

УДК 004.942:623.565:623.451.2

М.О. Данильчук, О.Ф. Саленко, Н.В. Семінська  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

## **Модернізація гідроструменевого обладнання шляхом забезпечення сталості тиску в системі підвищення тиску**

На сьогодні є актуальним використання легких та надміцних матеріалів. Ці матеріали допомагають створювати енергоефективні та екологічно чисті об'єкти у всіх сферах життя людини — від медичних технологій до транспорту.

В свою чергу це призводить до складностей у виготовленні сучасної машинобудівної продукції. Так, для отримання деталей з надміцного матеріалу використовують різні механічні методи обробки. Не дивлячись на велику кількість переваг цих методів, при різанні цих деталей по складному контуру можуть виникати труднощі, пов'язані з низькою продуктивністю, складністю та високою вартістю інструментів для різання. Тому в сучасному машинобудівному виробництві, для виготовлення складно контурних деталей партіями в десятки або сотні штук, використання традиційних методів обробки стає економічно не вигідним [1].

Саме тому виникає гостра потреба у застосуванні нових, високоефективних матеріалів та енергозберігаючих методів різання, які вирішують питання продуктивності і якості різання надміцних матеріалів.

Одним із таких методів, що дозволяє кардинально модернізувати існуючі технологічні процеси, є різка гідроабразивним струменем.

Широкі діапазони оброблюваних товщин матеріалів, можливість різання матеріалів різної міцності, значна продуктивність, висока якість поверхні різання, можливість обробки складної геометрії робить цей метод одним з найбільш затребуваних в умовах сучасного виробництва.

З іншої сторони, процес гідроабразивної різки є складним, на результат якого впливає велика кількість факторів, таких як: тиск ріжучого струменя, подача сопла, зернистість, твердіть, витрата абразиву, відстань від сопла до оброблювальної поверхні, фізико-механічні характеристики оброблювального металу [2].

Не зважаючи на безумовні переваги гідроструменевої різки в нашій роботі ми розглянемо притаманні їй недоліки та запропонуємо варіанти їх усунення.

Як відомо високий тиск у таких системах забезпечується за рахунок гідромультиплікатора. Гідромультиплікатор це пристрій, що змінює витрати та тиск за умови роз'єднання магістралей високого та низького тиску.

Треба зазначити що одним з недоліків цих систем є різкі коливання тиску у системі її підвищення, яке викликано переривчастою подачею рідини, кількість якої обмежується робочим об'ємом циліндра високого тиску.

Виходячи з цієї проблеми метою наших досліджень стало забезпечення сталості тиску у гідроструменевому обладнанні.

Для розв'язання цієї задачі було:

- запропоновано слідкуючу адаптивну систему керування процесом гідрообразивного різання, в якій пропонується плавне керування параметрами;
- досліджено динаміку мультиплікаторної системи на основі математичного моделювання (розрахунки повної математичної моделі виконувалися у середовищі Matlab [3]).

Принципова схема запропонованої слідкуючої системи зображена на рис. 1 [2].

Слідкуюча система має два замкнутих контури: контур керування швидкістю робочої подачі K1 з автономним задатчиком початкової швидкості; контур керування миттєвим рівнем тиску технологічної рідини K2 з силовим елементом з пропорційним керуванням.

Контур K1 забезпечує стабілізацію кута нахилу площини гідроруйнування у певних межах за рахунок швидкості подачі  $s$ , а контур K2 – за рахунок керованої зміни тиску рідини  $p$ . Вхідною координатою даної слідкуючої системи є кут нахилу площинки, що визначається умовами гідрорізання, а також властивостями оброблюваного матеріалу, зокрема,  $T_m$  [2].

Контур K1 складається з приводного керованого двигуна M, механічної ланки, що передає рух робочому столу 1, на якому закріплено оброблювану заготовку 2. Зворотний зв'язок ЗЗ1 по положенню площинки гідроруйнування забезпечується за допомогою датчика положення евакуйованого потоку рідини індуктивного типу, сигнал з якого надходить на підсумовуючий елемент E1. Контур K2 включає блок живлення високого тиску P1 з постійною нерегульованою витратою та постійним тиском  $p = \text{const}$ , а також додаткове джерело Pk з пропорційним керуванням, яке забезпечується зворотним зв'язком

332 від того ж датчика положення. Керуючий вплив від датчика подається на додаткове джерело живлення Рк через підсумовуючий елемент Е2.

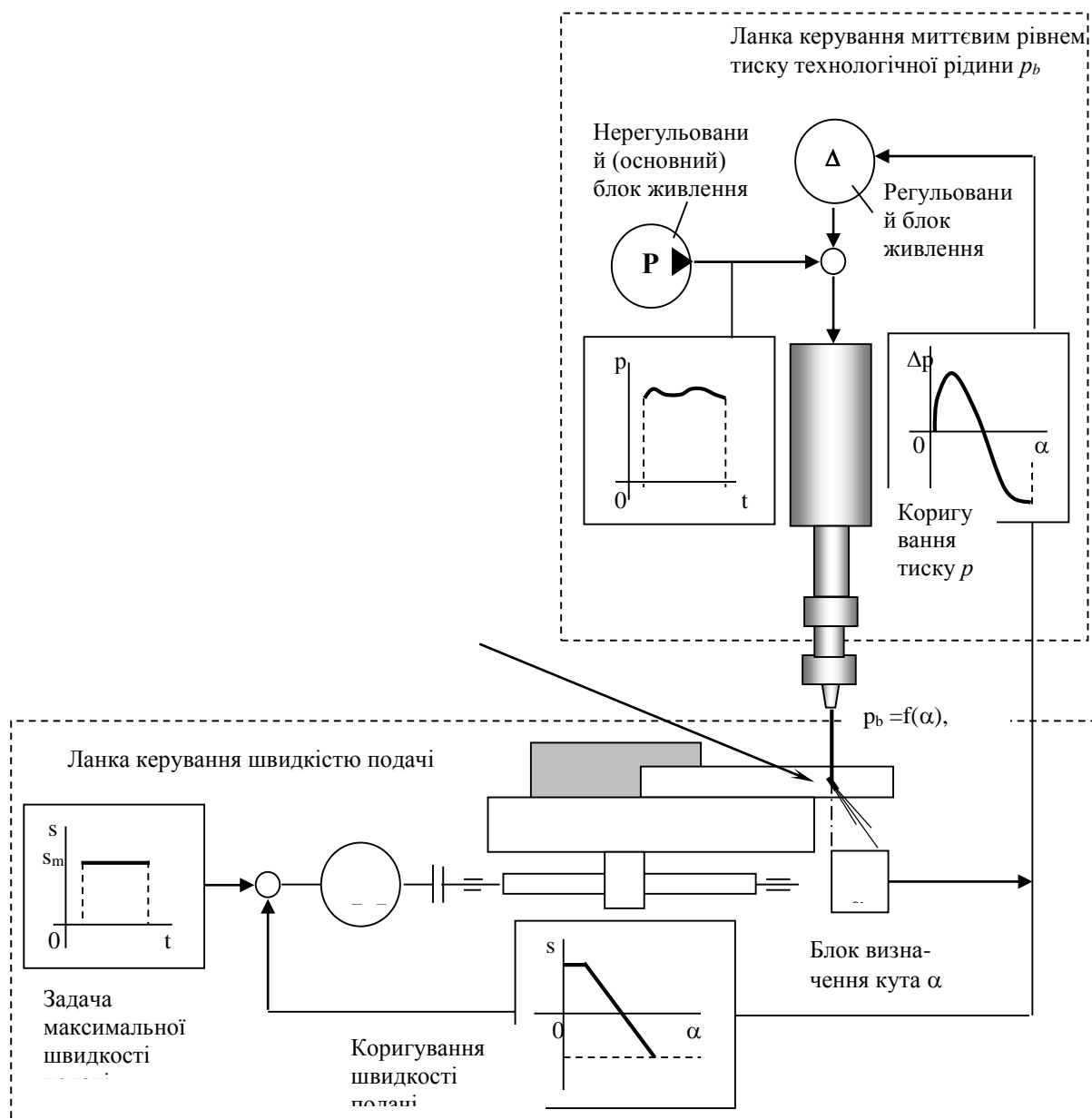


Рис. 1. Принципова схема слідкуючої системи управління гідрорізанням

## Висновки:

В результаті проведених досліджень встановлено, що тиск, а, відтоді, і швидкість витікання рідини змінюється зі зміною швидкості переміщення плунжера високого тиску. Найбільше значення пульсацій тиску, що оцінюється по амплітуді, спостерігається при незначних вхідних частотах - 1-3 Гц. Подальше підвищення частоти призводить до зменшення амплітуди зміни тиску більш ніж у два рази. Зменшується також середнє значення тиску та його пікові значення; при цьому пікові значення тиску при підвищенні частоти пульсацій до 10 Гц можуть знизитися з 150 МПа до 60 МПа та практично зрівнятися з середнім значенням тиску. Подальше підвищення частоти пульсацій суттєвих змін тиску не дає.

Таким чином, розроблена слідкуюча система адаптивного керування процесом гідрорізання дозволить значно підвищити ефективність гідрорізання за рахунок створення умов перебігу нестационарних процесів гідроруйнування на елементарних площинках поверхні розділу та отримати задовільну якість поверхні при роботі з тисками рідини 150-220 МПа при одночасному зростанні швидкості робочої подачі у 1,6-1,9 рази.

## Список використаних джерел

1. Шпилев В.В. Повышение эффективности процесса гидроабразивной резки листовых деталей путем оптимизации режимов обработки и параметров струи рабочей жидкости 2013. – С. 7
2. Саленко О.Ф., Приходько В.І. Адаптивна система для регулювання процесу гідрорізання // Резание и инструмент в технологических системах, № 60. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2001. – С. 205-212.
3. <https://www.mathworks.com/>