



## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ

Гаврильченко О.В., к.т.н., професор, Корендій В.М., к.т.н., доцент,  
Шенбор В.С., Брусенцов В.Г.

Національний університет «Львівська політехніка»

До низьковольтних керамічних виробів відносяться ізолятори, електроустановочні вироби і деталі, виготовлені з електротехнічного фарфору (кераміки), що використовуються як електроізоляційні деталі за постійної і змінної напруги до 1000 В за частоти 50 Гц. Для виробництва цих виробів використовується маса, яка має 45...50% глинистих матеріалів, 25...30% польового шпату і 20...25% кварцу.

Електромеханічні характеристики виробів залежать не тільки від сировинних матеріалів і поливного («глазурувального») покриття, але головне від технології їх виготовлення. Хоча виготовлення методом пластичного деформування забезпечує більшу міцність виробів за операційним ходом технологічного процесу, але метод вологого (мокрого) пресування має ряд переваг у порівнянні з іншими методами виготовлення виробів. До них відносяться більша продуктивність, вища точність, можливість формування виробів складної конфігурації. Тому більшість низьковольтних виробів виготовляється саме цим методом. Основними операціями цього технологічного процесу є пресування, сушіння, поливання, які виконуються на поточкових лініях (рис. 1) та відпал, який здійснюється у спеціальних печах протягом 5...6 годин за температури 1300...1400°C.

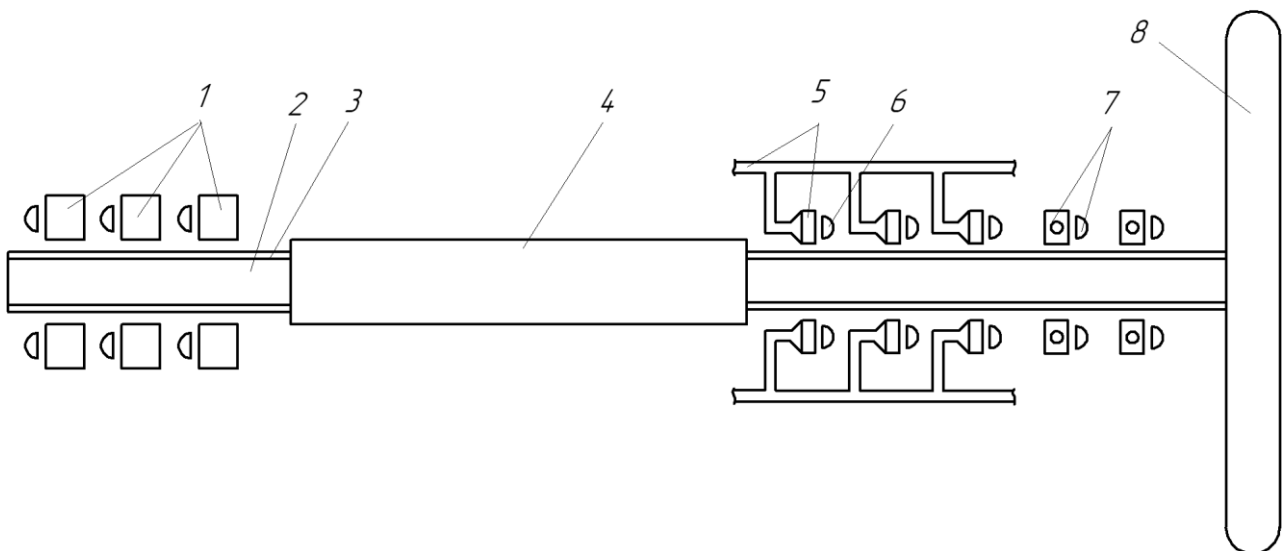


Рис. 1. Схема поточної лінії виготовлення напівфабрикату методом пресування

1 – прес; 2 – конвеєр; 3 – буртик; 4 – сушильна камера; 5 – витяжна вентиляція; 6 – робоче місце для зачищення; 7 – робоче місце для замивання; 8 – поливальний верстат



В неавтоматизованому виробництві працівники знімають з пуансона преса випресувані деталі за руху пуансона вгору (деталі самостійно випадають з пуансона) і встановлюють випресувані напівфабрикати на рухому сітку конвеєра.

З метою автоматизації процесу укладання виробів розроблена роботизована віброукладальна система (рис. 2), яка забезпечує автоматизацію знімання випресуваних напівфабрикатів і встановлення їх на рухому стрічку конвеєра [1], якою вони транспортуються до сушильної камери. Одним з найбільш поширених виробів, що виготовляється є корпус патрона 1 (на рис. 3 показаний після відпалу). За пресування він випадає з пуансона преса 2 дном донизу і має бути встановлений на сітку 3 конвеєра дном доверху. Випресувані корпуси є легкоушкоджуваними виробами. Для недопущення деформації напівфабрикату схоплювач маніпулятора 4 оснащений спеціальними м'якими елементами. Маніпулятор знімає напівфабрикат 1 і встановлює його дном доверху на деку подаючого вібротранспортера 5, який транспортує виріб у безвідривному еліптичному режимі до розподіляючого вібротранспортера 6. Транспортер 6 забезпечує двокоординатне вібротранспортування (на рис. 2 напрямки транспортування показані стрілками).

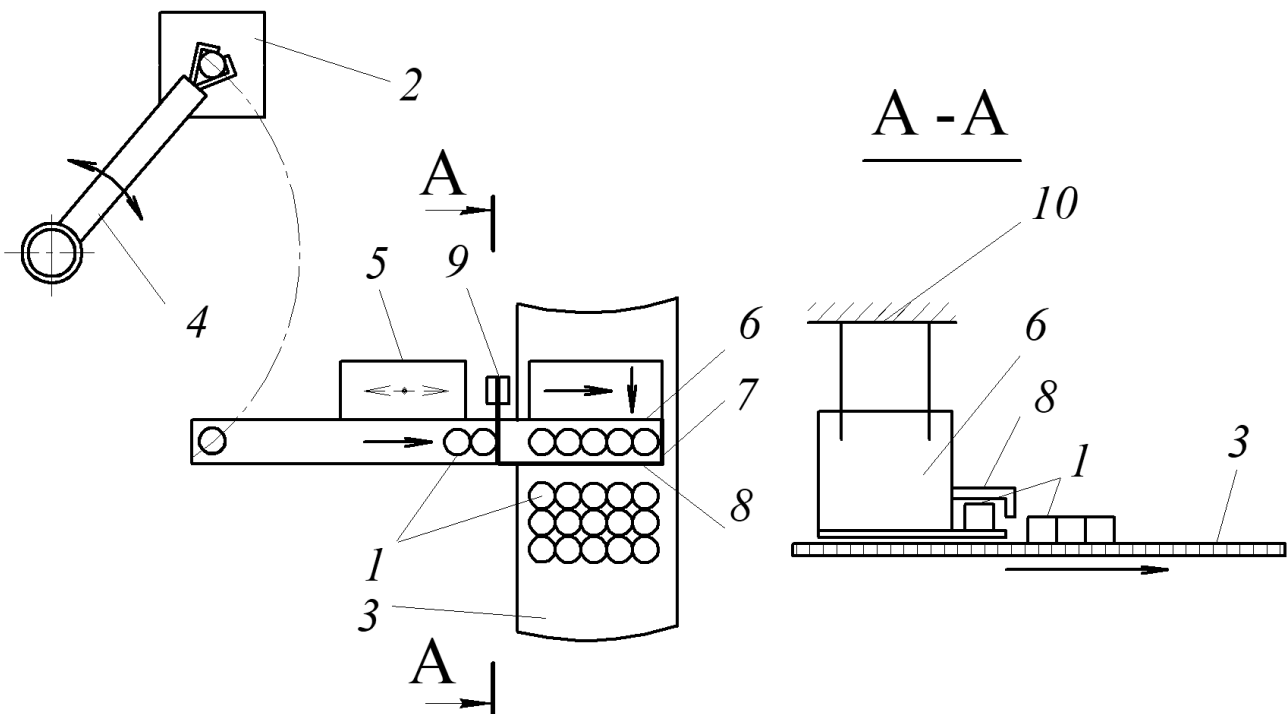


Рис. 2. Роботизована віброукладальна система

Розподіляючий транспортер подає вироби до обмежувача (упора) 7. Напівфабрикати нагромаджуються на транспортері 6 і не випадають з його деки завдяки рухомій боковій заслінці 8. Над деками транспортерів 5 і 6 встановлений лічильник виробів з рухомою заслінкою 9, який налаштовується на відлік партії (групи) виробів. Сформована група, за командою, завдяки зміні напрямку вібротранспортування транспортера 6, подається на рухому сітку



конвеєра; заслінка 8 при цьому відкривається, а заслінка 9 закривається. За неперервного пресування на сітці укладаються групи виробів, розміщені у групах щільно. Між групами можуть бути проміжки, або групи можуть розміщуватися на сітці щільно в залежності від продуктивності преса, швидкості розподіляючого транспортера, швидкості сітки і габаритним розміром виробів. Вібротранспортери 5 і 6 підвісного типу монтуються на рамі 10, розміщеній на каркасі стрічкового сіткового конвеєра, що дозволяє регулювати щілину між сіткою і деками транспортерів та змінювати зону укладання (штрихові стрілки, рис. 3).

В процесі впровадження системи укладання виробів у виробничих умовах проведені дослідження якості виробів виготовлених ручним і автоматизованим способами укладання. Вимірювання партій деталей по 500 штук проводились після їх відпалу визначенням кількості виробів, зовнішній діаметр стінки яких виходить за поле допуску. У порівнянні з ручним укладанням кількість таких виробів збільшилась на 5,6%. Це можна пояснити їх ймовірним деформуванням за нагромадження групи виробів на деці транспортера-розподільвача, оскільки діє режим поздовжнього вібротранспортування.



*Рис. 3. Загальний вигляд керамічного патрону після відпалу*

Для усунення цього недоліку у подальших розробках необхідно застосувати тонкі рухомі заслінки, які відділятимуть вироби за нагромадження на невелику відстань (до 1 мм), утримуючи їх за жорстке дно виробу, звівши деформації стінки виробу до нуля.

Запропонована система забезпечує щільне укладання виробів і має переваги перед укладанням виробів роботами-маніпуляторами. Завдяки застосуванню вібротранспортерів з еліптичними коливаннями забезпечується вібротранспортування в безвідривних режимах, чим забезпечується неушкоджуваність виробів, які можуть легко деформуватися. На основі цієї розробки можуть бути створені системи для укладання виробів у лакофарбувальних процесах, кондитерській галузі, за пакування виробів та в інших галузях виробництва [2, 3].



#### **Література:**

1. Шенбор В. Синтез гнучких вібраційних транспортно-технологічних систем / В. Шенбор, В. Брусенцов, Ю. Шенбор // XIII Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові, 18-19 травня 2017 р.: матеріали симпозіуму. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2017. – С. 63–64.
2. Korendiy V. Improvement of vibratory conveying and manipulating machines / V. Korendiy, V. Shenbor, O. Havrylchenko, V. Brusentsov // Scientific Journal of the Ternopil National Technical University. – 2018. – vol. 92, no 4. – pp. 68–82.
3. Корендій В. М. Вібраційні транспортно-маніпулюючі конвеєри для пакувального обладнання / В.М. Корендій, О. В. Гаврильченко, В. С. Шенбор // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2018. – № 891. – С. 35–41.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВАНТАЖІВ ТЕЛЕСКОПІЧНИМИ ГВИНТОВИМИ ТРАНСПОРТЕРАМИ**

**Гевко І.Б., д.т.н., професор, Ляшук О.Л., д.т.н., доцент, Гудь В.З., к.т.н., доцент**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Гвинтові конвеєри використовуються у машинобудівних підприємствах для поштучної подачі вантажів, транспортування стружки тощо. В умовах швидкозмінних потреб ринку часто проводиться переоснащення виробництв, що вимагає і мобільності допоміжного оснащення. Тому нами розроблено гвинтовий конвеєр, в якому використано принцип телескопії, який дозволяє змінювати довжину транспортування чи подачі матеріалів.

Для дослідження принципу телескопії у гвинтових транспортерах на основі проведеного патентного пошуку та аналізу наукових літературних джерел і проведеного синтезу [1] було розроблено, спроектовано та виготовлено дослідну установку, яку зображено на рисунку 1 та рисунку 2.

В дослідній установці зовнішній діаметр шнека становить 97 мм; внутрішній діаметр нерухомого патрубку - 100 мм; зовнішній - 107 мм; внутрішній діаметр рухомого патрубку - 109 мм. Рухомий патрубок виконано із оцинкованого листа, а тому він містить з'єднувальний шов і овальності та нерівності по усій довжині, що впливало на швидкість скручування і розкручування телескопічної частини гвинтового транспортера.