

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-75>

**DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL
FOR THE CONTROL SYSTEM OF AN EXPERIMENTAL
SETUP FOR HIGH-PRESSURE TORSION PROCESSING
OF HOLLOW BLANKS**

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ
ДЛЯ ПРОЦЕСУ КРУЧЕННЯ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ
ПОРОЖНИСТИХ ЗАГОТОВОК**

Kasianiuk O.S.

*Senior Lecturer,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Касьянюк О.С.

*старший викладач,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

У сучасному машинобудуванні і авіабудуванні актуальність полягає в підвищенні надійності та довговічності деталей, а також в створенні матеріалів з оптимальними властивостями для екстремальних умов. Один з обіцяючих методів досягнення цих цілей – кручення під високим тиском (НРТ) [1, 2], який дозволяє отримувати матеріали з субмікроскопічною структурою і високою міцністю. Цей метод є надійним, економічним та може бути використаний для різних типів матеріалів та форм деталей, що розширює його технологічні можливості.

Розробка математичної моделі та автоматизація системи керування експериментальною установкою для процесу кручення під високим тиском порожнистих заготовок (КВТ ПЗ) є актуальним завданням через суттєві обмеження використання цього методу в промисловості. Впровадження системи керування та контролю дозволить підвищити якість продукції та ефективність технологічного процесу, зокрема в умовах високої навантаженості на інструмент та можливих нестабільних параметрів процесу.

Перш за все формулюємо етапи технічного процесу.

Першим етапом пропонуваного в роботі процесу КВТ ПЗ є запуск гідравлічної станції яка буде керувати натискним гідроциліндром та початок моніторингу тиску на верхній інструмент-матрицю. Гідроциліндр буде опускатися до зіткнення з заготовкою. Коли станеться дотик верхнього інструменту до заготовки почнеться другий етап.

Другим етапом буде запуск обертаючого редуктору, продовження переміщення гідроциліндру до досягнення необхідного значення переміщення інструменту для виконання деформування до необхідної товщини заготовки. Одночасно запускається моніторинг кількості

обертів нижнього пуансону і температури заготовки. Коли буде досягнуто необхідне значення переміщення гідроциліндру почнеться третій етап.

Третій етап починається з зупинки матриці і відключенні обертаючого редуктору, завершується моніторинг тиску, кількості обертів і температури та виконується переміщення гідроциліндру до початкового положення.

Для експерименту по виготовленню заготовок кінчної форми можливо виділити наступні діяльності і події, які наведені в табл. 1, що представляє циклограму процесу.

Таблиця 1

Циклограма для процесу по виготовленню порожнистих заготовок

	a	b	c	d
1 Керування переміщенням циліндру пресу вниз до дотику з матрицею				
2 Керування переміщенням циліндру пресу вниз в процесі деформування				
3 Запуск і обертв редуктору				
4 Переміщення циліндру пресу вверх				
5 Зупинка редуктору				
6 Моніторинг тиску				
7 Моніторинг кількості обертів				
8 Моніторинг температури				
9 Вимкнення приводу установки				

де: a – Запуск роботи установки; b – Дотик матриці до заготовки; c – Виконано необхідне переміщення гідроциліндру; e – Завершення роботи установки.

На основі циклограми, представленої в табл. 1, зробимо опис функціональних взаємодій елементів системи за допомогою логічної структурної схеми, наведеної на рис. 1.



Рис. 1. Логічна схема автоматизованої системи керування установкою для процесу КВТ ПЗ

На рис. 1 представлено параметри:

1. Якими керуємо:
 - P_K – тиск в системі керування гідро-циліндром;
 - N – потужність двигуну для обертів нижнього пуансону;
2. Які досліджуємо:
 - X – переміщення верхнього пуансону;
 - t – температура заготовки між пуансонами;
 - P_d – тиск на датчику тиску між верхнім пуансоном та штоком преси;
 - V – частота обертів нижнього пуансону.

На основі зробленого аналізу технічного процесу (його параметрів та етапів) можна сформувати наступну математичну модель:

1. Залежність показників датчиків тиску (математична модель конвертування числового значення в набір команд керування пресом)

$$P_{d1} = F_1(P_K)$$

2. Залежність показників датчику частоти обертів (математична модель конвертування числового значення в набір команд керування обертаючим редуктором)

$$V_1 = F_2(N)$$

3. Закони керування гідроциліндром та обертаючим редуктором

$$P_K = F_3(t, P_{d0}, X, V_0)$$

$$N = F_4(t, P_{d0}, X, V_0)$$

Ці закони керування будемо створювати двома способами:

1. Апроксимація результатів моделювання та експериментів процесу на основі якої отримаємо закони з обмеженнями по вхідним налаштуванням технологічного процесу.

2. Створення системи контролю за переміщенням гідроциліндру та куту обертів нижнього пуансону на основі нечіткої логіки.

Отже результатом цієї роботи є формування двох математичні моделей для керування експериментальною установкою для процесу кручення під високим тиском порожнистих заготовок. На основі цього будуть створюватися ці моделі для конкретних технологічних процесів КВТ ПЗ та розроблятися модуль системи автоматизованого керування, який буде видавати дані для керування установкою.

Перелік використаних джерел

1 Segal V. Review: Modes and processes of severe plastic deformation (SPD). Materials. 2018. 11(7): 1175, pp. 1-29. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma11071175>

2 Edalati K., Horita Z. A Review on High-Pressure Torsion (HPT) from 1935 to 1988. Materials Science and Engineering A. 2016. 652. pp. 325-352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2015.11.074>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-76>

**RESEARCH OF METHODS, MODELS AND INFORMATION
TECHNOLOGIES USING NEURAL NETWORKS IN INCREASE
OF PRODUCTIVITY OF ORE ENRICHING FACTORIES**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОНИХ МЕРЕЖ
В ПІДВИЩЕННІ ПРОДУКТИВНОСТІ
РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК**

Kostikov O.A.

*Associate Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Костіков О.А.

*доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Konyk A.B.

*student (group 122-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Коник А.Б.

*студент гр.122-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Усі рудозбагачувальні фабрики складаються з самостійних технологічних одиниць які називаються секціями, в свою чергу секція складається з головних млинів 1-шої стадії які задають середньогодину продуктивність по руді і відповідно по концентрату, а також млинів другої, третьої стадії та інших збагачувальних пристроїв такі як магнітні сепаратори, дешламатори, насоси, тощо. Як правило секція може мати один або два головних млина, які працюють в парі з спіральним класифікатором, мета якого розділити продукт розвантаження млина на готовий матеріал та недостатньо подрібнений матеріал який за допомогою спіралей знову повертається у млин. Головними факторами отримання максимальної середньогодиної продуктивності головних млинів першої стадії являються: 1) максимально можливе завантаження