

УДК 621.757

М. Пилипець, д.т.н., проф., Б. Бригадир

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗМІЦНЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ

Актуальність проблеми підвищення експлуатаційних властивостей гвинтових 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.

Розглянемо технологію виготовлення спіралей шнеків методом навивання на оправу з використанням імпульсного зміцнення зовнішньої кромки.

Технологічний процес навивання виконується так. Підготовлену вихідну заготовку, із зігнутих під кутом 90° кінцем закріплюють в пазу втулки і, попередньо притискаючи фіксують її осью силою, створеною механізмом затиску. Тоді вмикаються обертання оправы та ротаційної головки. Після того, як торець навитої спіралі вийде з області контакту з калібруючим роликком, відводиться затиск, забезпечуючи вихід втулки і навитої спіралі. Після сходження шпонкової втулки стійкість стрічки у зонах деформації забезпечується навитими витками, внаслідок чого продовжується безперервний процес навивання спіралі, яка далі поступає пристрій для імпульсного зміцнення зовнішньої кромки, закріплений на верстаті. Пристрою надають обертовий рух. Окрім обертового пристрій має ще поздовжній рух подачі S рівний кроку спіралі, що навивається.

Пристрій встановлюють (за рахунок радіальної подачі S_H) з натягом h відносно оброблюваної поверхні, завдяки якому робоча частина витків контактує з оброблюваною поверхнею. Деформуючі елементи при цьому наносять численні удари, пластично деформуючи оброблювану поверхню. Крім удару деформуючі елементи під час контакту здійснюють вигладжування.

Технологічний процес навивання можна здійснювати як на спеціальному обладнанні, так і верстатах токарної групи.

Для підвищення продуктивності процесу навивання та зміцнення, особливо при обробленні важкодеформованих металів і сплавів, доцільно використовувати нагрівання, яке знижує опір металу деформації, підвищує його пластичність і тим самим запобігає виникненню тріщин на контурах спіралі з деяких зміцнюваних металів. Підігрівання заготовок безпосередньо на верстаті під час навивання спіралі з таких матеріалів усуває проміжний відпал, підвищує продуктивність з одночасним покращенням якості.

Так зокрема, ефективним є індукційне нагрівання стрічки, при чому найсприятливіший безперервно-послідовний спосіб. В цьому випадку, коли нагрівається не зразу вся поверхня заготовки, 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 імпульсного 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).

Пристрій для імпульсного зміцнення спіралей шнеків не складний за конструкцією, деформуючі елементи виконані у вигляді витків сталюї пружини із дроту круглого січення звитої в коло. Він надійний в експлуатації, а спосіб відрізняється простотою в реалізації і забезпечує зміцнену структуру поверхневих шарів з підвищеною твердістю, стійкістю до спрацювання і опору втомним руйнуванням.

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

Зусилля навивання P можна визначити дослідним шляхом або ж за допомогою формули:

$$P = \left(\frac{dq}{0,54E} \right)^2 q, \quad (1)$$

де d – діаметр дроту деформуючого елемента, мм; q – найбільше значення питомого тиску, Н/мм²; E – модуль пружності оброблюваного матеріалу, Н/мм².

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. При роботі подача досягає не менше 0,1...0,3 мм/об. Таким чином, дійсне значення подачі пристрою визначатиметься спільним околom перекриття даних інтервалів.

У відповідності з отриманим значенням P , проводять розрахунок конструктивних елементів пристроїв (обойми, деформівних інструментів, корпуса тощо).

Завдяки неперервному навиванню та сумісній ударній і вигладжувальній дії деформуючих елементів запропонована технологія забезпечує технологічні можливості процесу формоутворення спіралі та поверхневої пластичної деформації зовнішньої крайки. Підвищує параметр шорсткості оброблюваної поверхні, збільшує її твердість на значну глибину.

Дослідження даної технології проводилося в процесі навивання та зміцнення шнека діаметром $D=100$ мм з кроком $T=100$ мм, на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20 із швидкістю обертання шнека $V_d=1,8$ м/с. Інструмент при цьому обертається із швидкістю $V_i=32$ м/с і переміщується вздовж витків шнека з подачею S_T рівною кроку витків.

Запропонована технологія виготовлення спіралей дозволяє отримати профілі, зміцнені за зовнішнім контуром в результаті пластичного деформування поверхневого шару. Підвищується параметр шорсткості у 6 – 8 разів (від R_a 0,8...3,2 мкм до R_a 0,1...0,4 мкм). Залишкові напруження стискування досягають на поверхні деталі 500 - 750 МПа. Глибина наклепаного шару досягає 1,5 мм з твердістю HRC 45 – 50. Спіралі можна отримати з малим радіусом кривизни та довести коефіцієнт використання матеріалу до 80...90 %, за одночасного підвищення продуктивності праці на 40 % та довговічності виробів на 20 %.