

Винахід відноситься до механічної обробки шляхом протягування внутрішніх отворів виробів, наприклад деталей типа поршневих пальців.

Відомий спосіб обробки отворів циліндричних виробів (див. "Расчет и проектирование твердосплавных деформирующих протяжек и процесс протягивания / А.М. Розенберг, О.А. Розенберг, Э.К. Посвятенко и др. - Киев, Наукова думка 1978, с.12), який передбачає роздавання отвору заготовки шляхом деформуючого протягування з наступною термічною або термохімічною її обробкою, при цьому величина натягу в процесі деформуючого протягування не регламентується. Недоліки описаного способу такі:

- при проведенні деформуючого протягування із замалими натягами пластична деформація спостерігається тільки у поверхневому шарі, який має незначну товщину, при цьому пластична деформація основного об'єму незначна, зерна структури не подрібнюються, структура неоднорідна і практично не змінюється після наступної термообробки, може навіть відбуватись погіршення властивостей матеріалу виробу, наприклад при пластичному деформуванні маловуглецевих сталей і наступній термообробці спостерігається залишковий аустеніт і неоднорідність структури;

- при проведенні деформуючого протягування з великими натягами спостерігається погіршення структури за рахунок локального збільшення розміру зерен і неправильної їх форми.

Як наслідок, значно знижується довговічність деталей і погіршується їх якість.

В основу винаходу покладено завдання такого удосконалення способу деформуючого протягування, при якому за рахунок вибору пропонованого натягу в процесі протягування забезпечується отримання дрібнодисперсної структури внутрішньої поверхні матеріалу заготовки і, як наслідок, підвищується довговічність деталей і поліпшується якість поверхні оброблюваних деталей.

Означене завдання вирішується завдяки тому, що у способі обробки отворів циліндричних виробів, який передбачає роздавання отвору заготовки шляхом деформуючого протягування з наступною термічною або термохімічною її обробкою, згідно винаходу роздавання отвору заготовки здійснюють з натягом, який визначають з наступної залежності:

$$\alpha = (0,2...0,25) \cdot 0,0065 \cdot \delta_p \cdot (d_0 + t_0)$$

де  $\alpha$  - натяг,

$\delta_p$  - відносне подовження при розриві зразків із матеріалу заготовки, %,

$d_0, t_0$  - вихідні діаметр отвору і товщина стінки заготовки, відповідно.

Причинно-наслідковий зв'язок між пропонованою сукупністю ознак і технічними результатами, які досягаються при її реалізації, полягає у наступному.

Як показали проведені нами експериментальні дослідження, завдяки вибору при протягуванні натягу у відповідності з залежністю забезпечується наступне ефективне протікання термічної або термохімічної обробки., оскільки ресурс використаної пластичності поверхневого шару обробленої заготовки знаходиться у межах  $\Psi = 0,2...0,25$ . У цьому випадку покращуються дифузійні процеси, що значно скорочує час цементації. Більш того металографічні дослідження зразків з заготовок, оброблених з різними натягами пластичного деформування і підданих наступній цементації і гартуванню показали, що у зразках із ресурсом використаної пластичності у межах  $\Psi = 0,2...0,25$  спостерігалась дрібнодисперсна однорідна мартенситна структура без наявності залишкового аустеніту, що зумовлює підвищення довговічності деталей, які працюють в умовах знакоперемінних навантажень, наприклад поршневих пальців.

Пропонована залежність для вибору певного натягу спирається суто на експериментальні дослідження зразків при деформуючому протягуванні, вона враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу:  $\delta_p$  - відносне подовження при роздаванні заготовки, коефіцієнт 0,0065 враховує вплив виду напруженого стану на зовнішній поверхні заготовки, де має місце жорстка схема напруженого стану, що наближується до схеми двовісного розтягування.

Приклад конкретної реалізації

Було виготовлено втулки з маловуглецевої легованої сталі 12ХН3А з розмірами:  $d_0=29\text{мм}$ ,  $t_0=5,5\text{мм}$ , довжина втулки  $L=110\text{мм}$ . Партия втулок у кількості 12шт. роздавалась твердосплавним деформуючим елементом, діаметр циліндричної стрічки якого вибирався виходячи із значень необхідного натягу, який розраховувався по наступній залежності:

$$\alpha = (0,2...0,25) \cdot 0,0065 \cdot \delta_p \cdot (d_0 + t_0),$$

де  $\alpha$  - натяг,

$\delta_p$  - відносне подовження при розриві зразків при випробуваннях на розтягування зразків із сталі 12ХН3А дорівнювало 35%.

$d_0=29\text{мм}$ ,  $t_0=5,5\text{мм}$  - вихідні діаметр отвору і товщина стінки заготовки, відповідно.

Кут нахилу твірної робочого конуса деформуючого елемента  $\alpha = 4^\circ$ . Було виготовлено п'ять деформуючих елементів, діаметри циліндричних стрічок яких дозволили реалізувати наступні значення натягів: по границях пропонованого діапазону, а також поза ним. Потім деформовані заготовки піддавали термохімічній обробці, тобто цементації, яку виконували при режимах: температура  $920...930^\circ\text{C}$ , протягом 6 годин. Після цього виконували гартування при режимах: температурі  $760...780^\circ\text{C}$ , витримці 25...30 хвилин, охолодження у маслі і відпуск при температурі  $180...200^\circ\text{C}$ , витримці 1,5...2,0 години, охолодженні на повітрі. З термооброблених заготовок вирізались зразки, у яких поверхні, призначені для досліджень, шліфувались і полірувались до отримання дзеркальної поверхні. Шліфи травились 5% розчином азотної кислоти у етиловому спирті. Вивчення структури проводилось на металографічному мікроскопі ММ - 7 при збільшенні у 200 разів. Аналіз отриманих структур досліджуваного матеріалу показав, що матеріал, який був zdeформований за пропонованим режимом натягу, характеризується дрібнодисперсною однорідною мартенситною структурою без наявності залишкового аустеніту, глибина цементованого шару -1,4мм. Нецементований матеріал також має однорідну дрібнозернисту структуру

мало вуглецевого мартенситу. При зменшенні натягу нижче пропонованого інтервалу у матеріалі спостерігається наявність залишкового аустеніту як у цементованому шарі, глибина якого знаходиться у межах до 0,8мм, так і у основному матеріалі. Наявність залишкового аустеніту після термічних операцій погіршує якість матеріалу, що призводить до зниження довговічності деталі, погіршує її динамічну розмірну точність (стабільність розмірів в процесі експлуатації).

При збільшенні натягу вище пропонованого інтервалу у матеріалі з'являються ділянки з різними за розмірами зернами, більших розмірів і неправильної форми. Це також значно знижує довговічність деталі при роботі при знакозмінних навантаженнях, знижує тріщиностійкість матеріалу, підвищує чутливість до перенавантажень.