

Роторна дробоструминна обробка або дробоструминна обробка стисненим повітрям?

дата публікації: 2026.01.19



Фото. 1. Вигляд зсередини камери для дробоструминної обробки стисненим повітрям

Який метод найкраще підходить для очищення невеликих партій сталевих деталей?

Обробка поверхні деталей є ключовим етапом багатьох промислових процесів. Щоб прийняти найкраще рішення для ваших виробничих процесів, потрібно ретельно розуміти та порівнювати різні методи дробоструминної обробки. У цій статті ми обговорюємо дробоструминну обробку стисненим повітрям та роторну дробоструминну обробку, і порівняємо їх на прикладі очищення невеликих партій сталевих деталей. Отримана інформація також може бути корисною при виборі найкращої технології для обробки інших деталей.

Основи дробоструминної обробки

Обидва процеси відрізняються, перш за все, способом прискорення абразивного матеріалу, який зазвичай складається з мільйонів круглих або гострокутних частинок розміром приблизно від 0,1 до 3 мм:

- **Дробоструминна обробка стисненим повітрям.** У цьому методі абразивний матеріал наноситься на поверхню через сопло за допомогою стисненого повітря (принцип інжектора). Окрім металевих абразивів часто використовуються мінеральні абразиви, а також скло та кераміка. Оскільки ці матеріали схильні до більшого зносу, слід очікувати більшої витрати абразиву та збільшення утворення пилу. У цьому методі переважає ручне дробоструминне очищення, хоча існують також автоматичні машини;

- **Роторна дробоструминна обробка.** У цьому методі ротор, встановлений у турбіні, прискорює центрально поданий абразив за допомогою лопатей. Цей метод також часто називають автоматичним дробоструминним очищенням.

Обидва методи дробоструминного очищення використовують замкнену систему циркуляції абразиву, який очищається, а потім повертається назад у процес. Відпрацьоване вихідне повітря очищується фільтрами, найчастіше картриджного типу.

Детальне порівняння методів

Дробоструминна обробка стисненим повітрям та роторна дробоструминна обробка широко використовуються для очищення поверхонь і доступні в багатьох типах машин від різних виробників. Однак обидва процеси мають значні відмінності в ефективності, вартості та сферах застосування. Вибір оптимального методу очищення для невеликих партій сталевих деталей залежить від таких пріоритетів, як кількість оброблюваних деталей, вартість, витрати та вимоги до очищеної поверхні.

1. Енергоспоживання

Окрім економічних міркувань, все більш важливу роль відіграє також питання сталого розвитку.

Струменеве очищення з допомогою стисненого повітря (дробоструменева камера з інжектором):

- специфікація: компресор з потужністю приводу щонайменше 11 кВт;
- оцінка: енергоспоживання зазвичай значно вище, ніж в роторних установках, оскільки виробництво стисненого повітря є дуже енергоємним. Витрати на енергію можуть становити від 60% до 85%, а в деяких випадках навіть до 91% від загальних витрат на установку стисненого повітря. Навіть для системи потужністю 11 кВт поточні витрати на електроенергію можуть значними при тривалому використанні.

Роторне дробоструминне очищення (роторна дробоструминна машина):

- специфікація: потужність приводу 2 турбін $\times$ 5,5 кВт;
- оцінка: хоча загальна потужність приводу в цьому прикладі ідентична (11 кВт), роторне дробоструменеве очищення вважається особливо енергоефективним при вищій продуктивності. Енергія передається безпосередньо абразивному матеріалу, що є ефективнішим, ніж енергоємне виробництво стисненого повітря. Понад 50% загального енергоспоживання припадає на приведення в роторів, але ефективність перетворення енергії вища.

2. Швидкість та продуктивність виробництва

Час є ключовим фактором при оцінці обох процесів.

Струменеве очищення з допомогою стисненого повітря (дробоструменева камера з інжектором):

- специфікація: швидкість викиду 80 м/с, витрата абразивного матеріалу 30-40 кг/хв, площа струменя абразиву приблизно 1,5 см²;
- оцінка: завдяки невеликій площі струменя абразиву приблизно 1,5-2 см² та витраті абразивного матеріалу 40 кг/хв, цей процес підходить для точної обробки невеликих ділянок і невеликих партій деталей. Обробка зазвичай виконується вручну або

напівавтоматично, що обмежує продуктивність для великих обсягів деталей. У випадку дуже специфічних або чутливих сталевих елементів, що виробляються невеликими серіями, гнучкість ручного дробоструминного очищення може бути вигідною.

Роторне дробоструминне очищення (роторна дробоструминна машина):

- специфікація: швидкість викиду 80 м/с, витрата абразивного матеріалу 109 кг/хв, площа струменя абразиву приблизно 400 см²;
- оцінка: завдяки значно більшій площі струминної обробки, приблизно 400 см², та більшому потоку абразиву, приблизно 109 кг/хв, цей процес струминної обробки є високоефективним. Навіть під час очищення «невеликих партій» роторна струминна обробка забезпечує вищу продуктивність на одиницю часу. Час переналагодження для невеликих партій майже однаковий, а розмір обладнання є дуже економічним у порівнянні з бажаною кількістю деталей для обробки. Здатність ефективно обробляти невеликі партії підвищує продуктивність на один елемент.

3. Витрати на персонал

Окрім самих витрат, важливу роль також відіграють доступність персоналу та витрати, пов'язані з плануванням.

Струменеве очищення з допомогою стисненого повітря (дробоструменева камера з інжектором):

Оцінка: дробоструменева камера вимагає більше ручної праці. Навіть якщо інвестиційні витрати будуть нижчими, витрати на персонал на одну деталь можуть бути відносно високими у випадку безперервного очищення невеликих партій, оскільки працівнику часто доводиться вручну обертати та обробляти окремі деталі.

Роторне дробоструминне очищення (роторна дробоструминна машина):

Оцінка: Роторні дробоструминні машини можна в значній мірі автоматизувати. Конструктивні елементи часто можна обробляти партіями або в безперервному режимі. Це значно знижує прямі витрати на персонал на кожну конструктивну деталь, оскільки оператор може контролювати кілька машин або обробляти більші кількості деталей одночасно. Під час очищення сталевих елементів вагою від 0,5 до 3 кг їх можна розмістити в кошику або на поворотному столі всередині машини, мінімізуючи витрати на персонал.

4. Обробка сталевих компонентів (0,5-3 кг) за допомогою дрібного, гострокутного абразиву

Струменеве очищення з допомогою стисненого повітря (дробоструменева камера з інжектором):

Абразив: звичайний корунд зернистістю 0,1-0,4 мм (дрібний, гострокутний);

Оцінка: звичайний, гострокутний корунд – ідеальний абразив для очищення сталі. Дрібний розмір зерен дозволяє точно обробляти поверхню та видаляти забруднення. Гнучкість струменя стисненого повітря дозволяє точно обробляти навіть складні або делікатні сталеві елементи, що виготовляються невеликими партіями.

Роторне дробоструминне очищення (роторна дробоструминна машина):

Абразив: сталевий абразив 0,1-0,4 мм (дрібний, гострокутний).

Оцінка: абразив з гострокутними зернами для струминної обробки сталі ідеально підходить для очищення забруднених, покритих окалиною або іржею конструкційних елементів. Цей метод дуже ефективний для сталевих елементів вагою від 0,5 до 3 кг, особливо коли потрібне хороше очищення та дуже рівномірна шорсткість поверхні. Можливість обробляти елементи партіями є перевагою для невеликих серій з повторюваними деталями.



Роторна дробоструминна установка.

Висновки щодо очищення сталевих деталей невеликими партіями

Виходячи з заданих характеристик та мети, якою є очищення невеликих партій сталевих елементів, можна зробити висновок, що:

- роторна дробоструминна обробка, незважаючи на однакову потужність приводу, забезпечує потенційно вищу енергоефективність на оброблену деталь та значно вищу швидкість та продуктивність виробництва. Можливість автоматизації призводить до зниження витрат на оплату праці в перерахунку на одиницю продукції. У випадку повторюваних невеликих серій, які можна обробляти партіями, це більш економічний вибір, якщо ви хочете максимізувати продуктивність на годину;
- струменеве очищення з допомогою стисненого повітря характеризується гнучкістю та можливістю виконувати точну, навіть ручну обробку. Хоча цей метод підходить для невеликих партій, споживання енергії та витрати праці на одну деталь (у випадку ручного керування) зазвичай вищі. Це кращий метод, коли найважливішою є найвища точність очищення, обробка окремих деталей або дуже виробів складної конструкції, які потребують ручного керування.

Джерело: