

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЙЄРА

А.І.Шік, інженер, Р.Б.Гевко, доцент, к. т.н.

Однією з важливих проблем, які стримують широке застосування гнучких гвинтових конвейєрів в сільському господарстві для подачі сипучих матеріалів по криволінійних трасах, є низька довговічність робочих органів. Для вирішення даної проблеми поставлено мету розробити і визначити експлуатаційні параметри нової конструкції робочого органу на базі штампованих елементів валу із секційних спіралей жорстко закріплених між собою. На таку конструкцію у різних варіантах виконання отримано рішення НДІЩЕ про видачу патенту України (за заявкою № 97115602 від 24. 02. 1998 р.).

Поряд із визначенням ресурсних характеристик такого робочого органу проводились порівняльні дослідження витих спіралей пневків різного конструктивного і технологічного виконання. Для цього був спроектований і виготовлений дослідний стенд, зображений на рис. 1.

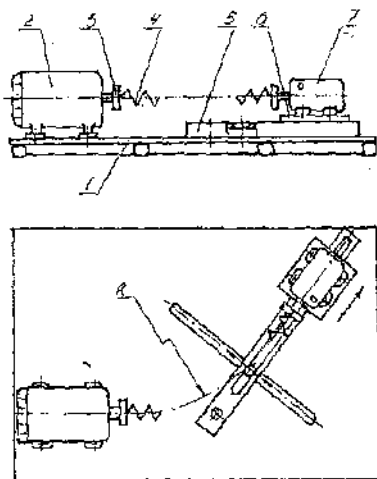


Рис. 1. Схема стенду для проведення ресурсних випробувань: 1 – рама опорна; 2 – електродвигун; 3 – фланець; 4 – робочий орган; 5 – направляюча; 6 – шита поворотна; 7 – підшипниковий вузол

Основними складовими частинами стейнду є оцorna рама 1, на якій встановлено двигун 2, підшипниковий вузол 7, який прикріплений до поворотної плити 6. Зміна радіусу кривизни R робочого органу 4 досягається повертанням відносно осі направляючої 5, на якій кріщиться поворотна плита 6. Привід робочого органу здійснюється безпосередньо від двигуна за допомогою фланця 3. В процесі обертання робочого органу на малих радіусах кривизни R і частоті обертання 955 об/хв визначався час напрацювання до його поломки.

Результати прискорених ресурсних випробувань зображені графічними залежностями на рис. 2 і 3. На рис. 2 представлені залежності стійкості витих спіралей шнеків з полосового матеріалу різної ширини (25; 30 мм) та товщини (4; 5 мм). Оскільки технологія холодного навивання спіралей шнеків з коефіцієнтом витягування $\psi = (r+V)/r$ (r – радіус спіралі по внутрішній кромці; V – ширина полоси) [1] в межах 2,1...2,6 може здійснюватись виключно для низьковуглецевих сталей (для високовуглецевих із заданим коефіцієнтом ψ необхідно застосовувати навивання з підгрівом матеріалу), то для виготовлення спіралей шнеків застосовували сталь Ст.3 з можливістю їх хіміко-термічної обробки на вертикальних оправках.

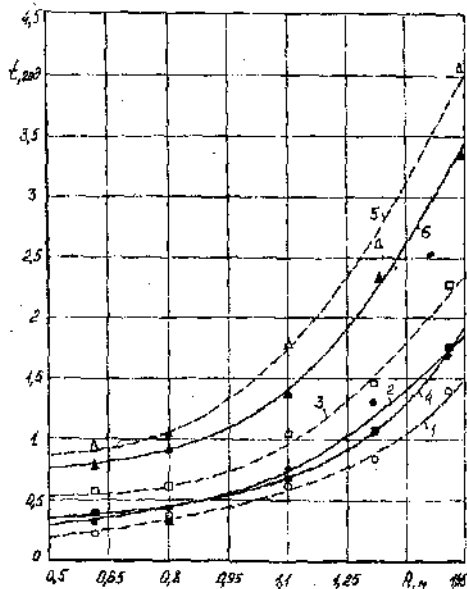


Рис. 2. Криві ресурсу витих спіралей шнеків при різних значеннях кроку спіралі T , товщини полоси t , ширини колоси V і зовнішнього діаметра D :

- 1, ○ – $T=70$ мм; $t=5$ мм; $V=30$ мм; $D=96$ мм;
- 2, ● – $T=70$ мм; $t=4$ мм; $V=30$ мм; $D=96$ мм;
- 3, □ – $T=60$ мм; $t=5$ мм; $V=25$ мм; $D=96$ мм;
- 4, ■ – $T=80$ мм; $t=5$ мм; $V=25$ мм; $D=96$ мм;
- 5, △ – $T=60$ мм; $t=5$ мм; $V=25$ мм; $D=96$ мм;
- 6, ▲ – $T=80$ мм; $t=5$ мм; $V=25$ мм; $D=96$ мм

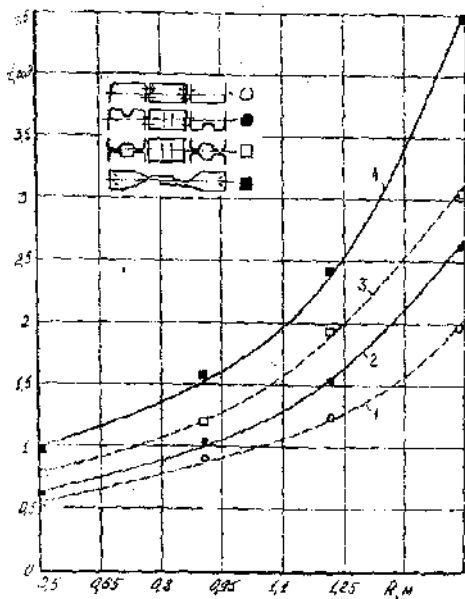


Рис.3. Криві ресурсу робочого органу з секційно пружних пластин різного конструктивного виконання

Досліди для постійних конструктивних параметрів робочої спіралі проводились на заданому радіусі кривизни R в трикратній повторюваності і кожна точка представлена на графіках середнім статистичним від заданої серії дослідів. Експериментальні точки нанесені у вигляді трикутників - результати досліджень спіралей шнеків з хіміко-термічною їх обробкою після навівання (рис.2, графіки 5 і 6). Для цього були виготовлені калібровані оправки, довжиною 1 м, на які без зазору встановлювались спіралі шнеків, вільні кінці яких жорстко закріплювались до оправок. Далі у вертикальному стані проводилась їх цементація (глибина цементації 1,2 мм). Після цементації здійснювалось гартування спіралей шнеків і їх низький відпуск при 400°C для зняття внутрішніх напружень.

Аналізуючи графічні залежності (рис.2) можна констатувати, що при збільшенні радіусу кривизни робочого органу, його стійкість зростає по експонентній залежності. При цьому також слід зауважити, що зменшення товщини спіралі від 5 до 4 мм підвищує її довговічність в 1,2...1,6 рази, а зменшення кроку спіралей від 80 до 60 мм - в 1,3...2 рази.

Здійснення хіміко-термічної обробки спіралі шнека при інших постійних конструктивних параметрах підвищує її стійкість в 1,6...2 рази.

Таким чином, на основі проведених досліджень, можна констатувати, що основними напрямками підвищення стійкості спіралей шнеків є зменшення товщини та ширини спіралі, її кроку, а також підвищення твердості поверхневого шару. Однак на ці конструктивно-технологічні напрямки вдосконалення робочого органу однозначно будуть накладатись обмеження по навантажувальній здатності гнучкого гвинтового конвейєра, а також його продуктивності.

Результати експериментальних досліджень гнучкого валу, виконаного із секційно пружних пластин різної конфігурації та жорстко закріплених між собою зображені на рис. 3. З аналізу даних залежностей встановлено, що при виконанні на середній частині П-подібної пластини гофроподібного виступу, стійкість такого гнучкого валу (крива 2) підвищується в 1,2...1,3 рази в порівнянні з звичайними П-подібними пластинами (крива 1). Виконання робочого органу із спарених пластин, гофроподібні виступи яких розташовані один навпроти одного (крива 3), забезпечує підвищення у стійкості в 1,1...1,2 рази в порівнянні з попереднім варіантом (крива 2).

Як показали експериментальні дослідження максимальна стійкість робочого органу (крива 4) досягається при його виконанні у вигляді скручених пластин, вільні кінці яких розташовані у взаємно-перпендикулярних площинах. Це забезпечується за рахунок того, що активна довжина деформації пластин є більшою, ніж в попередніх випадках, а також зменшуються вібрації гнучкого валу, оскільки кожна пластина може деформуватись (згинатись) у всіх площинах в порівнянні з іншими варіантами.

Важливим питанням при постановці оптимізаційної задачі є вивчення деформаційно-силових характеристик П-подібних пружних пластин. Для цього проводились експериментальні дослідження по визначенню їх механічних характеристик на розривній машині моделі Р-5, з виготовленням спеціальних оправок-перехідників.

Визначалась деформація П-подібної пластини (кута закручування пластини φ) від величини крутного моменту M_k . Графіки цих залежностей при різних товщинах пластини t і довжини l представлені на рис.4. З графічних залежностей видно, що вони наближаються до прямолінійного закону розподілу. Збільшення товщини пластини від 1,5 до 2 мм веде до збільшення жорсткості

пластини в 1,8...2 рази. Збільшення ж довжини пластини природньо веде до пропорційного збільшення кута закручування.

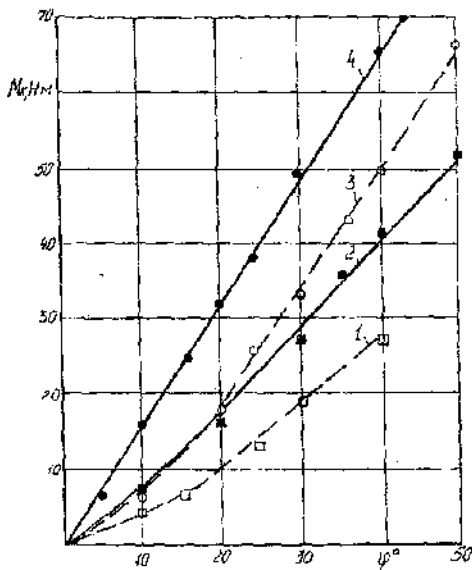


Рис. 4. Залежність кута закручування ψ елемента робочого органу від крутного моменту M_k : 1, \square - $l = 98$ мм; $t = 1,5$ мм; 2, \blacksquare - $l = 58$ мм; $t = 1,5$ мм; 3, \circ - $l = 98$ мм; $t = 2$ мм; 4, \bullet - $l = 98$ мм; $t = 2$ мм

Графічні залежності, які отримались при вивченні осової жорсткості показані на рис.5. Відхилення графіків від прямолинійного розподілу пов'язане з наявністю конструктивних радіусів на П-подібній пластині. За результатами дослідів також встановлено, що збільшення товщини пластини від 1,5...2 мм зменшує відносну осову деформацію Δl в 2,5...3 рази. Розглядалися випадки прикладення осової сили P ближче до горизонтального елемента П-подібної пластини (плече 10 мм, криві 3 і 4) і далі (плече 20 мм, криві 1 і 2).

Проте при транспортуванні сипучих вантажів по криволінійних трасах потрібно добиватись мінімальної згинальної жорсткості робочого органу, а це веде до зменшення товщини пластини.

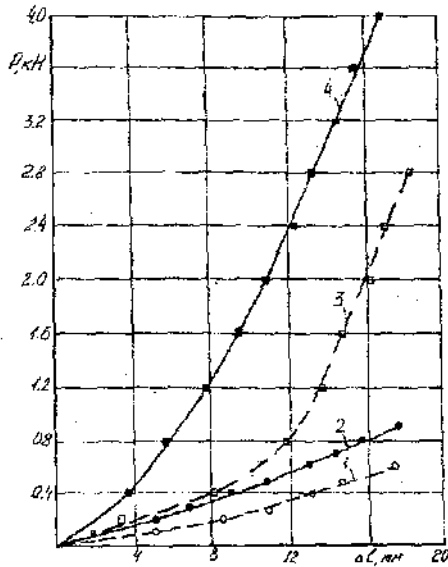


Рис.5. Залежність відносного осевого видовження і елементу робочого органу від осевого навантаження P : 1, \circ - $l = 98$ мм, плече 20 мм; 2, \bullet - $l = 58$ мм, плече 20 мм; 3, \square - $l = 98$ мм, плече 10 мм; 4, \blacksquare - $l = 58$ мм, плече 10 мм

Таким чином, для забезпечення функціональної придатності потрібно добиватись збільшення крутильної і осевої та зменшення згинальної жорсткостей. На конструктивне рішення цього питання також буде впливати продуктивність робочого органу, що залежить від довжини П-подібної пластини, яка визначає віддаль між гвинтовими лопатками.

Отже, проведені експериментальні дослідження показали напрямки вдосконалення робочого органу і ляжуть в основу оптимізації його конструктивно-технологічних параметрів.

Література

1. Гевко Б. М. Технологія виготовлення спіралей шнеков. - Львів: Вища школа, 1986. - 126 с.