

УДК 621.8:687.05

ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ КОМБІНОВАНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ РОБОТИЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Дяченко І.С., аспірант

Київський національний університет технологій та дизайну

Воляник О.Ю., кандидат технічних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: роботизований пристрій, захватний пристрій, вироби легкої промисловості, поштучне відокремлення.

Однією з найбільш складних задач автоматизації у машинах легкої промисловості є завантаження виробів у робочу зону технологічного обладнання. Це зумовлено тим, що значна частина деталей легкої промисловості характеризується малою згинальною жорсткістю, незначною масою, здатністю до локальної деформації, злипання, сплутування та нестабільністю просторового положення. За таких умов ефективність роботизованого завантаження визначається не лише кінематичними можливостями маніпулятора, а передусім властивостями робочого органу, який безпосередньо взаємодіє з виробом. У сучасних дослідженнях [1] саме захоплення, відокремлення і точне вивільнення текстильних деталей розглядаються як ключові бар'єри для повної автоматизації таких операцій.

На відміну від традиційних однофункціональних захватів, комбінований робочий орган доцільно розглядати як вузол, що повинен послідовно реалізовувати три взаємопов'язані функції: поштучне відокремлення виробу від накопичувача або стопи, його стабільне утримання під час транспортування та кероване вивільнення у заданій позиції. Саме така послідовність відображає реальну механіку процесу завантаження і дає змогу перейти від вибору окремого типу захвату до синтезу раціональної структури робочого органу.

Першою особливістю синтезу є необхідність розділення функцій відокремлення та утримання. Для виробів легкої промисловості ці функції не є тотожними. Механічний вплив, достатній для відокремлення верхнього шару матеріалу, не завжди придатний для його подальшого делікатного транспортування. Саме тому однотипні захвати часто виявляються недостатньо універсальними: вакуумні системи чутливі до повітропроникності матеріалу, фрикційні до стану поверхні та стабільності коефіцієнта тертя, а голчасті або затискні – до ризику локального пошкодження виробу. У публікаціях з автоматизованого маніпулювання тканинами підкреслюється доцільність комбінування м'яких, вакуумних, голчастих і допоміжних контактних елементів саме через різну ефективність цих принципів на етапах захоплення та подавання [2].

Другою особливістю є необхідність структурного поєднання елементів первинного відокремлення, основного захоплення та стабілізації положення виробу. У найбільш загальному вигляді комбінований робочий орган може містити пристрій локального підхоплення верхнього шару, елемент основного утримання, а також опорний або напрямний елемент, що запобігає перекосу, провисанню чи зміщенню виробу під час перенесення. Така побудова є особливо важливою для плоских гнучких деталей, для яких навіть за надійного захоплення зберігається ризик втрати орієнтації. Сучасні прикладні дослідження показують, що підвищення точності укладання досягається не лише вдосконаленням самого захвату, а й введенням допоміжних пристроїв керованого скидання або опорного супроводу в момент вивільнення матеріалу [3].

Третьою особливістю синтезу є необхідність узгодження силової дії робочого органу з фізико-механічними властивостями виробу. Для раціонального функціонування комбінованої системи слід забезпечити достатню утримувальну здатність без надлишкового локального тиску, який може призводити до зминання, проколювання, витягування або зміни форми матеріалу. Тому під час синтезу робочого органу доцільно враховувати згинальну жорсткість, товщину, шорсткість, повітропроникність і схильність виробу до багат шарового підхоплення. У цьому аспекті перспективними є комбіновані схеми, у яких жорсткі або активні елементи забезпечують ініціювання захоплення, а м'які контактні поверхні – адаптивне утримання та зменшення контактних напружень. Це відповідає сучасній тенденції проєктування гібридних захватних систем у робототехніці [4].

Таким чином, синтез комбінованого робочого органу роботизованого пристрою для завантаження виробів легкої промисловості доцільно здійснювати на основі функціонального розділення операцій поштучного відокремлення, стабільного утримання та керованого вивільнення виробу. Науково обґрунтована структура такого робочого органу повинна забезпечувати адаптацію до властивостей матеріалу, збереження орієнтації виробу та мінімізацію ризику його пошкодження.

Список використаних джерел

1. Dzedzickis, A., Petronienė, J. J., Petkevičius, S., & Bučinskas, V. (2024). Soft Grippers in Robotics: Progress of Last 10 Years
2. Kumar, V., Coelho, P. J., & Neves, C. (2024). A systematic review of developments in gripper technologies for rigid fabric parts. *Heliyon*, 10(22).
3. Shen, J., Ramírez-Gómez, Á., Wang, J., Zhang, F., & Li, Y. (2025). Intelligent and Precise Textile Drop-Off: A New Strategy for Integrating Soft Fingers and Machine Vision Technology. *Textiles*, 5(3), 34.
4. Otti, M., Monsalve, D., Chapelle, F., Bouzgarrou, C., & Lapusta, Y. (2025). Recent Improvements in the Development of Soft Grippers Capable of Dexterous Manipulation. *Applied Sciences*, 15(1), 275.