

Gardner **Denver**

Застосування стандартів якості ISO для проектування пневма- тичних систем.

Настанови з перевірки робочих характеристик згідно з
вимогами стандартів ISO 8573, ISO 12500 і ISO 7183



Вступ

Стиснене повітря часто називають четвертим джерелом енергії після електроенергії, води та газу, і це єдине джерело енергії, що виробляється користувачами безпосередньо на місці експлуатації обладнання. При цьому користувачі несуть повну фінансову і юридичну відповідальність за якість повітря, яке використовується у пневматичних системах.

Тому для проектування пневматичної системи із забезпеченням відповідних рівнів чистоти повітря необхідне повне розуміння вимог до якості стисненого повітря і стандартів тестування. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) встановлює три таких стандарти: ISO 8573, ISO 12500 і ISO 7183. Які саме стандарти потрібно використовувати буде залежати від конкретних забруднюючих речовин, які необхідно видалити, а також від обладнання для очищення повітря.

Цей технічний документ містить таку інформацію:

- Найбільш поширені види забруднень пневматичних систем
- Типи обладнання, яке застосовується для видалення цих забруднень
- Чинні стандарти ISO, які можна використовувати для перевірки обладнання і оцінки результатів

Також цей документ містить:

- Кілька прикладів оптимальних конфігурацій пневматичних систем, які Ви можете використовувати для моделювання власної системи
- Прості рекомендації, яких слід дотримуватися при виборі обладнання для очищення повітря.
- Короткий довідник про обладнання, яке використовується для забезпечення різних рівнів чистоти стисненого повітря для різних застосувань.



Кейт Аткінсон
Міжнародний менеджер з продукції
Технологічне обладнання і азотні системи
Gardner Denver Industrials Group

Типи забруднень стисненого повітря і їх джерела

Існує чотири основних джерела забруднення пневматичних систем: атмосферне повітря біля повітряозабірника компресора, власне повітряний компресор, пристрій для зберігання повітря (повітряний ресивер) і розподільний трубопровід системи.

Тверді частки (атмосферне повітря)

Тверді частки в атмосферному повітрі. Зазвичай у промисловому середовищі в одному кубічному метрі атмосферного повітря міститься 140 мільйонів твердих часток. 80% цих часток мають розмір менше 2 мікрон і занадто малі для уловлювання впускним фільтром компресора, тому вони потрапляють безпосередньо у пневматичну систему.

Вода (атмосферне повітря)

Водяна пара. Здатність стисненого повітря утримувати водяну пару залежить від його температури. Чим вища температура повітря, тим більше пари воно може утримати. Під час стиснення температура і тиск повітря значно зростають, завдяки чому воно може утримувати більше води.

Рідка вода і пари. Під час охолодження після стиснення водяна пара конденсується в рідку воду. Конденсація відбувається на різних стадіях по всій системі, оскільки повітря додатково охолоджується повітряним ресивером, розподільним трубопроводом, а також розширюється у клапанах, циліндрах, пристроях і механізмах.

Олива (атмосферне повітря)

Пари оливи. Атмосферне повітря містить оливу у вигляді незгорілих вуглеводнів, які потрапляють у компресор через повітряозабірник. Зазвичай концентрація оливи у повітрі може варіюватися від 0,05 до 0,5 мг на кубічний метр.

Олива (компресор)

Рідка олива і пари. У більшості повітряних компресорів олива використовується на стадії стиснення для ущільнення, змащення й охолодження. Під час роботи олива потрапляє у пневматичну систему у вигляді рідини і аерозолу. Ця олива змішується з водою, що міститься у повітрі, і часто має дуже кислу реакцію. Крім того, потрапляючи у пневматичну систему розпилена олива охолоджується і конденсується, що спричиняє забруднення системи рідкою оливою.

Тверді частки (повітряний ресивер і розподільний трубопровід)

Іржа і відкладення на внутрішніх стінках трубопроводів. Іржа і відкладення на трубах утворюються у ресиверах повітря і трубопроводах «вологих систем» (систем без відповідного обладнання для очищення) або систем, які працювали «у вологому стані» до встановлення обладнання для очищення. Згодом ці забруднювачі відділяються від поверхонь, на яких утворилися, і спричиняють пошкодження або блокування виробничого обладнання, що також може призвести до забруднення кінцевого продукту і технологічного середовища.

Мікроорганізми (атмосферне повітря)

Мікроорганізми. Бактерії і віруси потрапляють у пневматичну систему через повітряозабірник компресора. У кубічному метрі навколишнього повітря зазвичай міститься близько 100 000 000 (100 мільйонів) мікроорганізмів, і лише деякі з них здатні погіршити якість продукту або навіть зробити його повністю непридатним для використання і таким, що підлягає відкликанню.

Стандарти ISO для контролю якості стисненого повітря і проведення тестування

ISO 8573 – це група міжнародних стандартів, яка складається з дев'яти частин, що стосуються контролю якості стисненого повітря та проведення тестувань. Перша частина, ISO 8573-1, визначає класи якості стисненого повітря для кожного типу забруднювача. Решта вісім частин, ISO 8573-2-ISO 8573-9, визначають методи тестування і перевірки того, що проба повітря належить до одного з цих класів якості повітря. Сама остання редакція ISO 8573-1 проводилася у 2010 році, а поточні редакції ISO 8573-2-8573-9 набули чинності протягом декількох років, починаючи з 1999 року.

Для позначення рівня чистоти повітря залежно від кожного типу забруднюючих речовин у стандарті ISO 8573-1 використовується 10 класів, пронумерованих від 0 до 9. Кожен клас позначає допустимі рівні конкретних забруднюючих речовин у кубічному метрі стисненого повітря. Класи 1-9 визначають заздалегідь встановлені рівні забруднення, загально визнані виробниками, постачальниками і користувачами пневматичного обладнання. Однак використання класу 0 дозволяє зацікавленим сторонам узгоджувати свої власні прийнятні рівні забруднення для даного застосування стисненого повітря за умови, що узгоджені рівні, які перевищують стандарти класу 1, можуть бути виміряні відповідно до стандартів тестування ISO 8573-2-8573-9, і офіційно задокументовані.

При зазначенні рівня чистоти повітря відповідно до стандартів ISO 8573-1 необхідно вказати:

- Сам стандарт
- Редакцію стандарту
- Класи чистоти від твердих часток, води і оливи відповідно, згідно зі стандартом

Наприклад, ISO 8573-1: 2010 клас 1.2.1 відноситься до стисненого повітря з рівнями забруднення твердими частками класу 1, рівнями забруднення водою класу 2 і рівнями забруднення оливою класу 1 відповідно до стандарту якості ISO 8573-1, редакція 2010 року. Повну інформацію про допустимі рівні забруднення для кожного класу ISO 8573-1 наведено у таблиці.

ISO 8573-1: 2010 Клас 0

Стиснене повітря

- Не означає нульового забруднення
- Має рівні чистоти, спільно визначені у письмовій формі користувачами і/або виробниками або постачальниками обладнання.
- Не враховує рівні чистоти, що перевищують ті, які можна виміряти методами, що визначаються стандартами ISO 8573-2-8573-9.
- Слід вказувати тільки у точці використання для найбільш важливого застосування з метою досягнення економічної ефективності.

Стандарти тестування для очищення стисненого повітря ISO 12500 і ISO 7183

ISO 12500 – це група міжнародних стандартів, розроблена Стандартизація цих критичних параметрів продуктивності для оцінки експлуатаційних характеристик фільтрів стисненого повітря і водовідділювачів. ISO 12500 складається з чотирьох частин, ISO 12500-1-ISO 125 004, кожна з яких охоплює певні типи фільтрів або водовідділювачів.

Стандарт ISO 7183 призначений для оцінки експлуатаційних характеристик осушувачів стисненого повітря.

Детальний опис кожного стандарту тестування ISO і типу обладнання для очищення, до якого він застосовується, наведено у наступному розділі.

ISO 12500 та ISO 7183 доповнюють стандарти тестування ISO 8573-2-8573-9, які, зокрема, не враховують контрольні концентрації. Контрольна концентрація – це початковий рівень забруднення стисненого повітря, з яким можна порівнювати рівні забруднення після очищення.

Таблиця нижче містить таку узагальнену інформацію:

- Найбільш поширені види технологій очищення стисненого повітря
- Забруднення, які вони видаляють
- Відповідні стандарти тестування ISO
- Класи чистоти ISO 8573-1: 2010, які використовуються для визначення їх робочих результатів.

Технології очищення	Забруднюючі речовини									Стандарти тестувань ISO
	Частки			Вода			Олива			
	Іржа і відкладення	Атмосферний бруд і тверді частки	Мікроорганізми	Рідина	Аерозоль	Пари	Рідина	Аерозоль	Пари	
Коалесцентні фільтри	X	X			X			X		ISO 8573-2:2007 ISO 8573-4:2001 ISO 12500-1:2007
Адсорбційні фільтри									X	ISO 8573-5:2007 ISO 8573-6:2007 ISO 12500-2:2007
Фільтри для видалення пилу	X	X								ISO 8573-4:2001 ISO 8573-6:2003 ISO 8573-8:2004 ISO 12500-3:2009 ISO 8573-9:2004 ISO 12500-4:2009
Мікробіологічні стерильні фільтри			X							
Водовідділювачі				X			X			
Адсорбційні осушувачі						X				
Осушувачі холодильні						X				ISO 8573-3:1999
Подвійні холодильні/адсорбційні осушувачі						X				ISO 7183:2007

ISO 8573-1:2001 клас	Тверді частки				Вода			Олива	
	Максимальна кількість часток на м ³			Розмір часток, мкм	Концентрація, мг/м ³	Температура конденсації під тиском	Рідина, г/м ³	Загальна кількість оливи (рідина і пари), мг/м ³	
	0,1-0,05 мкм	0,5-0,1 мкм	1-0,5 мкм						
0	Як зазначено користувачем або постачальником обладнання								
1	100	1	0			-70°C		0.01	
2	100,100	1,000	10			-40°C		0.1	
3		10,000	500			-20°C		1	
4			1,000			+3°C		5	
5			20,000			+7°C			
6				5	5	+10°C			
7				40	10		0.5		
8							5		
9							10		

Типи і приклади технологій очищення з відповідними стандартами тестування ISO

Технологія очищення	Стандарти тестування ISO
Водовідділювачі видаляють більше 90% рідкої води (пристінна течія) для захисту систем, обладнаних коалесцентними фільтрами з надмірним охолодженням у розподільних трубопроводах.	Стандарт ISO 8573-9:2004 визначає методи випробування на вміст рідкої води. Стандарт ISO 12500-4:2009 містить настанови щодо визначення ефективності видалення води і робочого перепаду тиску пристрою для запобігання пристінній течії згідно з вимогами стандарту ISO 8573-2.
Коалесцентні фільтри зазвичай включають у себе найбільш важливе обладнання для очищення пневматичної системи, яке працює за принципом механічної фільтрації.	Стандарт ISO 8573-2:2007 визначає методи тестування на вміст парів оливи. Стандарт ISO 8573-4:2001 визначає методи тестування на вміст твердих часток. ISO 12500-1:2007 вводить контрольні концентрації парів оливи 40 мг/м ³ і 10 мг/м ³ для випробувань коалесцентних фільтрів відповідно до ISO 8573-2:2007. Це потребує насичення фільтра так, якби він був в експлуатації. Під час насичення фільтра реєструється початковий перепад тиску з метою показати експлуатаційні витрати фільтра. Необхідно протестувати три фільтра кожного розміру, і кожен з цих фільтрів потрібно тричі протестувати. Опубліковані результати є середнім значенням всіх цих тестів.
В адсорбційних осушувачах використовується регенеруючий поглинаючий матеріал. Для їх ефективної роботи потрібні коалесцентні фільтри.	Стандарт ISO 8573-3:1999 визначає методи тестування для вимірювання вологості. ISO 7183:2007 визначає стандартні критерії, необхідні для випробувань осушувачів стисненого повітря, а саме: температуру конденсації під тиском, швидкість потоку, падіння тиску, втрати стисненого повітря, енергоспоживання (включно з тестуваннями при частковому навантаженні) і рівень шуму (умови експлуатації і навантаження).
Холодильні осушувачі працюють за рахунок охолодження повітря. Для їх ефективної роботи потрібне використання коалесцентних фільтрів.	Стандарт ISO 8573-3:1999 визначає методи тестування для вимірювання вологості. ISO 7183:2007 визначає стандартні критерії, необхідні для випробувань осушувачів стисненого повітря, а саме: температуру конденсації під тиском, швидкість потоку, падіння тиску, втрати стисненого повітря, енергоспоживання (включно з тестуваннями при частковому навантаженні) і рівень шуму (умови експлуатації і навантаження).
Фільтри для видалення пилу затримують тверді частки там, де немає рідини, і демонструють ефективність видалення твердих часток, аналогічну коалесцентним фільтрам.	Стандарт ISO 8573-4:2001 визначає методи тестування на вміст твердих часток. Стандарт ISO 8573-6:2003 визначає методи тестування на вміст життєздатних мікробіологічних забруднювачів. Стандарт ISO 8573-8:2004 визначає метод тестування на вміст твердих часток по масовій концентрації. Стандарт ISO 12500-3:2009 містить настанови з оцінки ефективності фільтрів для видалення твердих часток залежно від їх розміру. Він визначає плани і порядок проведення тестування фільтрів для визначення відповідного діапазону розмірів пор. У цих настановах визначено два діапазони розмірів пор фільтрів: 0,01 < 5,0 мкм і > 5,0 < 40 мкм.
У абсорбційних фільтрах для зменшення забруднення олійними парами використовується великий шар адсорбенту з активованим вугіллям.	Стандарт ISO 8573-5:2007 визначає методи тестування на вміст парів оливи. Стандарт ISO 8573-6:2007 визначає методи тестування на вміст газоподібних забруднюючих речовин. ISO 12500-2:2007 - це прискорений тест адсорбційної здатності фільтра, яка з часом знижується. Результати не показують фактичний термін служби фільтрувального елемента або картриджа. Замість цього вони демонструють, який фільтр має найбільшу адсорбційну здатність і тому міняти його потрібно через довші проміжки часу.

Економічна конструкція системи стисненого повітря

Для забезпечення високих рівнів якості повітря, необхідних для сучасних виробничих приміщень, потрібно ретельно підходити до проектування, введення в експлуатацію та експлуатації системи. Недостатньо провести фільтрацію повітря в одній точці, тому настійно рекомендується забезпечити очищення стисненого повітря на вході у розподільну систему до рівня якості, що відповідає вимогам для захисту повітряних ресиверів і розподільних трубопроводів. Слід також забезпечити очищення повітря у місці використання, приділяючи особливу увагу області застосування і необхідному рівню якості повітря. Такий підхід до проектування системи гарантує, що повітря не піддається «надмірній обробці», і забезпечує найбільш економічне рішення для отримання стисненого повітря високої якості.

Нижче наведені приклади економічних конфігурацій пневматичних систем:

Приклади конфігурацій: Компресорної станції

А. З адсорбційним осушувачем і фільтром для видалення парів оливи

До замкнутої магістралі обладнання

ISO 8573-1:2010 клас 2.1.1

ISO 8573-1:2010 клас 2.2.1

ISO 8573-1:2010 клас 2.3.1

Клас 0 для загального вмісту оливи

ISO 8573-1:2010 клас 2.1.0 (<0,003 мг/м³ загальний вміст оливи)

ISO 8573-1:2010 клас 2.2.0 (<0,003 мг/м³ загальний вміст оливи)

ISO 8573-1:2010 клас 2.3.0 (<0,003 мг/м³ загальний вміст оливи)



В. З холодильним осушувачем

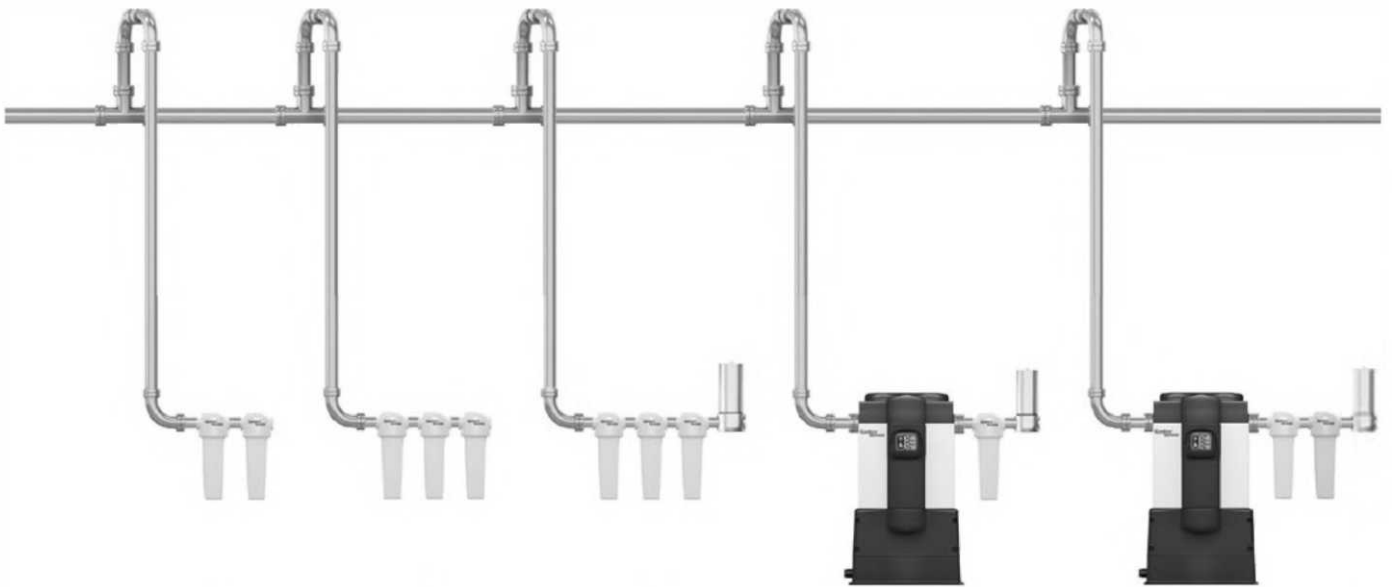
До замкнутої магістралі обладнання

ISO 8573-1:2010 клас 2.4.2

ISO 8573-1:2010 клас 2.5.2



Приклади конфігурацій: Захист точки використання



	C	D	E	F	G	
З компресорної станції A	ISO 8573-1 :2010 Клас 2-1-2 Клас 2-2-2 Клас 2-3-2	ISO 8573-1 :2010 Клас 2-1-1 Клас 2-2-1 Клас 2-3-1	ISO 8573-1 :2010 Клас 1-1-1 Клас 1-2-1 Клас 1-3-1	З компресорної станції A або B	ISO 8573-1 :2010 Клас 1-1-2 Клас 1-2-2 Клас 1-3-2	ISO 8573-1 :2010 Клас 1-1-1 Клас 1-2-1 Клас 1-3-1
З компресорної станції B	Клас 2-4-2 Клас 2-5-2	Клас 2-4-1 Клас 2-5-1	Клас 1-4-1 Клас 1-5-1			

Клас якості повітря відповідно до стандарту ISO 8573-1: 2010	Компресор	Водовідділювач	Резервуар повітря	Фільтр 1 мкм	Фільтр 0,01 мкм	Адсорбційний осушувач, темп-ра конденсації під тиском – 20 C	Адсорбційний осушувач, темп-ра конденсації під тиском – 40 C	Адсорбційний осушувач, темп-ра конденсації під тиском – 70 C	Холодильний осушувач, темп-ра конденсації під тиском + 3 C	Холодильний осушувач, темп-ра конденсації під тиском + 5 C	Фільтр 1 мкм	Фільтр 0,01 мкм	Колона з активованими вугіллям	Стерильний повітряний фільтр
1.1.0	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓		✓	✓
1.2.0	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓		✓	✓
1.3.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓		✓	✓
1.4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓
1.5.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓		✓	✓
2.1.0	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓		✓	
2.2.0	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓		✓	
2.3.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓		✓	
2.4.0	✓	✓	✓	✓	✓				✓		✓		✓	
2.5.0	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓		✓	
2.1.2	✓	✓	✓	✓	✓			✓					✓	
2.2.2	✓	✓	✓	✓	✓		✓						✓	
2.3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓	
2.4.2	✓	✓	✓	✓	✓				✓				✓	
2.5.2	✓	✓	✓	✓	✓					✓			✓	

Приклади конфігурації: важливі сфери застосування

A + C, D або E

B + F або G

Типове застосування:

- Фармацевтична продукція
- Виробництво кремнієвої води
- Виробництво дисплеїв на тонкоплівкових транзисторах (TFT)/рідкокристалічних дисплеїв (LCD)
- Оптичні запам'ятовуючі пристрої (CD, CD/RW, DVD, DVD/RW)
- Виробництво оптичних дисків (CD/DVD)
- Виробництво жорстких дисків
- Продовольчі товари
- Молочні продукти
- Пивоварні
- Системи CDA для виробництва електроніки
- Видування пластмас (наприклад, поліетиленові пляшки)
- Обробка плівки
- Критичне обладнання
- Передові пневматичні системи
- Повітряні автоматичні вимикачі
- Декомпресійні камери
- Косметична продукція
- Повітря для медичного обладнання
- Повітря для стоматологічного обладнання
- Лазери і оптика
- Робототехніка
- Фарбування розпиленням
- Пневматичні підшипники
- Продувка трубопроводу
- Вимірювальне обладнання
- Створення атмосфери
- Упакування в модифікованій атмосфері
- Попередня підготовка для виробництва газу на місці

Приклади конфігурації: загальне застосування

B + C, D або E

Типове застосування:

- Загальний захист замкнутої магістралі
- Попередня фільтрація до використання адсорбційних осушувачів повітря
- Автоматизація виробництва
- Постачання за допомогою пневматичних систем
- Пневматичні інструменти
- Загальні контрольні-вимірювальні прилади
- Штампування металу
- Пневматичні молоти
- Загальний промисловий монтаж (без зовнішнього трубопроводу)
- Пневматичне транспортування
- Пневматичні двигуни
- Пневматичні інструменти у майстернях
- Обладнання для накачування шин у гаражах
- Системи контролю температури
- Пістолети для видування
- Контрольно-вимірювальне обладнання
- Обладнання для змішування сировини

Важлива інформація

Рекомендації по обладнанню ідентичні як для безоливних, так і для оливних компресорів.

У стандарті ISO 8573.1 не розглядаються вимоги до якості придатного для дихання повітря. Див. стандарти, що регулюють якість повітря для дихання, чинні на території країни, в якій здійснюється експлуатація обладнання.

Прості рекомендації, які допоможуть правильно вибрати обладнання для очищення повітря.

Під час оцінки характеристик фільтрів або осушувачів стисненого повітря наведені нижче критерії допоможуть Вам найкращим чином забезпечити відповідність Вашим фінансовим і виробничим інтересам:

- **Використання високоякісного стисненого повітря протягом всього періоду експлуатації обладнання.**

Обладнання для очищення стисненого повітря призначене для усунення проблем і витрат, пов'язаних із забрудненням, шляхом подачі високоякісного, чистого і сухого повітря. При виборі цього типу обладнання основними факторами прийняття рішення завжди повинні бути якість повітря, що подається у систему, і перевірка робочих характеристик.

- **Повні експлуатаційні витрати**

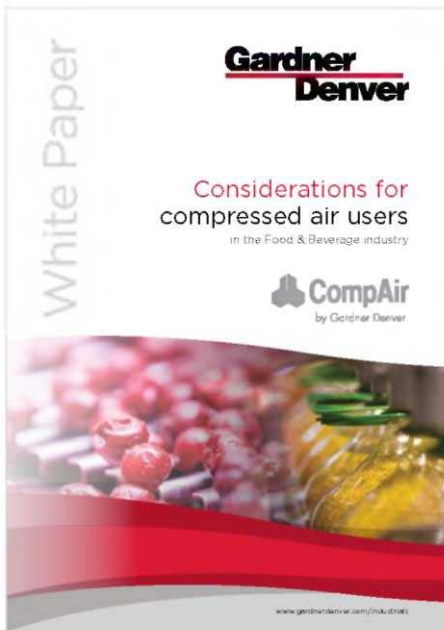
Дешево обладнання може виявитися дуже дорогим вкладенням у довгостроковій перспективі. Завжди враховуйте початкову вартість обладнання плюс експлуатаційні витрати. Крім того, слід визначити, наскільки витратним для Вашого бізнесу є використання неякісного повітря у пневматичних системах.

Незважаючи на те, що вартість обладнання може бути важливим і легким для розуміння критерієм, вона не повинна бути основним фактором, що впливає на прийняття рішення. Замість цього потрібно вибрати обладнання для очищення повітря з оптимальними характеристиками. Для цього слід провести широкий огляд вимог до вашої системи, який включає десять пунктів, наведених нижче:

1. Оскільки очисне обладнання призначене для забезпечення якості повітря, спочатку потрібно визначити якість стисненого повітря, необхідного для Вашої системи. Залежно від призначення, для кожної точки використання у системі може знадобитися стиснене повітря різної якості. За допомогою класифікації якості ISO 8573-1:2010 Ваш постачальник обладнання зможе швидко і легко визначити відповідне очисне обладнання для кожної частини системи.
2. ISO 8573-1:2010 – остання редакція стандарту. При зверненні до постачальників переконайтеся, що означення стандарту написано повністю. Стандарти якості повітря, такі як ISO 8573-1 або ISO 8573-1:1991, ймовірно, належать до попередньої редакції. Тому застосування цих стандартів може призвести до використання стисненого повітря нижчої якості.

3. Переконайтеся, що обладнання дійсно забезпечує якість повітря відповідно до класифікацій якості, які Ви обрали зі стандарту ISO 8573-1:2010.
4. Під час порівняння коалесцентних фільтрів слід переконаватися, що їх перевірка проводилася з дотриманням вимог стандартів ISO 8573-2:2007, ISO 8573-4:2001 і ISO 12500-1:2007.
5. Зверніться до незалежних фахівців з метою підтвердження заявлених робочих характеристик.
6. Також слід переконаватися у тому, що виробник надає письмову гарантію якості повітря, що постачається.
7. Безоливне і оливне компресорне обладнання потребує однакових систем фільтрації стисненого повітря.
8. При порівнянні експлуатаційних витрат на коалесцентні фільтри враховуйте тільки початкову втрату тиску під час насичення. Втрата тиску в сухому стані не є показником продуктивності у пневматичній системі з нормальною вологістю. Згідно з вимогами стандарту ISO 12500-1:2007 під час насичення коалесцентних фільтрів потрібно реєструвати зниження тиску.
9. Перевірте характеристики заміщення фільтра. Низький перепад тиску після початку роботи не означає, що він буде залишатися низьким протягом усього терміну служби фільтрувального елемента. Витрати на електроенергію завжди слід розраховувати виходячи з основних характеристик заміщення фільтра, а не тільки початкового перепаду тиску насичення.
10. Оцініть собівартість обладнання для очищення повітря, включно з витратами на придбання, експлуатацію і технічне обслуговування. Низька початкова ціна обладнання може здатися привабливою, але у довгостроковій перспективі це може призвести до високих експлуатаційних витрат та інших ускладнень через низьку якість повітря.

Також Ви можете завантажити:



Компанії, що виробляють продукти харчування і напої, стикаються з безліччю проблем, і найбільш важливою є захист і охорона здоров'я своїх споживачів, при цьому підтримуючи бізнес на високому рівні для забезпечення користі і переваг для всіх. Підтримувати цю рівновагу складно, а іноді – важко. Є умови, яких потрібно дотримуватися для забезпечення виконання обох вимог.

Корисні **посилання:**

Дізнайтеся більше про нашу пропозицію обладнання для пневматичних систем, а також про те, як клієнти заощаджують гроші з Gardner Denver/CompAir: <http://www.gardnerdenver.com/products/oil-free/>

Як провести перевірку пневматичної системи?

<http://www.gardnerdenver.com/service-and-support/aftermarket-and-service/air-audits/>

Посилання та додаткова література:

ISO8573, ISO12500, ISO7183

Настанови щодо вибору та встановлення пневматичних систем, Британська спілка фахівців з пневматичних систем

FDA - Звід федеральних норм і правил, розділ 21, пункти 100-169 «Продукти харчування і ліки», редакція від 1 квітня 2012 р.

Фактори, які слід враховувати при виборі системи очищення стисненого повітря, Марк Уайт, Parker Hannifin Manufacturing Ltd

Європейська група гігієнічного проектування і дизайну (EHEDG) 23 Виробництво та використання харчових мастил, Частина 1 і 2 (2009 р.)

Загальні відомості про стандарти якості ISO для стисненого повітря, Марк Уайт, керівник із застосування, Parker Hannifin Manufacturing Ltd, 2016