УДК 621.867.42

Ю. Капаціла

ЕЛЕМЕНТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

У статті розглядаються основні проблеми, які підлягають вирішенню при автоматизованому проектуванні гвинтових конвеєрів. Приводяться дані про послідовність проектування, основні розрахункові залежності. Подано коротку характеристику програмного забезпечення, фрагмент програми і загальні висновки по роботі.

Подолання кризового стану в економіці країни, перехід на ринкові відносини вимагають значного розширення номенклатури машин, підвищення їх ефективності і надійності за рахунок використання досягнень науково-технічного прогресу. Вирішення цих проблем вимагає глибокого вивчення технологічних процесів обробки, виготовлення, транспортування та ін. До таких процесів належить обробка, змішування та транспортування різного роду матеріалів (продуктів, сировини, штучних деталей чи виробів) за допомогою гвинтових конвеєрів. Висока продуктивність, надійність, відносна простота конструкції, легкість в обслуговуванні дають змогу використовувати шнекові пристрої як у дискретних технологічних системах, так і в складі високопродуктивних автоматів. Шнековими механізмами оснащений широкий спектр сільськогосподарських машин, обладнання харчової і легкої промисловості, будівельні та транспортні машини, металорізальне обладнання, побутова техніка. На основі створення нових конструкцій гвинтових конвеєрів і технологій їх виготовлення розширюються технологічні можливості гвинтових конвеєрів і сфера їх використання у різних галузях господарської діяльності.

Для гвинтових конвеєрів питання їх виготовлення і технології виробництва відпрацьовані достатньо повно. Разом з тим, використання існуючих розрахункових методів при підготовці і освоєнні виробництва, застосування ЕОМ при проектуванні конструкцій і технологій вимагають принципово нового підходу до проектування механізмів ыз гвинтовими пристроями.

Як відомо, проектування гвинтових конвеєрів пов'язано з проведенням значної кількості обчислень і обробкою порівняно великої кількості даних, отриманих експериментальним шляхом. Крім того, проектування гвинтових конвеєрів передбачає вирішення в певній послідовності цілої низки задач. На кожному етапі можливо декілька варіантів (методів) вирішення, які необхідно піддати об'єктивному аналізу. Визначити ефективність того чи іншого рішення та вибрати оптимальне можна лише при умові проведення серйозних науково-технічних досліджень та розрахунків. Значно полегшити цю задачу, зменшити затрати часу, підвищити якість проектування можна при умові використання ЕОМ.

Використання електронно-обчислювальної техніки для вирішення інженерних задач набуває все більшого поширення завдяки зростанню можливостей персональних ЕОМ, їх доступністю, простотою в користуванні, наявністю програмного забезпечення різноманітного призначення. Але вирішення якихось специфічних задач, до яких можна віднести і проектування гвинтових конвеєрів, вимагає розробки нових прикладних програм, що неможливо без відповідного математичного забезпечення. Запропонована методика розрахунку гвинтових конвеєрів базується на основних положеннях, викладених у працях [1], [3].

Проектування починається із вводу та аналізу вихідних даних, якими є: продуктивність конвеєра, його тип, довжина і кут нахилу траси транспортування, вид вантажу і його характеристики - густина, коефіцієнти внутрішнього та зовнішнього тертя, кут природного відкосу. Після аналізу вихідних даних визначається коефіцієнт заповнення міжвиткового простору ψ. Далі, в залежності від коефіцієнта зовнішнього тертя вантажу μ, визначають коефіцієнт кроку гвинта $к_т$.

Для визначення оптимального кута нахилу гвинтової траси транспортування β, який забезпечує оптимальні кінематичні параметри процесу транспортування, був розроблений аналітичний підхід, який базується на взаємозв'язку осьової швидкості переміщення матеріальної частинки у гвинтовому конвеєрі та осьової швидкості вантажу. У результаті було отримано наступну залежність для визначення значення кута β:

$$tg\beta = \frac{\nu}{tg(\alpha+\psi)+(1-\psi)ctg\alpha}, \tag{1}$$

де ν-коефіцієнт впливу зовнішніх умов,

α - кут нахилу гвинтової поверхні за лінією переміщення центру мас.

Подальший розрахунок оптимальних конструктивних параметрів конвеєра проводиться за трьома альтернативними розрахунковими схемами [3].

За першою з них визначальними є обмеження за продуктивністю, пластичністю та параметрах:

$$D = \sqrt[3]{8\pi^2\psi^2_{\text{до п}}Q/[k_т\varphi_{\text{п р}}\omega\ (\psi^2_{\text{до п}}-1)(\pi^2+1)]}; \tag{2}$$

$$d = \frac{D\sqrt{\pi^2+1-\psi^2_{\text{до п}}}}{\left(\pi\psi_{\text{до п}}\right)}; \tag{3}$$

$$s = s_{min}, \tag{4}$$

де D - діаметр шнека; d - діаметр вала шнека; s - товщина стрічки.

Отримані значення перевіряються на відповідність обмеженням [3].

$$H - H_{max} \le 0 \text{ та } s_{min} - s_3 \le 0. \tag{5}$$

Якщо вони не задовільняються, то переходять до розрахункової схеми, для якої визначальним є обмеження за стійкістю:

$$S = S_{min};\ H = H_{max}; \tag{6}$$

$$D = \frac{H_{max}}{2\delta}\left(\sqrt{1+\frac{8\delta^3 Q}{k_т\omega\ \varphi_{\text{п р}}H^3_{max}}}+1\right); \tag{7}$$

$$d = D - \frac{2H_{max}}{\delta}. \tag{8}$$

Якщо обчислені за попередніми схемами параметри d, D, S не задовільняють умову:

$$-d^2S + 3dS^2 - 4S^3 + \frac{2S^4}{d} + \frac{2M_{кр}}{\pi\,[\tau_к]} \le 0, \qquad (9)$$

то розрахунок проводиться за схемою, для якої вирішальним є обмеження опору крутному моменту.

У цьому випадку параметр D визначається за ітераційною залежністю:

$$D_i = \sqrt{\frac{d^2 D_{i-1} + 8Q}{\left(k_T \varphi_{доп}\, \omega\right)}}, \qquad (10)$$

де d знаходиться за наближеною формулою:

$$d = \sqrt{\frac{2M_{кр}}{\left(\pi\ s\ \left[\tau_{кр}\right]\right)}}. \qquad (11)$$

Як вихідні дані d_{i-1}, D_{i-1} тут використовуються будь-які із раніше обчислених значень. Використання залежностей тільки один раз (i = 1) дає практично точний результат.

Отримані значення D, d, H, S в процесі розрахунку приводяться у відповідність із вимогами стандартів.

Після визначення основних конструктивних параметрів за загальноприйнятою методикою виконується силовий розрахунок конвеєра, результатом якого є необхідна потужність двигуна, передаточне число редуктора, частоти обертання, крутні моменти та інші дані, необхідні для визначення прогину вала гвинта, підбору підшипників, розрахунку муфт і розробки робочих креслень гвинтового конвеєра в цілому.

Запропонована методика розрахунку параметрів конвеєра відповідає вимогам оптимального проектування і не вимагає застосування числових методів оптимізації із громіздкими програмами на ЕОМ. Вона стала основою для розробки пакета прикладних програм для автоматизованого проектування гвинтових конвеєрів, реалізованого в середовищі Turbo Pascal 6.0. Робота з пакетом ведеться у діалоговому режимі з широким використанням системи меню і підказок, здійснюється програмний контроль введених даних на відповідність нормативно-довідковій інформації, що дозволяє швидко освоїти роботу з пакетом навіть непідготовленим користувачам.

Результати роботи програми подані у вигляді таблиць розмірів основних деталей і вузлів конвеєра, а також рекомендації щодо вибору типу двигуна, редуктора, муфт, підшипників та інших стандартних та уніфікованих елементів і за бажанням користувача можуть виводитися на екран, друкуючий пристрій або в окремий файл.

Розвитком даної роботи повинно бути доповнення пакета базою даних про існуючі конструкції гвинтових конвеєрів та технологію їх виготовлення, використання отриманих розрахункових даних для виконання за допомогою ЕОМ робочих креслень гвинтового конвеєра і його окремих вузлів і деталей, вдосконалення і розширення функціональних можливостей пакета.

Особливий інтерес у цьому контексті становить використання для виконання графічних робіт системи AutoCAD.

Виходячи з ситуації, яка склалася на ринку САПР, є всі підстави вважати, що на найближче десятиліття AutoCAD як і раніше залишиться стандартом САПР для індустрії. Стосовно до проектування гвинтових конвеєрів, доцільність використання системи AutoCAD можна підтвердити наступним прикладом. Загальновідомо, що виконання робочого креслення

основного робочого органа гвинтового конвеєра - шнека є досить трудомісткою задачею. Проте, ця задача значно полегшується за допомогою мови програмування AutoLISP, яка є складовою частиною системи AutoCAD, нескладної програми, фрагмент якої приведено нижче.

```
Побудова зображення гвинта
(defun F ()
(setq x1 (getreal "Введіть Альфа.min(в градусах) :"))
(setq x2 (getreal "Введіть Альфа.max(в градусах) :"))
(setq T (getreal "Введіть T :"))
(setq R (getreal "Введіть R :"))
(setq x1 (* pi (/ x1 180)))
(setq x2 (* pi (/ x2 180)))
(setq n (getint "Введіть кількість точок N="))
(setq dx (/ (- x2 x1) n))
(setq x x1)
(command "3-ПОЛИ")
(while (x< x2)
(setq xt (* R (cos x)))
(setq yt (* R (sin x)))
(setq zt (* T (/ x (* 2 pi))))
(setq tp (list xt yt zt))
(command tp)
(setq x (+ x dx))
```

Крім того, систему AutoCAD характеризує такий важливий показник як відкритість, що дозволяє на її базі створювати власні пакети прикладних програм. Зокрема, засобами такої загальновідомої і доступної системи програмування як TurboPascal порівняно легко можна розробити програму, результатом роботи якої буде файл DXF-формату, який у даний час є стандартним для обміну графічною інформацією між системами автоматизованого проектування, реалізованими на персональних комп'ютерах. Таким чином, можна розробити прикладну програму, яка буде керувати роботою системи AutoCAD і, як кінцевий результат, отримати потужний пакет, який дозволить повністю автоматизувати процес проектування гвинтових конвеєрів.

Summary. The main tasks that might be solved in automated design of screw conveyers, are considered in this article. The data of the sequence of design, the main estimated relations, the brief characteristic of software and general conclusions concerring this work are given heve.

Література

1. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. - М.: Машиностроение, 1972. - 184 с.
2. Д.Джамп.AutoCAD. Программирование: Пер. с англ. - М.:Радио и связь, 1992.-326 с.
3. Гевко Б.М., Данильченко М.Г., Рогатинський Р.М. та ін. Механізми з гвинтовими пристроями / Львів : Світ, 1993. -208 с.
4. Сердюченко В.Я. Розробка алгоритмів та програмування на мові Turbo Pascal. - Харків: Парітет ЛТД, 1995.-310 с.