

Матеріали наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019

УДК 621.941.1.

**М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., О. Лясота, канд. техн. наук, доц.,
Ю.П. Ковальчук,**
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗМІЦНЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

M. Pylypets, Dr., Prof., O. Lyasota, Ph.D., Assoc.Prof., Yu. Kovalchuk
TECHNOLOGICAL METHODS FOR STRENGTHENING OF SPIRAL AUGERS

Широке застосування в машинах та апаратах багатьох галузей народного господарства в якості робочих органів шнекових механізмів обумовило появу великого розмаїття як технологічних процесів їх виготовлення, так і обладнання та спорядження, що використовується для цього.

Актуальність проблеми підвищення експлуатаційних властивостей цих робочих органів, зокрема забезпечення точності, міцності, оптимальності геометрії профілю та ін. не викликає заперечень. Відомо, що її можна вирішувати як за рахунок застосування високоміцних матеріалів, так і технологічними засобами.

В процесі виготовлення робочих органів використовують як конструктивні, так і технологічні методи зміцнення. В даний час відома велика кількість технологічних способів зміцнення деталей машин. Найбільш поширеними технологічними методами зміцнення, є пластична деформація поверхонь, термічна і хіміко-термічна обробки, наплавлення поверхонь, створення захисних зносостійких покриттів і зміцнених поверхневих шарів. Всі ці методи забезпечують ту чи іншу характеристику параметрів зміцненої поверхні: твердості поверхневого шару, його глибини, структури. Використовується кожен з них окремо, або в поєднанні в різних технологічних процесах виготовлення гвинтових робочих органів. Аналіз деталей з гвинтовими поверхнями, виготовлених відомими методами, свідчить, що вони не технологічні за високою надійністю і довговічністю через невелику товщину зовнішнього краю, яка в 1,6-2,7 разів менша внутрішнього.

Одним з таких технологічних методів зміцнення зовнішнього ребра є обкатування зовнішнього краю спіралі ротаційною головкою горизонтального типу. Така технологія забезпечує вирішення вище згаданих питань та реалізацію повного ресурсу можливого пластичного деформування стрічки, з якої навивають спіраль. Це пояснюється сприятливою схемою обкатування конічними роликками і покращенням умов деформування металу. Обтискування може проводитись як в осьовому так і в радіальному напрямках, що сприяє отриманню зміцненої за зовнішнім контуром спіралі малого радіуса кривини та профільного поперечного перерізу використавши пристрої відповідного конструктивного виконання. Обкатування здійснюється розконцентрованою, послідовно збільшуваною, поперечною силою. Таке виконання значно стабілізує процес деформування через зростання ступеня видовження зовнішнього ребра внаслідок значних радіальних і тангенціальних напружень, які діють у всій зоні пластичного деформування. Слід зазначити, що конструкція передбачає значну стійкість деформуючих елементів – роликків. Це, головним чином, досягнуто тим, що в головці притискні ролики розміщені за периметром навитої стрічки поясами із зміщенням вздовж осі навивання і при цьому спираються на упорні поверхні так, що осі обертання роликків кожного поясу перетинаються в точці, яка лежить на осі обертання відповідної опорної поверхні і осі заготовки.

Для підвищення продуктивності процесу ротаційного зміцнення, особливо при обробленні гвинтових поверхонь виготовлених з важкодеформованих матеріалів, доцільно використовувати нагрівання, яке знижує опір металу деформуванню,

підвищує його пластичність і тим самим запобігає виникненню тріщин на контурах спіралі з деяких зміцнюваних металів. Підігрівання заготовок безпосередньо на верстаті під час зміцнення спіралі з таких матеріалів усуває проміжний відпал, підвищує продуктивність з одночасним покращенням якості.

Так зокрема, ефективним є індукційне нагрівання гвинтової стрічки, при чому найсприятливіший безперервно-послідовний спосіб. В цьому випадку, коли нагрівається не зразу вся поверхня спіралі, а послідовно одна ділянка за іншою, стає можливим застосування локального нагрівання деформованого металу безпосередньо в зоні деформації. Спосіб дозволяє використовувати для технологічного процесу порівняно малопотужні генератори. При відповідному підборі потужності генератора і ширини індуктора, та забезпечивши необхідні температурні параметри, можна здійснити процес ротаційного зміцнення.

Поверхнєве пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску. Втомлювана міцність деталей зростає на 30...70 %, а зносостійкість – в 1,5...2 рази, а також можливе отримання поверхні з низькою шорсткістю ($R_a = 0,16$ мкм).

Вибираючи зусилля зміцнення, слід враховувати, що малий тиск не забезпечує повного змінання виступів мікронерівностей поверхні, а великий – призводить до перенапруження і руйнування поверхні, гофроутворень на спіралі та зниження терміну служби роликів.

Зусилля обкатування P можна визначити дослідним шляхом або ж за допомогою залежності:

$$P = \frac{D b q^2}{0,126 E \left(\frac{D}{d} + 1 \right)} \quad (1)$$

де d – діаметр ролика, мм; q – найбільше значення питомого тиску, Н/мм²; E – модуль пружності оброблюваного матеріалу, Н/мм²; D – діаметр зовнішнього контуру спіралі, мм; b – довжина контакту ролика зі спіраллю, мм.

Найбільше значення питомого тиску визначається за формулою:

$$q = \lambda \sigma_T, \quad (2)$$

де λ – коефіцієнт, $\lambda = 1,8...2,1$.

Поздовжня подача інструменту впливає на шорсткість поверхні, твердість і продуктивність процесу. Використовуючи пристрій з сферичними роликами подача досягає не менше 0,1...0,3 мм/об, а роликами з циліндричними поясками – не менше 0,2...0,6 мм. Таким чином, дійсне значення подачі ротаційної головки визначатиметься спільним околлом перекриття даних інтервалів.

Оптимальні умови обкатування і подача дозволяють досягнути високої якості поверхні.

Швидкість обкатування не виявляє суттєвого впливу на шорсткість поверхні, але від неї залежить продуктивність процесу.

Використання запропонованої технології зміцнення гвинтових поверхонь за зовнішнім контуром дозволяє підвищити довговічність виробів на 18 %.