

УДК 621.762.4

В.А.Сичук, О.В.Заболотний

Луцький національний технічний університет

НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗНОСОСТІЙКОГО СОПЛА ПІСКОСТРУМЕНЕВОЇ МАШИНИ

В представленій роботі запропонована нова технологія виготовлення та експлуатації зносостійкого сопла, піскоструменевої машини для абразивної обробки, методом СРП. Показано основні параметри які впливають на властивості вихідного виробу. Наведено теоретичні та практичні дослідження за тематикою статті. Висновки та результати спонукають до подальшого як наукового так і практичного дослідження з метою впровадження у промислове виробництво.

Дуже важливою характеристикою будь-якої деталі є її довговічність, яка забезпечує збереження її робочих характеристик в процесі експлуатації протягом тривалого часу. Дана властивість, тобто довговічність, значною мірою впливає на головні техніко-економічні показники роботи, яка виконується за допомогою конкретної деталі. При високій довговічності деталі робота буде виконуватись стабільно, з однаковими показниками і позитивними результатами. Довговічна деталь не потребує частоті її заміни, тобто не потрібно витратити додатковий час та ресурси на збирання-розбирання вузла, вилучення зношених елементів, придбання нового елемента і встановлення його на місце спрацьованого тощо.

Проаналізувавши основні деталі та вузли промислових піскоструменевих машин, нами встановлено, що найпроблемнішим елементом з точки зору довговічності роботи є сопло, яке через інтенсивну роботу в складних умовах тертя, дуже швидко зношується, виходить з ладу і відповідно потребує заміни. Оскільки якісні сопла для піскоструменевих машин є задоволенням не з дешевих, тому нами поставлена задача – підвищити довговічність сопла для промислових піскоструменевих машин шляхом вдосконалення його конструкції і розробити відносно дешеву технологію його отримання.

З аналізу існуючих видів сопел піскоструменевих машин, що виготовляються вітчизняними та закордонними виробниками дійшли висновку, що основна тенденція по удосконаленню сопел – це використання нових, надтвердих і зносостійких матеріалів, які дозволяють дещо підвищити експлуатаційні характеристики сопла, а це відповідно продовжує довговічність його роботи. Але згадані нові матеріали є дуже вартісними, а отже і саме сопло також.

Тому ми пропонуємо принципово новий підхід до процесу удосконалення сопел піскоструменевих машин, який полягає в основному в удосконаленні їх конструкції та подальшій розробці нової, відносно недорогої, проте ефективної технології їх отримання та експлуатації. Нова технологія виготовлення та експлуатації сопел забезпечує досягнення високої довговічності їх роботи, причому вона суттєво не залежить від твердості чи зносостійкості матеріалу з якого вони виготовлені. Головний принцип (умова) – сопло має бути пористим, щоб могло пропускати через себе в радіальному напрямку повітря, яке буде створювати повітряну подушку на внутрішній робочій поверхні сопла. Така повітряна подушка буде створювати перешкоду для основного потоку повітря та абразиву, який контактує із внутрішньою робочою поверхнею сопла. Це призведе до зміни умов зношування і відповідно забезпечить суттєве зниження зношення робочої поверхні сопла.

Швидко зношення робочого елемента – сопла піскоструменевої машини для абразивної обробки – спостерігається під час роботи даної машини. З усієї робочої поверхні сопла найбільшого зношення зазнає «шийка» (рис. 1), що має найменший діаметр. Ця зона зазнає найбільших навантажень, оскільки «шийка» фактично і є тією частиною сопла, що «перетворює тиск потоку на його швидкість». В даній роботі ми розглядаємо випадок коли швидкість потоку (суміш повітря та абразиву) збільшується і наближається, на виході, до швидкості звуку.

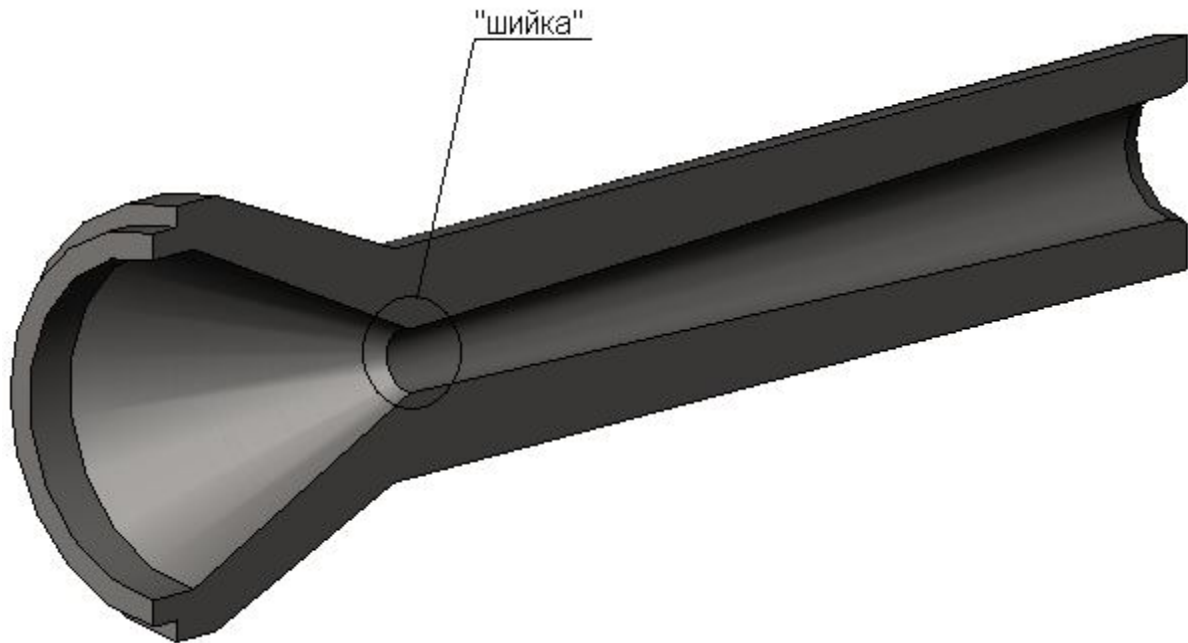


Рис. 1. Сопло конструкції Вентурі в розрізі

Ми пропонуємо виготовляти сопло за допомогою технологій та методів порошкової металургії. З існуючих методів формування такого класу виробів найбільш раціональним на нашу думку є сухе радіально-ізостатичне пресування (СРІП) порошку на оправку з подальшим спіканням готового виробу. За вихідний матеріал взято металічний порошок титану марок ПТС або ПТК, який є достатньо твердим та зносостійким матеріалом. Ще одна причина використання вказаного порошку є те, що виріб виготовлений з титанового порошку піддається спіканню в СВС режимі (самопротікаючий високотемпературний синтез), що є дуже економічно вигідним, бо фактично не потребує ніяких енергетичних витрат окрім, хіба, ініціалізації процесу горіння спресованого виробу.

Для перевірки можливості вище згаданого принципу виготовлення сопел були спроектовані та виготовлені інструменти (рис. 2) за допомогою яких можна виготовляти сопла простої форми. Їх проектування проводилось в середовищі САД моделювання SolidWorks 2006.

Технологічний процес безпосереднього виготовлення сопел відбувається в такій послідовності:

- 1) Засипка порошку в порожнину прес-форми між еластичним вкладишем 3 і оправкою 5 (рис. 2), фракція порошку ПТК - $+0,2 \dots - 0,3$.
- 2) Вібрующільнення засипаного порошку в прес-формі (за необхідності досипати до повного заповнення порожнини).
- 3) Складання прес-форми для пресування, тобто з'єднання елементів 2, 3, 5, встановлення її в прес-блок та фіксація у ньому.
- 4) Сухе радіально-ізостатичне пресування в прес-блоці (рис. 3) під тиском 600 МПа, який створюється установкою високого тиску (рис. 4).
- 5) Вилучення пресовки і проведення процесу СВС спікання в захисному середовищі.
- 6) Фінішна обробка готового виробу (при потребі).

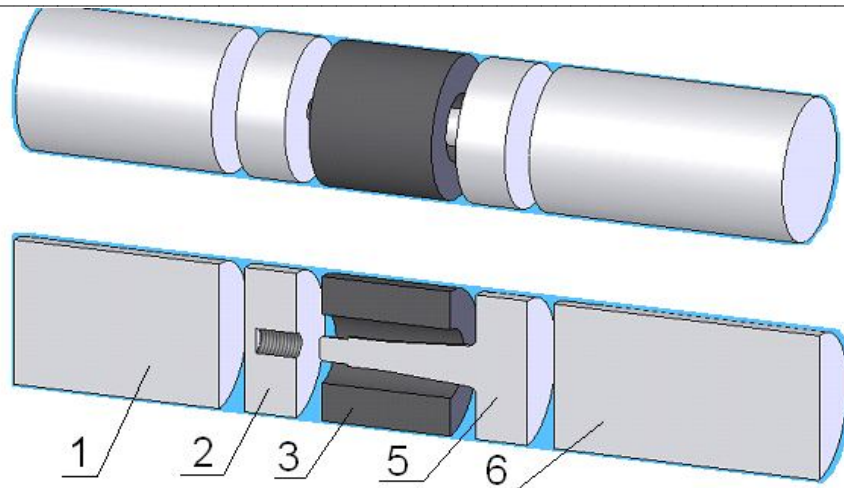


Рис.2. Прес-форма для пресування спроектована в SolidWorks та її загальний вигляд.
1,6 - запірні циліндри; 2 - кришка; 3 - оболонка; 4 - порошок; 5 - оправка



Рис. 3. Прес-блок експериментальної установки для сухого радіально-ізостатичного пресування



Рис. 4. Експериментальна установка для створення необхідного тиску пресування в прес-блоці

Виготовлені та спечені (в режимі СВС) сопла зображені на рис. 5.



Рис. 5. Спресовані та спечені (в режимі СВС) сопла простої форми для пікоструменевої обробки.

Таким чином, підтверджено, що такі сопла доцільно виготовляти саме методом СРП з наступним спіканням в СВС режимі. Тому було прийнято рішення виготовити сопло із вже відомими реальними геометричними розмірами, тобто реальне сопло, що використовується на підприємствах в реальних установках для пікоструменевої обробки. Таке стандартизоване сопло можна в подальшому випробовувати на стандартному обладнанні, що є в наявності.

В середовищі SolidWorks були спроектовані інструменти для виготовлення сопла форми Вентурі (виготовлені інструменти зображені на рис. 6.), саме сопло та корпус в якому воно розміщується (рис. 7). В розрахунковому модулі SolidWorks FloWorks, що дозволяє моделювати потоки рідин та газів було спроектовано реальні умови роботи сопла (рис. 8).



Рис. 6. Інструмент для виготовлення сопла форми Вентурі методом СРП.

Оправка виготовлена розбірною із сталі, яка в подальшому піддавалася загартуванню для досягнення необхідної твердості. Еластичні елементи які передають тиск пресування на порошок виготовляються з гуми чи поліуретану марки СКУ-7Л. Зауважимо, що форма еластичного елемента не суцільна, а зібрана з кілець. Така конструкція дозволяє підібрати необхідну марку, відповідно й властивість, кожного еластичного елемента (кілець), що відповідає за пресування конкретної частини сопла.

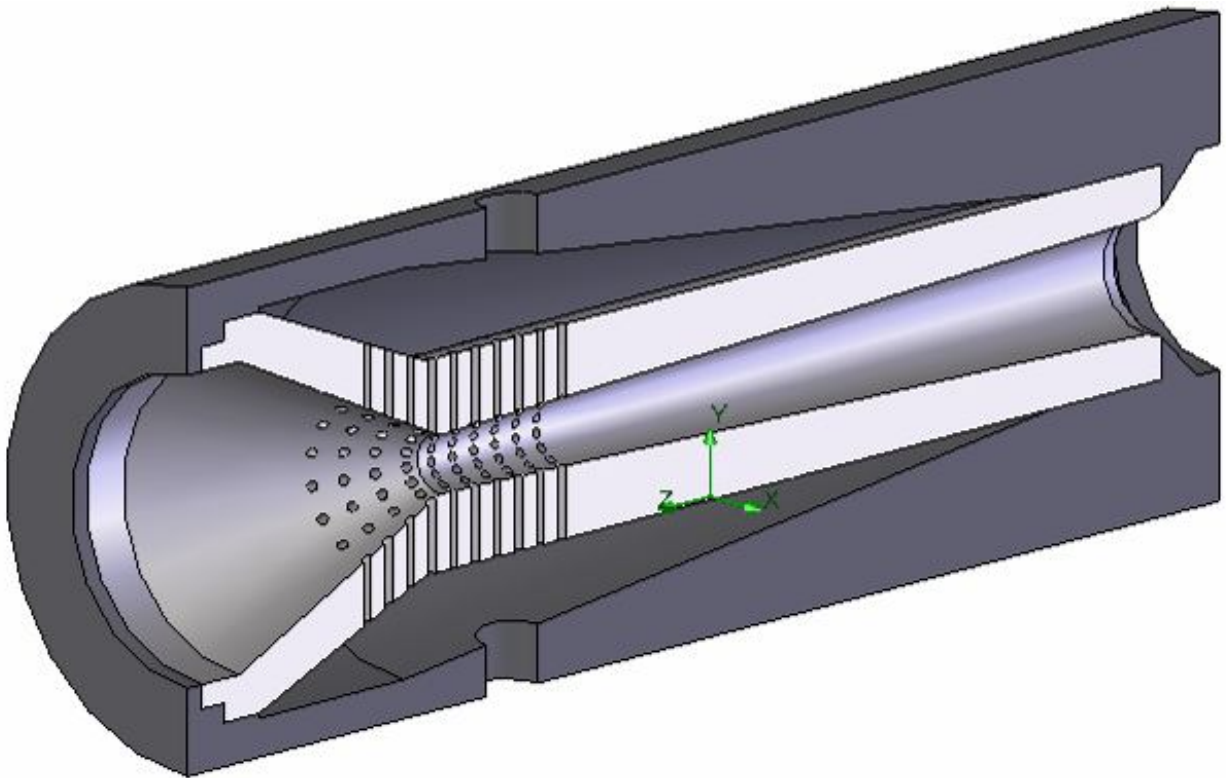


Рис. 7. Сопло форми Вентурі в корпусі спроектоване в SolidWorks.

В корпусі де розміщено сопло розташовані отвори для подачі повітря, яке буде проникати через пористе сопло в радіальному напрямку і створювати повітряну подушку.

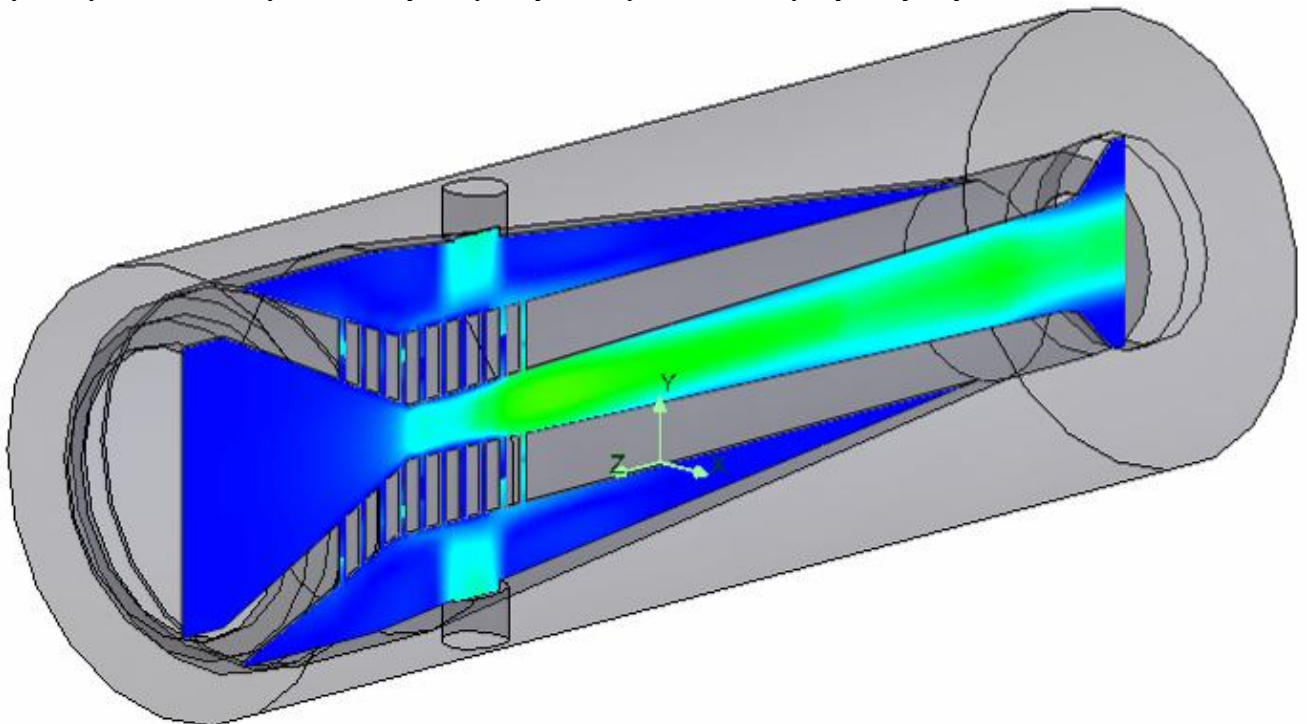


Рис. 8. Результати моделювання роботи сопла в модулі SolidWorks FloWorks.

При моделюванні обиралися реальні умови роботи сопла. Тиск основного потоку повітря 4 атм. і тиск потоку повітря яке подається через додаткові отвори також 4 атм. Щоб імітувати та в певній мірі ідеалізувати (для спрощення розрахунків які проводить програма) пористість в соплі, нами зроблено необхідну кількість отворів (наближену до реальної кількості відкритих пор спеченого порошкового тіла) в радіальному напрямку через які буде проходити повітря, що

створює повітряну подушку. З результатів моделювання роботи сопла в модулі SolidWorks FloWorks (рис. 8.) видно, що в зоні «шийки» дійсно з'явилася повітряна подушка, що перешкоджає контакту суміші повітря і абразиву із внутрішньою робочою поверхнею сопла.

На рис. 9 зображене сопло форми Вентурі виготовлене методом СРІП згідно технології, що була описана вище. З рисунку може здаватися, що сопло виготовлено не якісно, виглядає ззовні криво та неточно – це великої ролі не грає, оскільки нам необхідна по суті тільки внутрішня робоча поверхня.



Рис. 9. Сопло форми Вентурі виготовлене методом СРІП.

З викладеного вище слідує, що розроблена нами нова технологія виготовлення та експлуатації сопел для промислових піскоструменевих машин методом СРІП з наступним спіканням в режимі СВС суттєво підвищує їх довговічність роботи при одночасному зниженні їх вартості, та потребує подальшого як наукового так і практичного дослідження з метою її подальшого впровадження у промислове виробництво.

1. Матеріали з мережі Internet.
2. Степанчук А.Н., Билык И.И., Бойко П.А. Технология порошковой металлургии. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 415 с.
3. Реут О.П., Богинский Л.С., Петюшик Е.Е. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов. – Минск: Дэбор, 1998. – 258с.
4. Пат. №63675 А Україна, МПК 7 В22F3/04. Пристрій для сухого радіально-ізостатичного пресування порошкових матеріалів на матрицю/ В.Д.Рудь, О.В.Заболотний, О.Ю.Повстяной; Заявл. 28.05.2003; Опубл. 15.01.2004, Бюл. №1.
5. Пат. №63676 А Україна, МПК 7 В22F3/04. Пристрій для сухого радіально-ізостатичного пресування порошкових матеріалів/ В.Д.Рудь, О.В.Заболотний, О.Ю.Повстяной; Заявл. 28.05.2003; Опубл. 15.01.2004, Бюл. №1.
6. Патент Республіки Беларусь на полезную модель № 2252U МПК В 22F 3/00. Устройство для прессования изделий из порошков/ Саранцев В.В. Богинский Л.С., Повстяной А.Ю., Заболотный О.В., Сомов Д.А. – 2005г.
7. Заболотный О.В., Степанчук А.М. Дослідження закономірностей процесу радіального ущільнення порошкових матеріалів при виготовленні виробів із них // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – Київ, 2005. - №3. – С. 52-58.
8. Повстяной О.Ю., Заболотный О.В., Сомов Д.О., Сичук В.А. Удосконалення обладнання для отримання виробів методом сухого радіально-ізостатичного пресування ущільнювальних матеріалів/ Восточно-европейский журнал передовых технологий. - № 2/1 (20). – Обмен опытом: Металлургические технологии. – 2006. – с. 74-78.