы, масло и значительную часть влаги, а оставшиеся вода будет задержана вологовиддильником. Установлено, что после полной очистки из воздуха снова выпадает конденсат при дальнейшем падении температуры. Предлагается устанавливать вологовиддильник в том месте магистральной, где температура воздуха имеет минимальное значение

**Ключевые слова:** пневматика, воздух, ручные машины, точка росы, фильтр.

**ABSTRACT.** In detail the system for manual preparation of air vehicles. Made detailed recommendations on the selection of pneumatic systems on construction for pneumatic hand tools. Found

that olohoviddilnyky recommended in conjunction with line filters, and moisture separators installed after the filter. It provides the most effective treatment: filter retains solids, oil and much of the water and the remaining water will be delayed watersplitted. It was found that after complete cleaning of the air condensate falls back upon further fall in temperature. It is proposed to establish volohovvidilyuvach in the place the highway, where the temperature is a minimum value

**Keywords:** air, hand machines, dew point, pneumatic systems, filter

**Мета роботи.** :Зробити огляд типів системи підготовки повітря. Надати розгорнуту інформацію по її конструкції та принципу роботи .Обігрунтувати рекомендації щодо правильного підбору та використанню цих систем.

**Проблема.** На сьогоднішній день з'являються багато нових систем для підготовки повітря для ручних машин що використовуються в будівництві. Бурхливий розвиток усього напрямку в будівництві вимагає більш детального його вивчення та аналізу деяких аспектів пов'язаних з експлуатацією ручного пневмоінструмента. Ефективність роботи системи стисненого повітря залежна від обладнання, яке використовуються для його очищення.

**Актуальність роботи.** Забруднене повітря промислових зон, містить понад 140 млн. частинок пилу в кожному м<sup>3</sup>, який є головним ворогом пневматичних систем . Понад 80% цих частинок мають розміри менше ніж 2 мкм і вільно проходять через входні фільтри компресорів. Ці частинки, змішані з водяною паром і парами вуглеводнів від неповного згоряння палив, засмоктуються в компресор і концентруються там. Після стиснення і подальшого розширення всі забруднення змінюються в системі трубопроводів з конденсованою вологою, окатиною та іржею, створюючи надзвичайно агресивну абразивну емульсію. Під дією цієї емульсії можуть виходити з ладу прилади та інструменти, повітря стає не придатним для використання при фарбуванні розпиленням, і разом з якими зростають витрати на технічне обслуговування, відповідно якість роботи знижується.

**Виклад основного матеріалу.** Схема системи підготовки повітря. Основною метою підготовки стисненого повітря є:

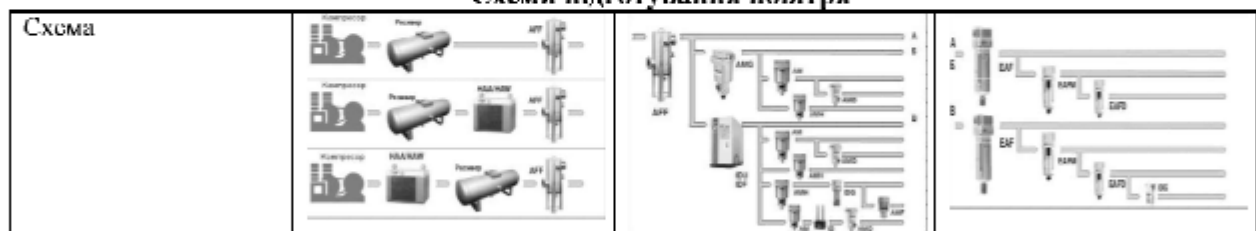
1. очищення повітря від різних забруднень;
2. забезпечення необхідного тиску;
3. розпилення в стисненому повітрі масла з метою покращення його змащувальних властивостей.

Звичайно ж у кожному конкретному випадку, можуть ставитися свої специфічні завдання. У таб. 1 наведені можливі варіанти виконання схеми.

AFF- магістральний фільтр для очистки стисненого повітря, який класифікується як вологомасловідділювач. Забруднення на виході фільтра А/І'. Тверді частинки: розміром до 3 мкм, змістом 0.5-1мг/м<sup>3</sup>. Волога: відносна вологість 100% , можливо 2% змістом води в рідкому виді. Мастило: не більше 5 мг/м<sup>3</sup> (при умові що на вході зміст мастила не буде перевищувати 30 мг/м<sup>3</sup>).

Таблиця 1

Схеми підготовки повітря





Компарт	Компресорна установка зі вмонтованим ресивером (можливо, охолодженим) Витрати значно менше номінальних(повітря в ресивері охолоджується)	Частинок (мкм)	Волога	Масло (мг/м <sup>3</sup> )	Частинки (мкм)	Волога	Масло (мг/м <sup>3</sup> )			
		3	$\varphi=100\%$	5				5	$\varphi=100\%$	5
	Компресорна установка з вмонтованим ресивером Великі витрати (Повітря в ресивері не встигає охолонути)	Видалення > 99% води (р)			5	$\varphi=100\%$	5			
		0,3	$\varphi=100\%$	1				0,3	$\varphi=100\%$	1
		0,01	$\varphi=100\%$	0,1				0,01	$\varphi=100\%$	0,1
		3	$t_{\text{max}} +10\text{ }^{\circ}\text{C}^*$	5	5	$t_{\text{max}} +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	5			
		0,3	$t_{\text{max}} +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	1						
		0,01	$t_{\text{max}} +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,1						
		0,01	$t_{\text{max}} +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,1	0,3	$t_{\text{max}} +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	1			
		0,01	$t_{\text{max}} -20\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,1						
		0,01	$t_{\text{max}} -20\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,004						
		Видалення запаху			0,01	$t_{\text{max}} -20\text{ }^{\circ}\text{C}$	0,1			
		Клас за ГОСТ ISO 8573-1	3.7.4	3.7.4			3.7.4			
				3.7.4						
				2.7.3						
				1.7.2						
1.7.2										
3.6.4, 3.5.4										
3.7.4	2.6.3, 2.5.3			3.7.4						
	1.6.2, 1.5.2									
	1.6.2, 1.5.2									
3.7.4	1.3.2			3.7.4						
	1.3.1									
	1.3.2									
	1.3.2									
	1.3.2									
	1.3.2									

Побудова систем підготування повітря. Для очищення повітря від забруднень можна виділити три основні складові, які повинна включати будь яка система: осушення (для видалення вологи); фільтрація (для видалення частинок пилу, бруду і масла); адсорбування (для видалення небажаних запахів і аерозолів). На рис. 1 наводиться схема побудови пневмосистеми залежно від видів кінцевого споживання стисненого повітря. Підготовка повітря - процес досить творчий, і в кожному конкретному випадку можна застосовувати абсолютно різні, і часом несподівані рішення. Одних і тих же результатів можна досягти застосовуючи абсолютно різні пристрої, і послідовність їх монтажу.



Рис. 1. Схема побудови пневмосистеми залежно від видів кінцевого споживання стисненого повітря: 1 - компресор; 2-циклонний сепаратор; 3 - кран; 4 - ресивер; 5 - автоматичний пристрій для зливу конденсату; 6-керамічний порошковий фільтр AQF 3мкм; 7 - осушувач; 8 - електропристрій для зливу конденсату; 9 - надточний фільтр типу APF 1мкм; 10 - Фільтр тонкої очистки типу АНР 0.01мкм; 11 - вугільний фільтр типу АСР 0.003; 12 - водно - масляний сепаратор

Як бачимо на , після компресора необхідно встановити додатковий циклонний сепаратор для відділення вологи. Але і цього буде недостатньо, оскільки далі стиснене повітря розширюючись в обладданні, охолоджується незалежно від умов навколишнього середовища, що призводить до додаткового виділення конденсату. Тому використовують осушувачі стисненого повітря, що забезпечують необхідну точку роси. Точка роси - це температура, за якої починається процес виділення вологи в повітрі. Поняття точки роси є найбільш зручним технічним параметром при підборі осушувача стисненого повітря. Наприклад, якщо осушувач має точку роси +3 °С, то охолодження стисненого повітря не нижче цієї температури не призведе до виділення конденсату.(див. табл. 2).

Табл. 2.

Максимальна кількість води, що міститься в повітрі температур в межах від (-35 до +35 °С)

Температура, С°	0	5	10	15	20	25	30	35
Вага води в атмосферному повітрі ,г/м <sup>3</sup>	4,98	6,86	9,51	13,04	17,69	23,76	31,64	41,83
Температура, С°	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
Вага води в атмосферному повітрі ,г/м <sup>3</sup>	4,98	3,42	2,37	1,61	1,08	0,7	0,45	0,29

Максимальна вологість  $h \times u_{max}$  [г/м<sup>3</sup>] або поріг насичення - це та кількість вологи, що містить 1 м<sup>3</sup> повітря в собі за певної температури, без конденсації вологи в рідкий стан. Чим вища температура, тим більше вологи може міститися в повітрі. Максимальна вологість прив'язана до обсягу і температури і не залежить від тиску, наприклад, повітря, що міститься в об'ємі 1 м<sup>3</sup> під тиском 0 бар і за температури +20 °С, зможе утримувати стільки вологи, скільки повітря, що міститься в цьому ж об'ємі при тиску 10 бар і температурі +20 °С, а саме 17,148 г. Відносна вологість [%].

$$\varphi = \frac{h \times u}{h \times u_{max}} \times 100, \quad (1)$$

де  $h \times u$  - абсолютна вологість [г/м<sup>3</sup>].

Так як максимальна вологість залежить від температури, відносна вологість також змінюється в залежності від температури, навіть якщо абсолютна вологість залишається незмінною. При охолодженні до температури точки роси, відносна вологість піднімається до 100%. При підвищенні відносної вологості вище 100%, волога починає конденсуватися.

Визначення точки роси стисненого повітря. Точка роси стисненого повітря, або точка роси під тиском - це та температура, до якої стиснене повітря може бути охолоджене без утворення конденсату. Точка роси стисненого повітря залежить від тиску. Якщо тиск падає, точка роси також зменшується.

Після сепарації крапельної вологи встановлюється система фільтрації, яка дозволяє видалити тверді частинки, а також найдрібніші краплі вологи і масла, не відокремлені сепаратором. Найбільш ефективними є коалесцентні фільтри, в яких пил затримується в елементі і має заданий рівень фільтрації. Частинки масляного туману і води зливаються і укрупнюються, в результаті чого конденсат накопичується в резервуарі.

Частинки, проходячи через фільтрувальний елемент (рис. 2), мають мало шансів не зіткнутися з волокнами фільтра. Дуже легкі частинки, співударяючись з молекулами повітря, здійснюють коливальні рухи у всіх напрямках. Цей феномен відомий як «броунівський рух». Таким чином, ймовірність того, що частинки не зіткнуться з волокном, зведена практично до нуля. Найдрібніші краплі води або масла, проходячи спочатку через жорсткий сітчастий шар, при зіткненні з волокном миттєво осідають на ньому.

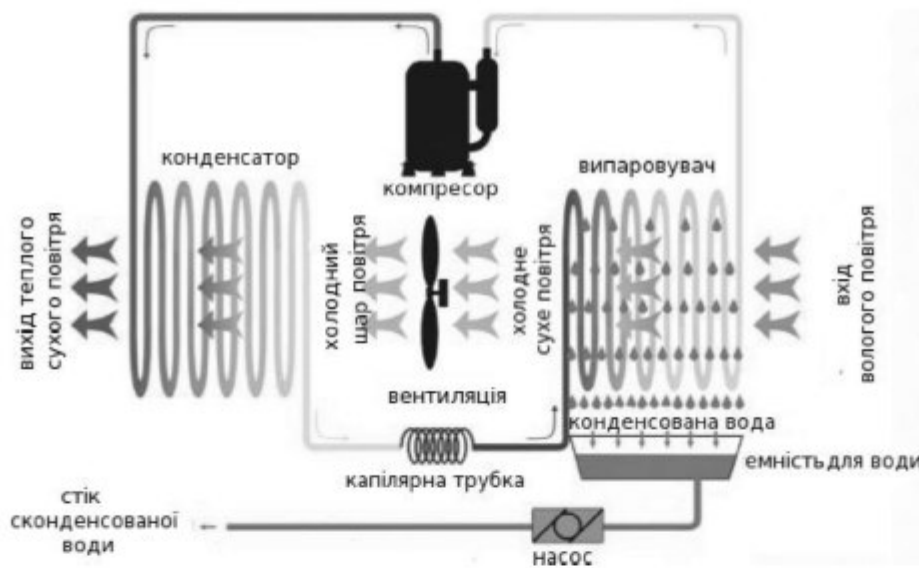


Рис. 2. Коалесцентний фільтр

З просуванням вони зливаються з іншими частинками, а потім, потрапляючи на м'який фільтрувальний шар, під дією сили тяжіння і напору повітря формують плівку. Плівка конденсату повільно тече вниз і в кінці кінців стікає в резервуар, звідки видаляється за допомогою автоматичної системи зливу конденсату. При виборі фільтрів слід звернути увагу на втрати тиску на фільтрі і термін служби змінного картриджа. Для зручності експлуатації фільтри забезпечують елементами, які допомагають визначити момент заміни фільтрувального елемента і мінімізувати можливість його відмови. Фільтри забезпечені автоматичними відводами конденсату, індикаторами перепаду тиску, що сигналізують про необхідність технічного обслуговування, і оглядовими вікнами для візуального огляду фільтра без розбирання обладнання. Втрата тиску на фільтрі складас лише 0,08 атм.

Фільтри здатні видаляти лише краплинну вологу, вони не знижують точку роси. Стиснене повітря необхідно додатково осушувати. Якщо компресори встановлені в одному приміщенні з споживачем і система не експлуатується за негативних температур, можна

обмежитися точкою роси 13 °С. Для пониження точки роси до цієї величини зазвичай застосовують осушувачі повітря холодильного типу.

Осушувач повітря холодильного типу використовується в промислових пневмосистемах з метою охолодження повітря. Точка роси в осушувачах даного типу залежить від навколишнього середовища і становить близько + 3 ° С (це відповідає 4-му класу підготовки якості стисненого повітря щодо змісту вологи).

Переваги холодильних осушувачів:

- висока ефективність
- низький рівень шуму
- власна опорна рама (тобто відсутня потреба в додатковому устаткуванні)
- оснащений усіма необхідними трубопроводами, патрубками і автосистемами зливу конденсату

Контур холодоагенту з приводом від мотора-компресора, теплообмінники повітря / холодоагент, повітря / повітря, повітряний контур і система автоматичного контролю і регулювання також входять до складу осушувача.

Принцип роботи холодильних осушувачів повітря (рис.3). Газоподібний холодоагент надходить з теплообмінника і під тиском закачується в конденсатор. Далі холодоагент проходить через радіатор і перетворюється в рідину. Рідина пропускається через осушувальний фільтр у випарник, де розширюється і обмінюється теплом з повітрям, що надійшло з компресора. При цьому холодоагент нагрівається і цикл знову повторюється. Продуктивність охолоджувача в залежності від параметрів повітря підтримується за допомогою бойпаса, який встановлено в контурі. Для цього частину гарячого холодоагенту перенаправляють безпосередньо у випарник, підтримуючи таким чином точку роси в необхідних межах.

При централізованому постачанні стисненим повітрям, коли компресорна станція знаходиться в окремому приміщенні, щоб уникнути появи води в трубопроводах в зимовий час краще використовувати адсорбційні осушувачі. (рис.4).

Адсорбційна сушка- дорогий, але ефективний спосіб осушення. Тільки він може гарантувати повну відсутність вологи в пневматичній магістралі. Зазвичай адсорбційні осушувачі складаються з двох колод, заповнених адсорбентом. Одна колода знаходиться в режимі поглинання вологи, інша - в режимі регенерації. Регенерація може проводитися продуванням стисненим повітрям (у цьому випадку витрачається до 18% осушуваного повітря) або шляхом нагрівання адсорбенту і продуванням його.

Повітря, як і у випадку з холодильним осушенням, послідовно проходить ресивер, волого відділювач, пилові фільтри. Тут починаються відмішності. Масло-відділюючий фільтр встановлюється відразу після пилових фільтрів. Це пов'язано з тим, що потрапляння масла в адсорбційний осушувач призводить до замаслювання адсорбенту і виходу з ладу осушувача.

Далі встановлюється власне сам адсорбційний осушувач. Повітря, проходячи через адсорбент, що знаходиться всередині осушувача, віддає вологу. Таким чином забезпечується точка роси -2...-4 °С. За адсорбційним осушувачем рекомендується встановити ще один пиловий фільтр. Справа в тому, що адсорбент в осушувачі «пилить», тобто дає дрібний пил, який забруднює повітря. Цей пил необхідно вивести. За пиловим фільтром встановлюється фільтр з активованим вугіллям. Також як у випадку з холодильним осушенням, виконується бойпасна лінія.



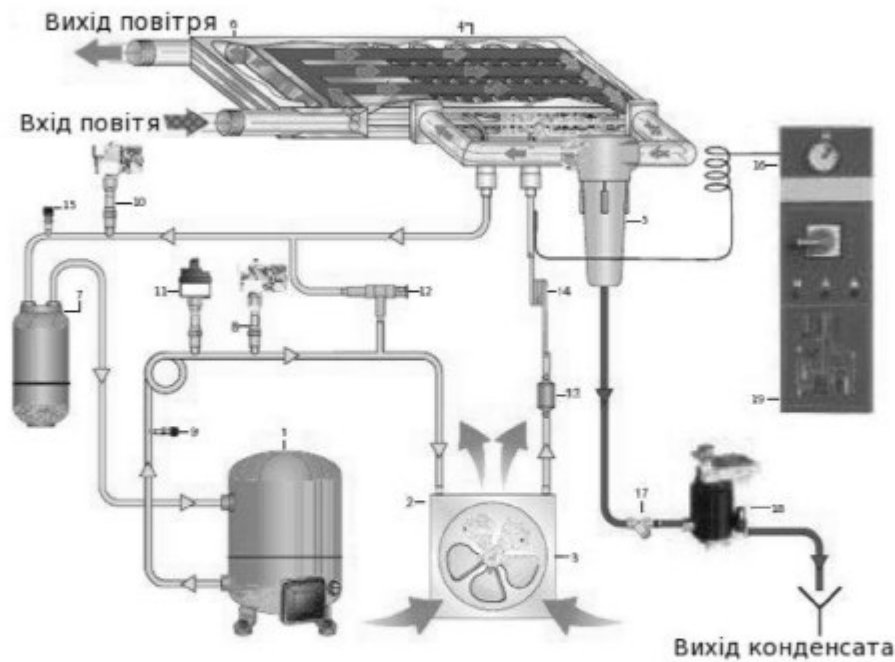


Рис. 3. Схема осушувача повітря холодильного типу:

1 - холодильний компресор, 2 - радіатор охолоджувача, 3 - вентилятор охолоджувача, 4 - випарник, 5 - сепаратор конденсату, 6 - теплообмінник, 7 - сепаратор холодоагенту, 8 - реле максимального тиску, 9 - сервісний клапан, 10 - реле мінімального тиску, 11 - датчик тиску, 12 - перепускний клапан, 13 - фільтр холодоагенту, 14 - капілярна трубка, 15 - сервісний клапан, 16 - індикатор точки роси, 17 - грязьовий фільтр, 18 - автоматичний конденсатовідвідник, 19 - панель управління.

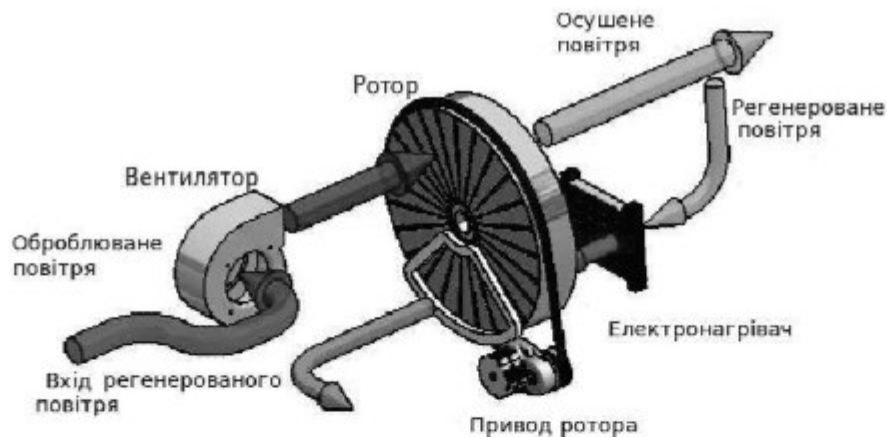


Рис. 4. Схема адсорбційної сушки

### Переваги даного сімейства осушувачів.

1. Найвищість датчика точки роси. Замість функції перемикача веж через регулярні інтервали часу керування осушувачем здійснюється за показаннями встановленого у випускному колекторі датчика точки роси. Перемикачя веж відбувається, коли точка роси перевищує задане значення. В результаті збільшується тривалість роботи осушувальної колони при часткових навантаженнях. Економія енергії при цьому може досягати 70%. Точка роси безперервно контролюється і відображається на дисплеї осушувача, а її значення може встановлюватися безпосередньо оператором з панелі управління.
2. Вбудована система управління і захисту.
3. Повнорозмірний сітчастий фільтр встановлюється на дні обох веж. Фільтр оптимізує розподіл потоку повітря через шари силікагелю і відокремлює краплини води, запобігаючи їх попаданню в адсорбент, покращуючи тим самим процес осушення.

4. Комплект вбудованих фільтрів. Вбудовані на вході в осушувач фільтри видаляють тверді частинки розміром понад 0,01 мкм, а також крапельну вологу і масло до ступеня очищення 0,01 мг/м<sup>3</sup>. На виході з осушувача встановлено пилоуловлювальний фільтр. Всі пристрої обладнано диференціальними манометрами з датчиками перепаду тиску. За необхідності заміни фільтрувального елементу на панелі контролера з'являється відповідна інформація.
5. Зручність монтажу досягається тим, що впускний і випускний патрубкі можуть обертатися навколо своєї осі. З метою спрощення процедури установки осушувачі обладнані спеціальними кронштейнами для вилоквих навантажувачів.
6. Простота і мінімальний час техобслуговування. Основні планові роботи зводяться лише до заміни силікагелю, термін служби якого стає 5 років.
7. Надійність виконавчих механізмів. Всі основні клапани керуються пневмоприводами, забезпеченими блоками кінцевих вимикачів, що запобігає їх заїданню або неправильній роботі. Управління здійснюється сухим і відфільтрованим стисненим повітрям, що також гарантує безвідмовність роботи.

Часто, під впливом різного роду обставин немає можливості встановити холодильний або адсорбційний осушувач. В цьому випадку для осушення повітря можна використовувати мембранні осушувачі. Причин відмови від встановлення осушувачів холодильного або адсорбційного типу може бути багато: недостатньо місця для осушувача, немає підведення електропостачання, широкий температурний діапазон і т. д. В цих і в багатьох інших випадках встановлюється осушувач мембранного типу (рис.5). Основа такого осушувача - мембранні волокна, зібрані в один щільний пучок. Волокна виконано із спеціального матеріалу, що має структуру у вигляді капілярів з радіально розташованими мікропорами. При проходженні повітря через капілярні трубки, молекули води через різницю парціальних тисків дифундують крізь стінки в міжволоконні порожнини і виносяться з модуля, а осушене повітря надходить до споживача.

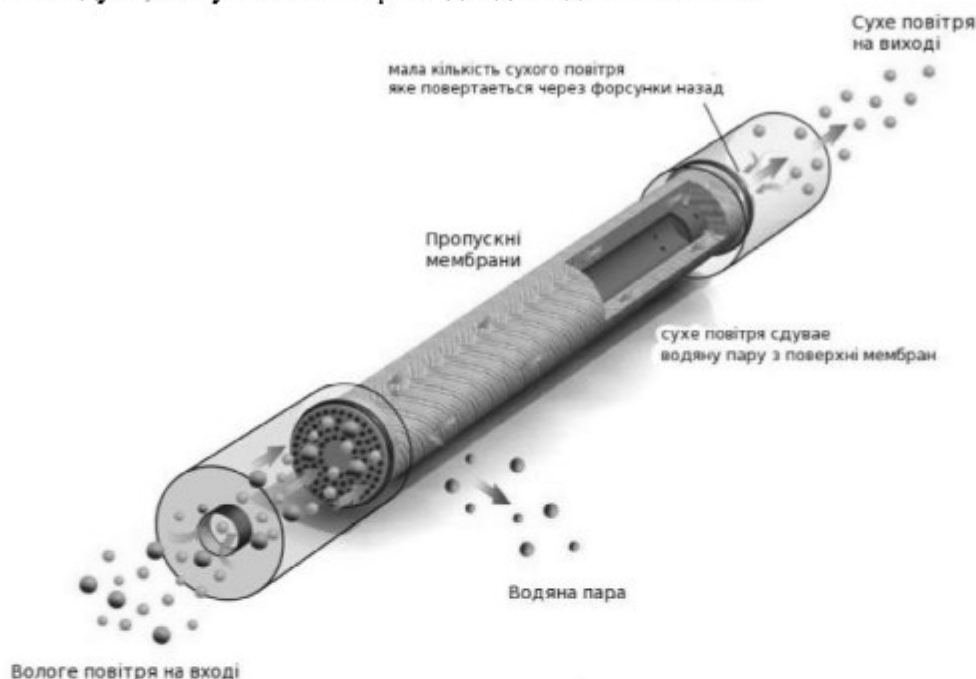


Рис. 5. Схема мембранного фільтру

Варто відзначити основні переваги даного типу осушувача: компактність, простота установки і експлуатації, можливість горизонтального і вертикального монтажу. Осушувач не споживає електроенергію, не вимагає постійного обслуговування, дозволяє знизити точку роси до -40 °С і нижче, працює при широкому діапазоні температур надходить на вхід стисненого повітря (від 1 °С до 65 °С). Відсутній шум при роботі пристрою. Осушувач не схильний до корозії і не забруднює навколишнє середовище.



Одним з ключових переваг мембранного осушувача є можливість його модульного монтажу спільно з фільтрами. Таке конструктивне рішення отримало дуже широке поширення в мобільних установках і в тих випадках, коли необхідно забезпечити компактність.

Рефрижератор-це найпоширеніший і найбільш дешевий вид осушувача. В цих осушувачах, як і у стандартних компресорах стисненого повітря, для збільшення ефективності застосовується відразу два теплообмінника: повітря-холодоагент і повітря-повітря. Теплообмінник, що складається з мідних труб і пластин, являє собою комплекс. Він працює як цільний модуль що поєднує у своїй структурі повітряно-повітряний теплообмінник, що слугує для попереднього охолодження, ескцію сепарації вологи і повітряно-фреоновий теплообмінник, який відповідає за остаточне охолодження.

Всі осушувачі стисненого повітря оснащені сучасними контролерами загальної кількості розчищених твердих речовин. Даний пристрій дозволяє виконувати відразу кілька функцій:

1. Контроль точки роси і тепломаси.
2. Запобігання падінню температури стисненого повітря нижче 0 С за якої можливе замерзання теплообмінника і конденсатовідвідника.
3. Повний моніторинг роботи осушувача і моніторинг показників (три датчика, п'ять вхідних показників).
4. Моніторинг зливу конденсату і його програмування (тимчасовий або кількісний).
5. Регулювання часу відкриття клапана скидання конденсату

**Охолоджувальний контур осушувача стисненого повітря.** Осушувачі стисненого повітря працюють на фреоновому охолодженні. Серцем кожного рефрижераторного осушувача(рис.6) є фреоновий компресор. В холодильному контурі застосовуються капілярні трубки, завдяки чому відсутня необхідність у сезонних регулюваннях. Верхнє встановлення конденсатора дозволяє знизити забруднення.



Рис. 6. Схема осушувача рефрижераторного типу

Стиснені пари холодоагенту надходять у конденсатор, де осідає вологи. Конденсатор може бути з повітряним або водяним охолодженням. Повітряний конденсатор являє собою пластинчастий теплообмінник, що охолоджується потоком повітря від електровентилятора. Після конденсатора, рідкий холодоагент проходить через фільтр-осушувач в капіляр для подальшого пониження тиску до точки кипіння. Речовина закипає в трубках випарника,

тим самим охолоджуючи стиснене повітря. Потім пари холодоагента всмоктуються компресором і цикл повторюється.

Ціна такого осушувача становить приблизно 15 - 20% від вартості компресора.

#### **Висновки**

Можна дати кілька загальних рекомендацій, якими слід керуватися при побудові систем підготовки повітря:

1. Повітря, що виходить з компресора, необхідно охолодити. Це обов'язкова і дуже важлива умова. Повітря може охолоджуватися, як природним шляхом (наприклад в ресіверах), так і за допомогою спеціальних кінцевих охолоджувачів. Тільки після охолодження, з'являється сенс пропускання повітря через циклонний сепаратор або магістральний фільтр. В іншому випадку, велика кількість парів води і масла пройде крізь фільтр, і випаде у вигляді конденсату при подальшому охолодженні в магістралі.

2. Вологовіддільники бажано використовувати спільно з магістральними фільтрами, причому встановлювати вологовіддільники після фільтру. Така схема забезпечує максимально ефективну очистку: фільтр затримує тверді частинки, масло і значну частину вологи, а решта вода буде затримана вологовіддільником. Слід також знати, що навіть після повного очищення, з повітря може знову випадати конденсат, якщо його температура буде продовжувати падати. З цієї причини, потрібно намагатися встановлювати вологовіддільник в тому місці магістралі, де температура повітря має мінімальне значення.

#### *Література*

1. Кузнецов Ю. В., Сжатый воздух/ Кузнецов Ю. В., Кузнецов М. Ю. - 2-е изд., перераб. и доп. - Екатеринбург: УрО РАН, 2007. - 511 с.
2. Каталог фірми:ATLAS COPCO. Режим доступу до каталогу <https://www.hoffmann-group.com/RU/ru/horu/company/group/strategicheskie-partnjory-postavshchiki/atlas-copco>
3. Каталог оборудования ООО <<НИИ<<Флотер>><<Фильтры воздушные и пылеуловители >>([www.folter.ru](http://www.folter.ru) <<продукция>> - <<полный каталог>>).

Надійшло до редакції 27.06.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Яковенко В.Б.