

Проектування пакувальної техніки за модульним принципом (стан питання, тенденції розвитку)

А.П. Беспалько, к.т.н., Г.Р. Валіулін, к.т.н., М.В. Якимчук, к.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

Проблема пакування готової продукції і, таким чином, її гідного представлення на ринку сьогодні є однією з достатньо важливих ланок логістичної системи будь-якого підприємства. І термін «пакувальна індустрія» в словнику світової спільноти вже давно став звичним.

Аналіз етапів еволюції пакувальних систем [1] показує, що строки створення обладнання нового покоління (їх, за експертними прогнозами, у перспективі очікується шість, а зараз «працює» четверте) можуть бути досить тривалими, бо це потребує фундаментального наукового підґрунтя. Тому на даному етапі завданням фахівців пакувальної індустрії є створення параметричного ряду відповідних машин в аспекті їхньої реконструкції, модернізації з метою позитивних змін конструкції і значущих параметрів. Перші досягнення на цьому шляху, як свідчить практика, з'являються на межі переходу кількості в якість.

Знаковим серед таких досягнень останніми роками є, наприклад, модульний принцип проектування пакувальної техніки. Такий підхід дає можливість спеціалізовано виготовляти взаємозамінні модулі — складові машин. За потребою замовника завод-виробник з одного набору своїх стандартних модулів може зібрати адаптовану до умов даного підприємства пакувальну техніку. Полегшується налагодження обладнання, його обслуговування і ремонт [2].

Залежно від продуктивності машин, виду виробів, що нею обробляються, проектується модулі одного функціонального призначення різних конструктивних виконань і складності. Йдеться про те, що структуровані конструктивні модулі складаються з елементарних. При цьому йде безперервний процес реконструкції і модернізації як структурованих, так і елементарних модулів. Базовою, звичайно, є конструкція структурованого модуля.

Яскравим прикладом того, як плідно проявляється принцип модульного проектування пакувальної техніки у процесі еволюції обладнання для обробки готової фасованої (і не тільки) продукції, є стрімкий прогрес машин із захоплювальними пристроями (ЗП). При цьому це простежується під час аналізу стану і тенденцій розвитку машин таких різних класів: обладнання для вкладання готової продукції (ВГП) у споживчу і транспортну тару; паке-тоформувальних (ПФМ) та пакеторозформувальних (ПРМ) машин.

У кожному з означених класів пакувальної техніки є достатньо значна група машин, де застосовується пе-

реміщення і орієнтування у просторі готової продукції у споживчій або транспортній тарі способом захоплення. Цей спосіб протягом ось уже близько 40 років незмінно доводить свою високу ефективність у світовій практиці пакування готової продукції. Пояснюється це тим, що продукція, фасована у тару циліндричної форми або у формі паралелепіпеда, — це лівова частка всього асортименту, а така форма найлегше піддається орієнтуванню і переміщенню саме в такий спосіб без ризику пошкодження продукції чи її товарного вигляду. Повертаючись до термінів «структурованих» і «елементарних» модулів, зазначимо, що в даному випадку перший — це захватна головка, а другий — пристрій безпосереднього захоплення одиниці вантажу (захоплювальний елемент — пневмопатрон, механічний захват, вакуум-присоска, магніт та інше). Незалежно від того, у якій групі пакувальних машин застосовуються захватні головки (ВГП, ПФМ, ПРМ), захоплювальні елементи піддаються одній спільній класифікації за принципом роботи і конструктивним виконанням [3–5].



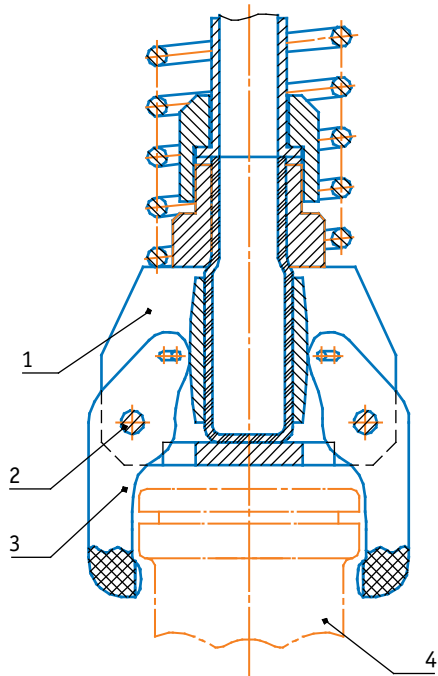


Рис. 1. Важільний захоплювальний патрон: 1 — корпус; 2 — вісі; 3 — затискачі; 4 — пляшка

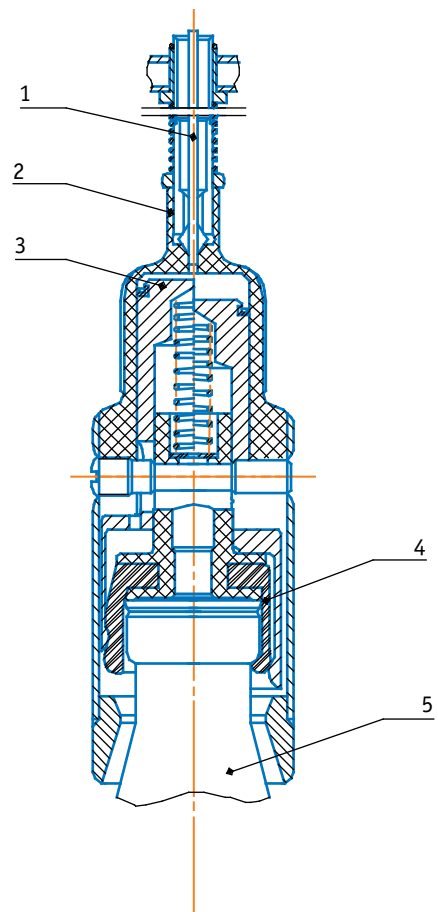


Рис. 2. Пневмопатрон: 1 — патрубок подачі стисненого повітря; 2 — корпус; 3 — поршень; 4 — еластична манжета; 5 — пляшка

До цієї групи елементарних модулів входять: механічні (близько десяти видів, серед них затискні, захоплювальні, вилкові, ексцентрикові, клинові та інші), магнітні, вакуумні, пневматичні. Під час модернізації, удосконалення та розробки нових видів ЗП перед проєктантами ставляться такі завдання:

- висока швидкодія захоплення та звільнення вантажу;
- мінімально можливі габарити, матеріалоемність;
- простота конструкції та надійність у роботі;
- мінімально можлива вартість;
- легка адаптація до сучасних автоматичних систем керування.

Залежно від того, у якій групі пакувальних машин застосовуються ЗП, з якими видами продукції вони взаємодіють, до вищенаведених додаються ще й інші специфічні завдання.

Початок проєктування пакувальних машин із захватними головками, що переміщуються у вертикальній площині за певною траєкторією, було покладено під час спроб механізації операцій виймання пляшок (порожніх або з рідкою продукцією) із ящиків у 70-ті рр. минулого сторіччя. Захопити весь масив пляшок, що міститься в ящику, підняти його по вертикалі і перемістити за межі ящика — таке

рішення було абсолютно логічним і єдино правильним (наприклад, вітчизняні машини типу ВІА).

Щодо операцій вкладання пляшок у ящики, то перші з вітчизняних механізованих пристроїв були побудовані на основі конвеєрних систем, пляшки вкладалися за гравітаційним принципом (пляшки провалювались крізь решітку із спеціальними пелюстками в кожній комірці, що пом'якшують динаміку падіння, прямо в ящики). Продуктивність таких машин становила близько 6 тис. пляшок за годину (наприклад, машини типу ВУЛ — чотири модифікації для різних рідких продуктів).

Перехід у практиці проєктування пакувальних машин із вкладання пляшок у ящики на технології із захватними головками — це був вдалий вихід із глухого кута в сенсі продуктивності. Це був якісний стрибок у практиці проєктування цього класу машин. Продуктивність вітчизняних машин підвищувалась прямо пропорційно кількості захватних головок: 1 головка — 6 тис. пляшок за годину, 2 — 12 тис., 4 — 24 тис. Відповідно підвищувалась і продуктивність ліній фасування готової рідкої продукції. У той самий час машини іноземних фірм із вкладання пляшок в

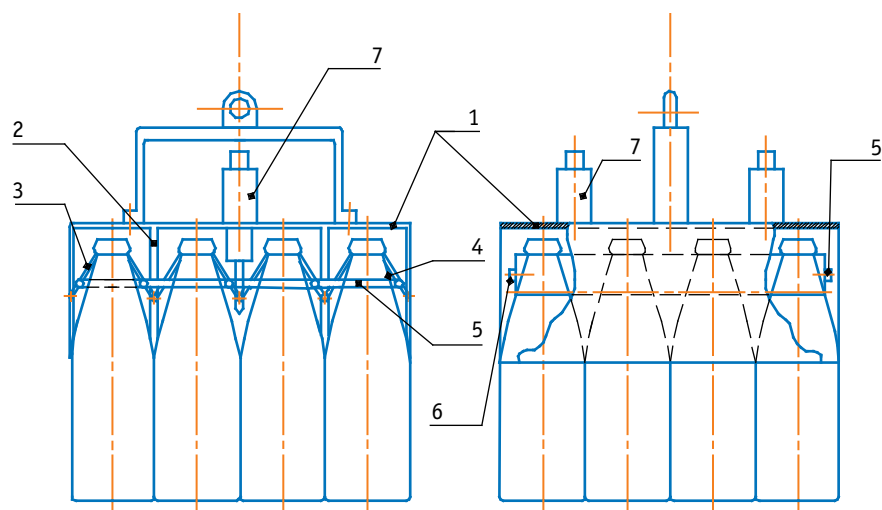


Рис. 3. Захватна головка з рядними ЗП: 1 — корпус; 2 — міжрядні перегородки; 3, 4 — поворотні стулки; 5, 6 — цоки керування розкриттям поворотних стулок; 7 — пневмоциліндри



ящики та виймання їх, побудовані за принципом захватних головок, досягли продуктивності від 12 тис. (одна головка) до 48 тис. пляшок за годину (чотири головки), наприклад машина Regent фірми Enzinger (Німеччина).

Дещо пізніше як за кордоном, так і у вітчизняній практиці з'явилися достатньо високопродуктивні уніфіковані машини із вкладання пляшок у ящики та їхнього виймання. Уніфікація здійснювалася по захватних головках та інших складових — вітчизняні машини марок И2-АИА та И2-АУА (1–4 головки, продуктивність 6–24 тис. пляшок за годину) та інші, закордонні, — уже згадана машина Regent, машини фірми Holstein und Kappert (Німеччина) марок УА (виймання пляшок) та УЕ (вкладання пляшок) із трьома головками продуктивністю до 24 тис. пляшок за годину.

Отже, на цьому етапі еволюції даного класу машин ключові складові стали взаємозамінними, що поклало початок способу проектування, який згодом був названий модульним принципом проектування обладнання.

Таким чином, машини із захватними головками міцно утвердились у пакувальній індустрії в механізованих

комплексах з пакування рідкої харчової та іншої продукції у пляшки на етапі вкладання їх у транспортну тару або виймання з ящиків порожніх пляшок для фасування. Згодом, з появою у практиці формування транспортних пакетів типу Б [2] (із споживчих упаковок), спектр їхнього застосування розширився на всі споживчі упаковочні циліндричної форми, а ще пізніше захватні головки знайшли свою нішу і в практиці проектування ПФМ та ПРМ для ящиків, листів картону, жерсті та іншого [2].

Що стосується промислових роботів (ПР) як складових робототехнічних комплексів, що стрімко розвиваються і застосовуються у пакувальній індустрії протягом останніх 45 років, то їхня структура просто немислима без ЗП.

Найбільшою увагою конструкторів, винахідників і раціоналізаторів користуються ЗП для рідкої продукції у споживчій тарі завдяки величезній різноманітності її форм, конфігурацій (пляшки скляні циліндричного, прямокутного перерізу, пляшки з ПЕТФ, банки із скла, жерсті та інші) і розмірів. Серед них лівова частка — рідка продукція у пляшках і в більшості випадків — вертикального орієнтування. Захватні головки при цьому оснащуються індивідуальними (за кількістю пляшок у ящику) ЗП, так званими патронами (рис. 1, 2) [6]. Конструкції захоплювальних патронів увесь час удосконалюються, модернізуються ось уже півстоліття в унісон з розвитком видів споживчої тари, нових пакувальних матеріалів разом із захватними головками. Значною перешкодою при цьому є проблема позиціонування патронів під час захоплення пляшок та іншої тари і головки в цілому.

Паралельно з подальшим удосконаленням захватних головок з індивідуальними ЗП йде робота з розробки і вдосконалення рядних ЗП для пляшок. Надійне захоплення ряду пляшок і швидке його відпускання в кінці операції — не єдина проблема при цьому. Пристрій, перш ніж захопити ряд пляшок, має зорієнтувати пляшки в масиві строго по рядах під час входження в контакт з ними.

Один із прикладів такої конструкції наведено на рис. 3 [7, 8]. Усі елементи змонтовані в корпусі 1. Функціонує захватна головка таким чином. Захватна головка з позиції над масивом пляшок переміщується вертикально вниз. При цьому міжрядні перегородки 2 входять у простір між пляшками і попередньо орієнтують їх строго по рядах. Далі пляшки входять у контакт із поворотними стулками 3 і 4 і своїми вінчиками відхиляють їх у різні боки на певний кут (механізм підпружинений).

Виходячи вінчиками наверх за межі поворотних стулок 3 і 4, пляшки зависають і під дією їхньої власної ваги контакт стає надійним. При цьому розкриття поворотних стулок забезпечується щокми 5 і 6. Процес відпускання ряду пляшок керується пневмоциліндром 7.

У деяких випадках виникає необхідність під час вкладання пляшок із продукцією в транспортну тару орієнтувати їх горизонтально. Це може бути пов'язане з певною технологією подальшого оброблення продукції або іншими причинами. Наприклад, у виробництві вин типу шампанського є вимога витримки вина у пляшках протягом 15–30 днів з метою виявлення дефектів закупорювання, що може призвести до так званого кулезу — витоку рідини та газу із пляшки, а також дефекту самих пляшок. Під час контрольної витримки пляшки зберігаються обов'язково в горизонтальному положенні [9]. Робиться це зазвичай не в ящиках, а у пересувних контейнерах, що дістали назву «тара — устаткування».

Вкладання пляшок горизонтально є значно складнішим, ніж у разі вертикального орієнтування. Справа в тому, що шар пляшок, зорієнтованих вертикально, містить їх у 3,5 рази більше, ніж за горизонтального вкладання. Через це за всіх інших рівних умов (продуктивність та інше) кількість операцій відповідно збільшується також у 3,5 рази, різко скорочуються часові інтервали на їхнє здійснення [5].

Механізованих засобів із захватними головками для здійснення операцій вкладання пляшок у транспортну тару



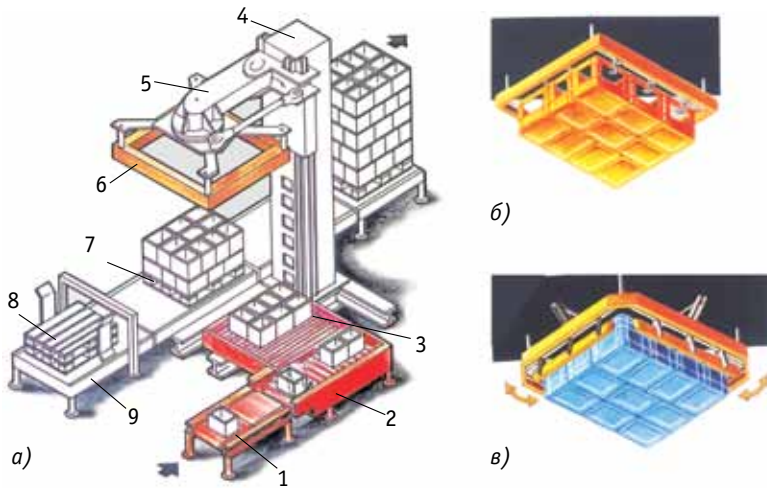


Рис. 4. ПФМ серії Modulator фірми Verocchi: загальний вигляд (а): 1 — конвеєр подачі вантажів, 2 — вузол формування ряду вантажів, 3 — вузол формування шару вантажів, 4 — рама колонного типу, 5 — механізм переміщення захватної головки, 6 — захватна головка, 7 — позиція формування пакета, 8 — магазин порожніх піддонів, 9 — магістральний конвеєр; захватна головка типу PG (б) і PM (в)

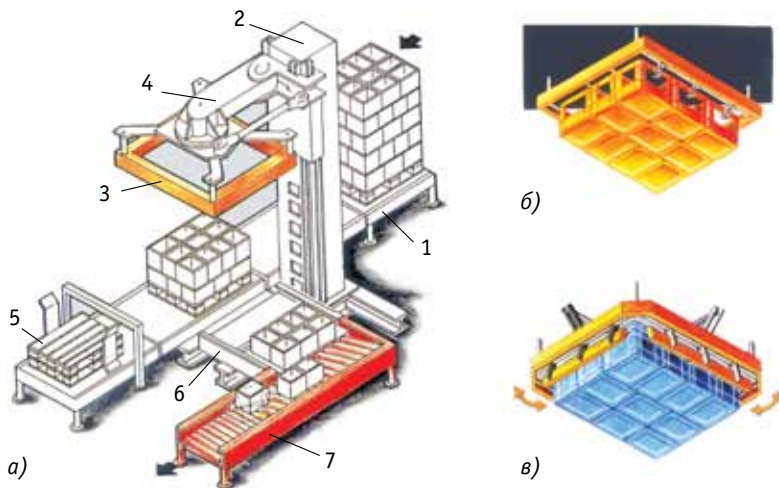


Рис. 5. ПРМ серії Modulator фірми Verocchi: загальний вигляд (а): 1 — магістральний конвеєр; 2 — рама колонного типу, 3 — захватна головка, 4 — механізм переміщення захватної головки, 5 — магазин порожніх піддонів, 6 — вузол розформування шару вантажів, 7 — відповідний конвеєр; захватна головка типу DG (б) і DM (в)

горизонтально було створено за весь період, що розглядається, порівняно небагато. Серед них з вітчизняних — конструкція дослідно-конструкторського бюро Грузинського науково-дослідного інституту харчової промисловості із двома захватними головками [5], з іноземних — машина фірми Thierion (Франція) з однією захватною головкою з вакуум-присосками (захоплювальні елементи), продуктивність — 12 тис. пляшок за годину, та інші.

Окремим явищем серед класу машин для формування транспортних пакетів з тарних та штучних вантажів є конструкції колонного типу із вкладанням шарів вантажів у пакет з допомогою захватної головки. Це дає можливість, міняючи вид захоплювальних елементів, легко переходити від одного виду вантажу до іншого.

Приклад — ПФМ серії Modulator фірми Verocchi (Італія) (рис. 4) [2]. Системою подавальних конвеєрів ящики із продукцією переміщуються на рольгангову платформу формування шару. Шар вантажів захоплювальними елементами захватної головки, яка переміщується у вертикальному і горизонтальному напрямках, захоплюється і подається на піддон, котрий встановлено у визначеній позиції на магістральному конвеєрі. Цим конвеєром відводиться готовий транспортний пакет. Захоплювальні елементи для ящиків з вирізами мають бути гачкового типу (версія PG, рис. 4б) або це плоскі затискачі для ящиків без вирізів (версія PM, рис. 4в).



Рис. 6. Збірні модулі фірми KHS



Широке впровадження ПФМ і засобів пакування обумовило відповідний розвиток, адекватне застосування технологій і засобів машинного розформування транспортних пакетів. По суті, формування транспортних пакетів з тарних, штучних вантажів, продуктів у споживчій тарі, порожньої споживчої тари (виробництво пляшок, банок та іншого) і розформування таких укрупнених вантажних одиниць є практично єдиним напрямком, що покликаний комплексно механізувати весь спектр НРТС-робіт, починаючи з поставок на виробництво порожньої тари і закінчуючи відвантаженням готової продукції.

Під час вилучення окремих одиниць вантажів із транспортного пакета на місці його адресування перелік і характер окремих технологічних операцій аналогічні тим, що і під час пакування, тільки послідовність операцій є зворотною.

У зв'язку із цим, як і в машинних комплексах з операціями вкладання-виймання пляшок, банок, іншої тари, з'явився клас уніфікованих машин з формування транспортних пакетів (ПФМ) та їхнього розформування (ПРМ).

По суті, конструюються установки, що здатні за умови відповідної перестановки уніфікованих стандартних модулів функціонувати і як ПФМ, і як ПРМ.

Ілюстрацією вищесказаного може слугувати приклад із серії машин Modulog фірми Vegochi з розформування пакетів (рис. 5) [2]. Конвеєром 1 транспортний пакет 2 для розформування подається на позицію під захватною головкою 3 з механізмом її переміщення 4. Звільнені піддони збираються в магазині 5. Шар за шаром вантажі з пакета захватною головкою подаються на конвеєр 6, звідки конвеєром 7 уже відводяться одиничні вилучені вантажі. Порівнявши конструкцію ПРМ на рис. 5 з конструкцією ПФМ на рис. 4 цієї ж фірми, легко впевнитись в ідентичності конструктивних модулів цих двох видів машин. Практика доводить, що дана система проектування є високоефективною. Користувачам цієї техніки зручно і

вигідно впроваджувати на кінцевих операціях з готовою продукцією саме такі «дзеркальні двійники» з точки зору обслуговування, ремонту, налагодження, заміни комплектуючих та іншого. Найдоцільніше впроваджувати механізовані комплекси типу: ПРМ для пакетів з порожньою тарою — фасувально-дозувальне обладнання (пакування готової продукції) — ПФМ — подача транспортних пакетів на експедицію.

Таким чином, конструкції, побудовані за схемою формування-розформування транспортних пакетів зверху за допомогою захватних головок (колонна або П-подібна рама) характерні універсальними властивостями щодо виду вантажів. Справа тільки у відповідній заміні ЗП на захватній головці або всієї захватної головки.

Такі машини компактні, порівняно малометалоємні, мають обмежену кількість робочих органів, просту схему управління. За потребою замовника завод-виробник з одного набору своїх стандартних модулів може зібрати адаптовану до умов даного підприємства ПФМ або ПРМ.

Наприклад, фірма KHS (Німеччина) пропонує збірні модулі для ПФМ і ПРМ, що складаються з рами (колонної або порталної), каретки з механізмами і приводами руху в вертикальній і горизонтальній площинах, різноманітних захватних головок. На рис. 6 наведено три різновиди збірних модулів з набору фірми KHS. Захватні головки уніфікованих ПФМ, ПРМ та машин для вкладання-виймання продукції у споживчій тарі або порожньої тари є модульними конструктивними одиницями. Вони несуть на собі уніфіковані захоплювальні елементи. Провідними фірмами пакувальної індустрії захватні головки випускаються серіями достатньо широкого спектру. Вони, за потребою, легко знімаються і монтуються під час заміни. Найбільш характерні з них показані на рис. 7. Операції з формування та розформування транспортних пакетів в умовах комплексної механізації і автоматизації виробництва виконуються як спеціальними машинами (ПФМ та ПРМ), що працюють у жорстких циклічних режимах, так і

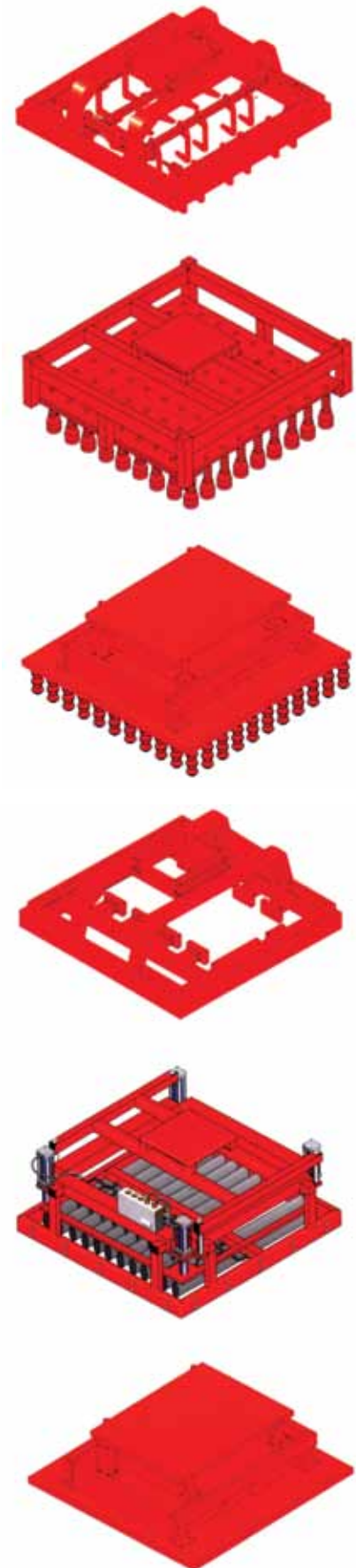


Рис. 7. Захватні головки

тими, у складі яких головною ланкою є роботи і маніпулятори. РТК характеризуються значно меншими габаритами, металоємністю і більш гнучкими системами управління, але вони менш продуктивні (приблизно втричі) [2].

І тому їхнє застосування є виправданим у випадках, коли:

- транспортний пакет формується з різних за розмірами та конфігурацією вантажів;
- різні схеми розташування вантажів у межах шару пакета;
- вантажі достатньо важкі (для ручного переміщення), і разом з тим їхня конфігурація є складною для пакетування за допомогою традиційних робочих органів ПФМ (бочки та інше).

Як приклад — робот АКМА-392 фірми «АКМА» (Італія) (рис. 8), який здатний у стаціонарних умовах вкладати на стандартні піддони ящики восьми різних типів за шістнадцятьма різними схемами розташування різних вантажів у шарах пакета. Розпізнавання ящиків здійснюється за допомогою фотоелектричних датчиків за відповідними кодами.

Робот має поворотну колону з кареткою, що переміщується вертикально. Каретка несе на собі захватну головку, що пересувається горизонтально по напрямних. Існує чотири базові моделі робота із захватними пристроями двох типів:

- механічний, стискає ящики із двох боків за допомогою пневмоциліндрів, при цьому автоматично, за програмою, змінюється відстань між затискачами в межах ± 100 мм;
- вакуумні — для роботи з вантажами, стискати які небажано, або з такими, що за габаритами не вписуються в межі механічного захвату.

Продуктивність робота АКМА-392 становить 360 ящиків за годину (маса ящика — до 50 кг) при масі 600 кг і габаритах 3 300 x 2 500 x 2 500 мм.

Як висновок слід відзначити, що сам зміст вищенаведеного достатньо чітко і ясно свідчить про актуальність теми і широкі перспективи охарактеризованого напрямку проектування пакувальної техніки.

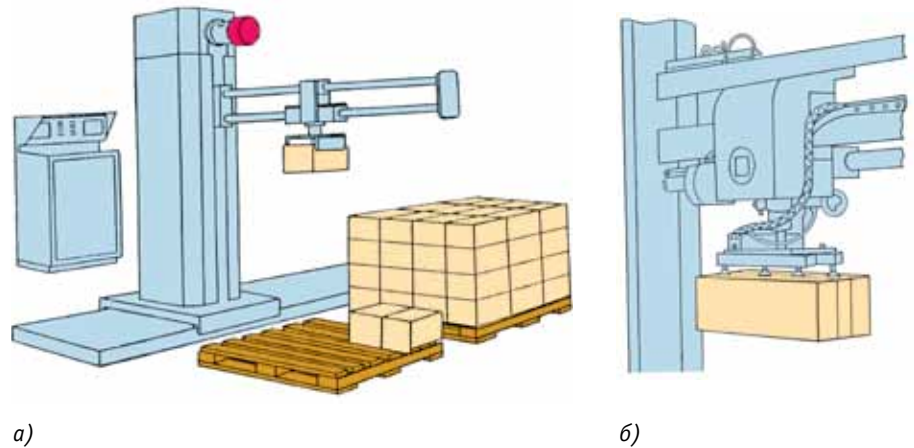


Рис. 8. Робот АКМА-392 із захватною головою: механічною (а) та вакуумною (б)

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання: перспективи розвитку // Харчова і переробна промисловість. — 2009. — Квітень-травень. — С. 28–30.
2. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2006. — 96 с.
3. Беспалько А.П., Валиулін Г.Р. Пристрої для вкладання пляшок в транспортну тару // Упаковка. — 2008. — № 4. — С. 44–46.
4. Гавва О.М., Валиулін Г.Р. Магнітні захоплювальні пристрої у пакувальному обладнанні // Упаковка. — 2011. — № 5. — С. 48–52.
5. Соколенко А.И., Юхно М.И., Ковалев А.И. и др. Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции на линиях розлива пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 175 с.
6. Новиков Б.М. Автоматы для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 110 с.
7. Патент України № 66713, бюл. № 5, 2004.
8. Патент України № 25559, бюл. № 12, 2007.
9. Рухадзе Р.Л. Комплексная механизация заводов вторичного виноделия. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 239 с. ✓

Проектирование упаковочной техники по модульному принципу (состояние вопроса, тенденции развития)

А.П. Беспалько, к.т.н., Г.Р. Валиулин, к.т.н., Н.В. Якимчук, к.т.н.

Анализ этапов эволюции упаковочных систем показывает, что сроки создания оборудования нового поколения могут быть достаточно длительными, потому что это требует фундаментального научного основания. Поэтому на данном этапе задачей специалистов упаковочной индустрии является создание параметрического ряда соответствующих машин в аспекте их реконструкции, модернизации с целью позитивных изменений конструкции и значимых параметров. Первые достижения на этом пути, как показывает практика, появляются на рубеже перехода количества в качество. Такой подход дает возможность специализировано производить взаимозаменяемые модули — составляющие машин.

Ключевые слова: захватывающее устройство; модульный принцип; робот; упаковочная техника.

Designing of packaging technologies in modular principle (state issues and trends)

А.П. Беспалько, Ph.D., Г.Р. Валиулин, Ph.D., М.В. Якимчук, Ph.D.

The analysis of the stages of evolution of packaging systems indicates that the periods of creating a new generation of equipment can be very long, because of it requires a fundamental scientific basis. So, at this stage, the task of packaging industry experts is the creation of a parametric range of relevant machines in aspects of their reconstruction, modernization in order to make a positive changes and meaningful design parameters. First achievements on this way, as practice shows, appears on the brink of transformation of quantity into quality. This approach makes it possible to produce specialized interchangeable modules — the components of the machine.

Key words: gripping device; modular approach; robot; packaging technology.