

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Абдулкерімов Ілімдар Діляверович



УДК 621.9

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ РІЗЬБОВИХ
З'ЄДНАНЬ У ГЛУХИХ ОТВОРАХ ДЕТАЛЕЙ З АЛЮМІНІЄВИХ
СПЛАВІВ ДЕФОРМУЮЧИМ ІНСТРУМЕНТОМ**

спеціальність
05.02.08 – технологія машинобудування

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі технології машинобудування та металорізальних верстатів Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор

Пермяков Олександр Анатолійович,

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",

професор кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Резніченко Микола Кирилович,

Українська інженерно-педагогічна академія,

завідувач кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва

кандидат технічних наук, доцент

Коноплянченко Євген Владиславович,

Сумський національний аграрний університет,

доцент кафедри технічного сервісу

Захист відбудеться 14 квітня 2016 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.12 у Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут" за адресою: 61002, м.Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (м.Харків, вул. Фрунзе, 21).

Автореферат розісланий "14" березня 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Зубкова Н.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні тенденції забезпечення якості обробки відповідальних виробів машинобудування потребують удосконалення технологічних методів обробки. Розглянуті в роботі корпусні деталі пневмоапаратури з алюмінієвих сплавів, що працюють під тиском до 1МПа, становлять собою виливки середньої складності з габаритними розмірами від 50 до 160 мм, товщиною стінок від 2,5 до 8 мм і масою від декількох десятків грам до 1,5 кг. Лиття під тиском (ЛПТ), як маловідходний і високопродуктивний процес отримання точних виливків складної конфігурації з якісною поверхнею, широко застосовується в автомобільній, тракторній, приладобудівній та інших галузях сучасного машинобудування. Однак поряд з перевагами, ЛПТ має один значний недолік – це підвищена газо-усадкова пористість і, як наслідок, низька герметичність виливків для виробів, що працюють під тиском.

У якості приєднувальних елементів корпусні деталі пневмоапаратури мають метричні (до М72), трубні циліндричні (до G2") і конічні (до K1^{1/2}") різьби. Отримання таких різьб традиційними методами різьбонарізання призводить до того, що в процесі формування різьби відбувається «розкриття» пор, які можуть бути ізольованими або утворювати систему наскрізних каналів, і стати причиною втрати герметичності як різьбового з'єднання, так і суміжних робочих порожнин виробу, які за умовами функціонування повинні бути ізольованими. Для забезпечення герметичності різьбових з'єднань у литих деталях з газо-усадковою пористістю застосовують різні герметики або метод вакуумного просочення компаундами, який є трудомістким та екологічно небезпечним.

Очевидно, що при механічній обробці корпусних деталей пневмоапаратури доцільно в процесі формування різьби або попередньо перед ним «закрити» ці пори та ізолювати їх одну від одної. Спосіб підготовки поверхневого шару глухих отворів у литих алюмінієвих сплавах може ґрунтуватися на застосуванні спеціального деформуючого інструменту. Розробка технології із застосуванням деформуючого інструменту дозволить отримати щільний безпористий поверхневий шар і забезпечити герметичність різьбових з'єднань у деталях, які отримані методом ЛПТ. Таким чином, забезпечення якості виготовлення глухих різьбових отворів у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю для забезпечення герметичності різьбових з'єднань у виробах пневмоапаратури, що працюють під тиском до 1МПа є актуальним науково-технічним завданням, яке визначило напрямок досліджень дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконання дисертаційної роботи пов'язане з науковою тематикою кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів НТУ «ХП». Здобувач був виконавцем держбюджетної НДР «Розробка ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій механічної обробки матеріалів» (2009 – 2014 р.р., ДР № 0109U001098).

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є підвищення якості виготовлення глухих різьбових отворів у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю, отриманих литтям під тиском, при застосуванні деформуючого інструменту для забезпечення герметичності

різбових з'єднань у виробках пневмоапаратури, що працюють під тиском до 1МПа.

Для досягнення мети поставлені наступні завдання:

- провести системний аналіз задачі отримання герметичних рознімних з'єднань у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів, отриманих литтям під тиском, теорії та практики використання методу поверхнево-пластичного деформування (ППД) при формоутворенні різбових з'єднань;

- для аналізу технологічних закономірностей поверхнево-пластичного деформування литих алюмінієвих сплавів розробити методику експериментальних досліджень якості оброблюваної поверхні в залежності від кількості циклів і кута деформації;

- на основі дослідження процесу поверхнево-пластичного деформування сплаву АК12М2 розробити математичну модель, що дозволяє визначити геометричні параметри деформуючого інструменту та режими його роботи;

- на основі теоретичних та експериментальних досліджень розробити деформуючий інструмент, що забезпечує необхідну якість обробки поверхні різбових з'єднань у глухих отворах деталей зі сплаву АК12М2, отриманих методом лиття під тиском;

- розробити технологічний процес обробки глухих різбових отворів у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів із газо-усадковою пористістю для забезпечення герметичності різбових з'єднань у виробках пневмоапаратури, що працюють під тиском до 1МПа, з використанням деформуючого інструменту й впровадити його у виробництво.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталей і складання герметичних різбових з'єднань у виробках з алюмінієвих сплавів із газо-усадковою пористістю, що працюють під тиском до 1МПа.

Предмет дослідження – закономірності технологічного процесу обробки глухих різбових отворів деформуючим інструментом у корпусних деталях зі сплаву АК12М2, отриманих методом лиття під тиском.

Методи дослідження. На основі системного аналізу досліджено проблему забезпечення герметичності рознімних з'єднань у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю, отриманих литтям під тиском. Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях технології машинобудування, методах аналітичної геометрії і математичного аналізу, теорії формоутворення поверхонь. На базі основних положень теорії поверхнево-пластичного деформування побудовано методику експериментальних досліджень якості оброблюваної поверхні в залежності від кількості циклів і кута деформації. Аналіз макроструктурних знімків поверхонь, отриманих до деформування і після, виконаний з використанням програми «FemtoScan Online». Достовірності розроблених теоретичних положень перевірено шляхом лабораторно-промислових випробувань.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що на основі системного аналізу закономірностей технологічного процесу обробки глухих різбових отворів у корпусних деталях з матеріалів з газо-усадковою пористістю теоретично розроблено і запропоновано перспективний підхід до забезпечення якості і герметичності різбових з'єднань у виробках пневмоапаратури, що

працюють під тиском до 1МПа, із застосуванням деформуючого інструменту. Для цього:

- сформульовано і теоретично обґрунтовано гіпотезу про можливість підготовки поверхневого шару глухих отворів у литих алюмінієвих сплавах із газо-усадковою пористістю шляхом формування щільного безпористого поверхневого шару поверхнево-пластичним деформуванням як основи забезпечення герметичності різьбових з'єднань;

- отримала подальший розвиток ідея технологічного управління мікрорельєфом поверхні та зміцненням поверхневого шару поверхнево-пластичним деформуванням з формуванням щільного поверхневого шару великими зсувними деформаціями;

- на основі дослідження процесу поверхнево-пластичного деформування сплаву АК12М2 вперше розроблено математичну модель ППД глухого отвору і схему деформування, що дозволяють визначити параметри деформуючого інструменту обробки глухих різьбових отворів і режими його роботи;

- експериментально досліджено процес формоутворення глухих різьбових отворів новим деформуючим інструментом і накатним мітчиком 1/2", результати експериментів показали високу продуктивність деформування (до 60 шт./год.), точність (відхилення від номінального розміру не більше 10 мкм), шорсткість ($R_a=0,32 - 0,16$ мкм) і стійкість (достатню для обробки 5000 шт.).

Практичне значення отриманих результатів для технології машинобудування полягає у розробці методики проектування технологічної операції обробки глухих різьбових отворів у деталях із алюмінієвого сплаву АК12М2 з використанням деформуючого інструменту. Запропоновано нові конструкції інструменту (Патент України на корисну модель № 56193, Бюл. № 1 від 10.01.2011 р.) та шляхи підвищення ефективності використання деформуючого інструменту і технологічні рекомендації щодо його застосування.

Результати роботи використані при розробці технологічних процесів обробки глухих різьбових отворів у корпусних деталях з матеріалів з газо-усадковою пористістю на ТОВ «Пневматика» (м. Сімферополь), що дозволило знизити технологічну собівартість й отримати економічний ефект у розмірі 18207 грн. за рахунок зниження трудомісткості обробки та витрат на інструмент.

Особистий внесок здобувача. Основні результати роботи отримано здобувачем самостійно. Серед них: аналітичні дослідження процесу формоутворення трубних циліндричних різьб у глухих отворах деформуючим інструментом; експериментальні дослідження закономірностей механіки ППД алюмінієвого сплаву АК12М2 з газо-усадковою пористістю та визначення конструкторсько-технологічних параметрів деформуючого інструменту; вирішення проектних технологічних задач та розробка методики вибору структури і параметрів технологічної операції обробки глухих різьбових отворів з використанням деформуючого інструменту; впровадження результатів на виробництві.

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати дисертації докладалися на: Всеукраїнській молодіжній науково-технічній конференції «Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво» (Запоріжжя – 2009 р.; Київ – 2012 р.; Кременчук – 2013 р.);

Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, освіта, здоров'я» (Харків – 2008 р., 2009 р., 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Interpartner» (Харків – 2010 р., 2011 р., 2014 р.); Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Прогресивні напрями розвитку машино-приладобудівних галузей і транспорту» (Севастопіль – 2008 р.); П'ятій конференції молодих вчених і спеціалістів «Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування», (с. Морське, Крим – 2011 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні матеріали та технології: досягнення, проблеми, рішення. Школа-семінар з фундаментальних основ створення інноваційних матеріалів і технологій» (Комсомольськ-на-Амурі, Росія – 2013 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (Чернігів – 2015 р.); XXV Міжнародній конференції «Нові технології в машинобудуванні» (Харків – 2015 р.).

Публікації. Основні положення дисертації знайшли своє відображення в 22 наукових працях, з яких 11 статей у наукових фахових виданнях України (2 – у науко метричних базах), 1 стаття в іноземному виданні, 1 патент України, 9 – у матеріалах науково-технічних конференцій.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 160 сторінки, з них 78 рисунків у тексті, 22 таблиці в тексті, 115 найменувань використаних джерел на 13 сторінках, 5 додатків на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету й завдання дослідження, наведено його наукову новизну й практичну цінність.

У першому розділі аналізується сучасний стан методів забезпечення якості різнімних з'єднань, їх переваги та недоліки з точки зору продуктивності, якості обробки й серійного виробництва. Як найбільш продуктивну, і яка має великий потенціал для підвищення ефективності обробки глухих різьбових отворів у литих алюмінієвих сплавах, відзначено систему обробки методами поверхнево-пластичного деформування. З використанням патентної та науково-технічної літератури аналізуються всі методи забезпечення якості різнімних з'єднань. Також проаналізовані технологічні особливості виробів пневмоапаратури з характерними для них показниками продуктивності й похибками виготовлення. Встановлено, що питання обробки глухих різьбових отворів у деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю, що отримані литтям під тиском, методами поверхнево-пластичного деформування є перспективним напрямком досліджень, відсутні методики проектування технологічних операцій обробки глухих різьбових отворів при застосуванні деформуючого інструменту.

У другому розділі для аналізу технологічних закономірностей ППД литих алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю розроблено методику

експериментальних досліджень для визначення параметрів деформуючого інструменту та його режимів роботи для сплаву АК12М2 (рис.1.).

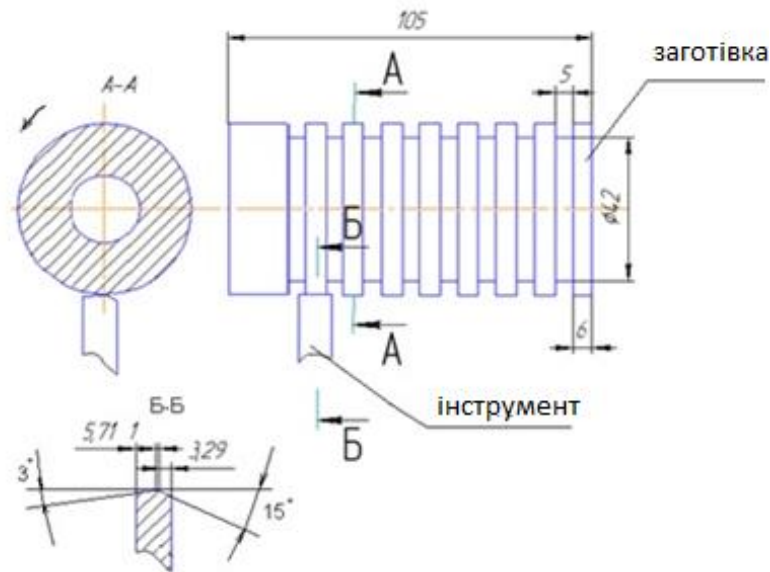


Рисунок 1 – Схема проведення експерименту щодо дослідження закономірностей механіки ППД литих алюмінієвих сплавів

З урахуванням даних, отриманих раніше в роботах Розенберга О.М., Розенберга О.О., Цеханова Ю.О., Шейкіна С.Є. для моделювання процесу ППД сплаву АК12М2 кут робочого конуса прийнято в межах від 3° до 8° , ширина контакту деформуючої частини інструменту відповідно повинна лежати в межах від 2 до 5 мм. Ширина менше 2 мм не дозволить виконати обкатування з поперечною подачею через недостатню міцність виступу деформованого виступу моделі-зразка, а розмір ширини більше 5 мм не раціонально завищений з точки зору як глибини деформування, так і зусиль деформування, що виникають. Кут задньої поверхні β обраний величиною в 15° за аналогією з ріжучим клином.

Для дослідження закономірностей механіки ППД запропоновано наступну методику. ППД здійснюється по зовнішній поверхні циліндричної заготовки зі сплаву АК12М2, що одержана литтям під тиском. Для забезпечення пористості такий же, як у оброблених виробів, моделі-зразки (заготовки) відливалися при тих же технологічних умовах, але з різною щільністю. Щільність варіювалася за допомогою застосування різних зусиль пресування при литті. Для формування щільного поверхневого шару необхідні великі зсувні деформації при яких відбувається «заліковування» пор. Для цього застосовано багатоциклове (ступеневе) ППД з числом циклів 8 – 15. Тому на моделі-зразку нарізано виступи (пази). Для кожного з виступів на кожній з моделей застосували свою кількість циклів навантаження, що дозволило проаналізувати вплив кількості циклів на якість поверхні. Циклом вважали контактну взаємодію моделі-зразка з деформуючим інструментом за один оборот шпинделя. Обкатка проводилася за допомогою деформуючих інструментів. Деформуючі інструменти виготовлені шляхом перешліфовки прямих прохідних різців з швидкорізальної сталі марки Р6М5К5 з точністю $\pm 0^\circ 10'$. Частоту обертання шпинделя 25 об./хв. і поперечну подачу 0,05 мм/об прийняли відповідно до рекомендацій щодо швидкості деформування.

Для виявлення ефекту «закриття» пор і найбільш якісної поверхні використано візуальні методи спостереження за допомогою мікротвердоміри ПМТ-3. Пори і макротріщини на поверхні заготовки сфотографовані до та після ППД (рис.2, 3).

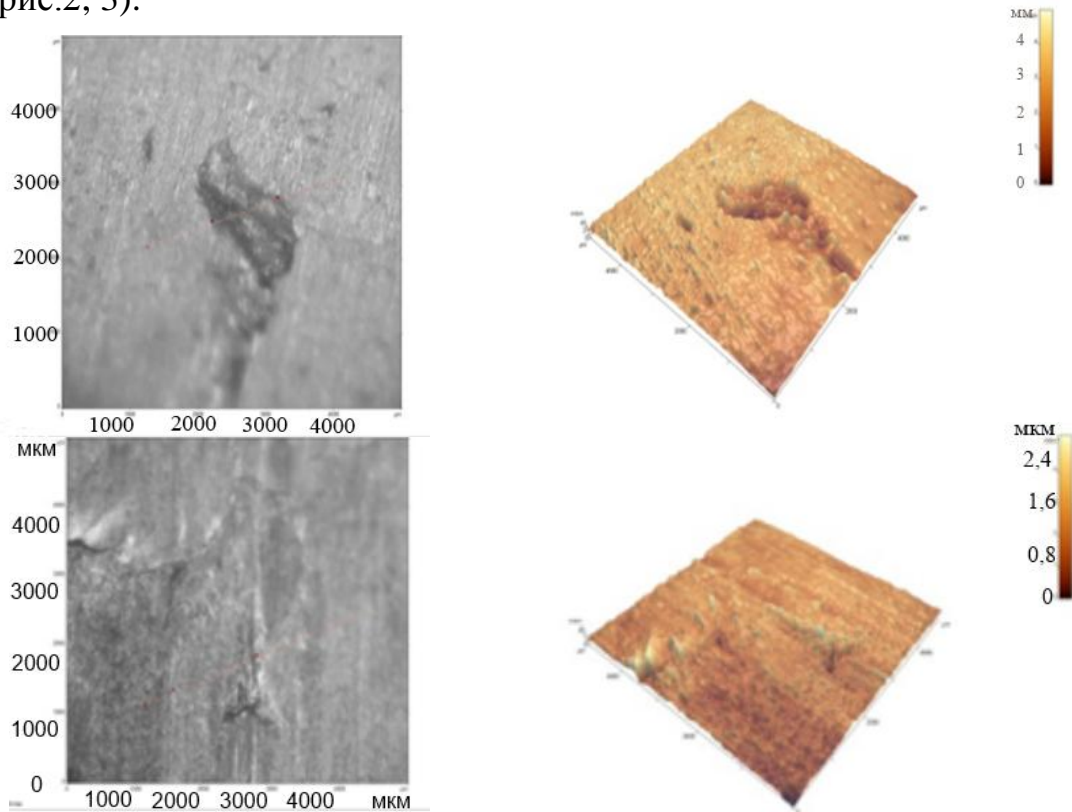


Рисунок 2 – Макрознімок поверхні заготовки № 1 до й після обробки інструментом з кутом деформації 4 градуси після 8 циклів

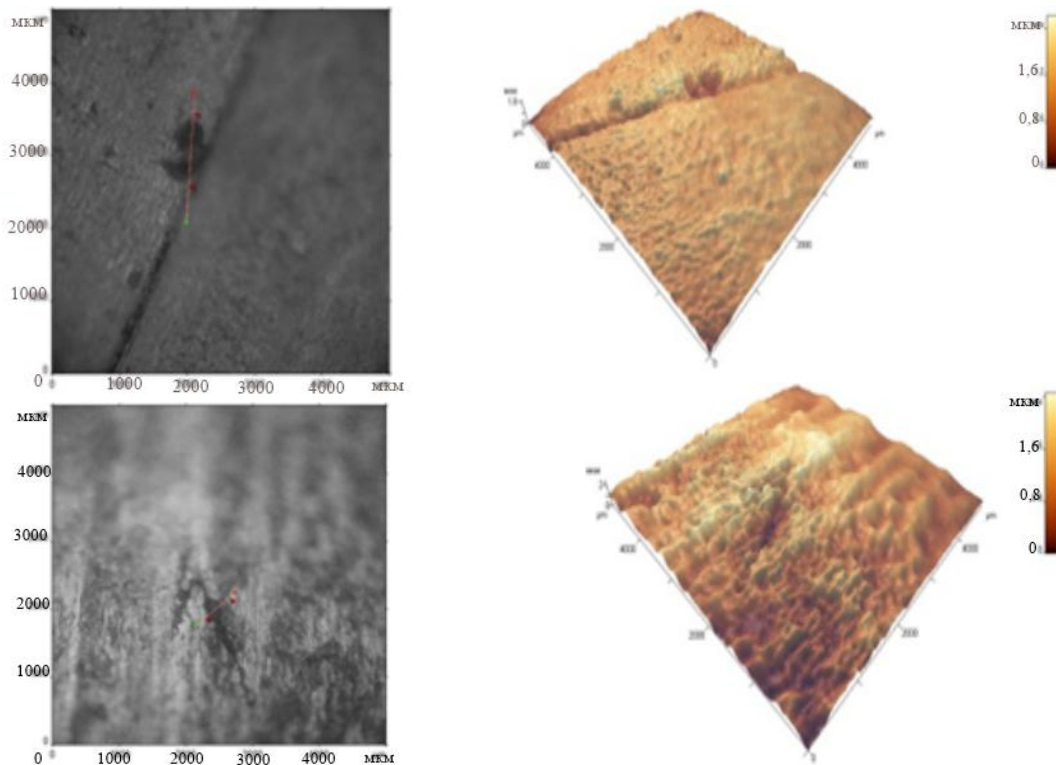


Рисунок 3 – Макрознімок поверхні заготовки № 1 до й після обробки інструментом з кутом деформації 4 градуси після 13 циклів

З макрознімків видно, що закриття пор після 8 циклів відбувається не повністю, і як наслідок не відбувається зсувних деформацій. Виходячи з цих даних видно, що подані режими не є раціональними. Отже, кількість циклів повинно бути збільшено. Надалі для цієї ж заготовки, провівши ряд порівнянь пор до й після деформування, дійшли висновку, що найкращі результати отримані після 13 циклів навантаження.

На підставі проведеного дослідження зроблено висновок, що при ППД алюмінієвого сплаву АК12М2 можливе отримання якісної поверхні. Аналіз результатів експерименту показав, що швидкість деформації при ППД впливає не так значно на якість поверхні, як кількість циклів і кут деформації.

У **третьому розділі** виконано моделювання процесу формоутворення трубних циліндричних різьб у глухих отворах деформуючим інструментом. Для отримання відповідно до вимог стандартів повного профілю різьби потрібно розрахувати середній діаметр під наочення різьбового сполучення з урахуванням рівності витіснення об'ємів матеріалу виступу і западини різьби, так як унаслідок не точного розрахунку можливе заклинювання інструменту під час накатки або отримання неповного профілю (рис. 4).

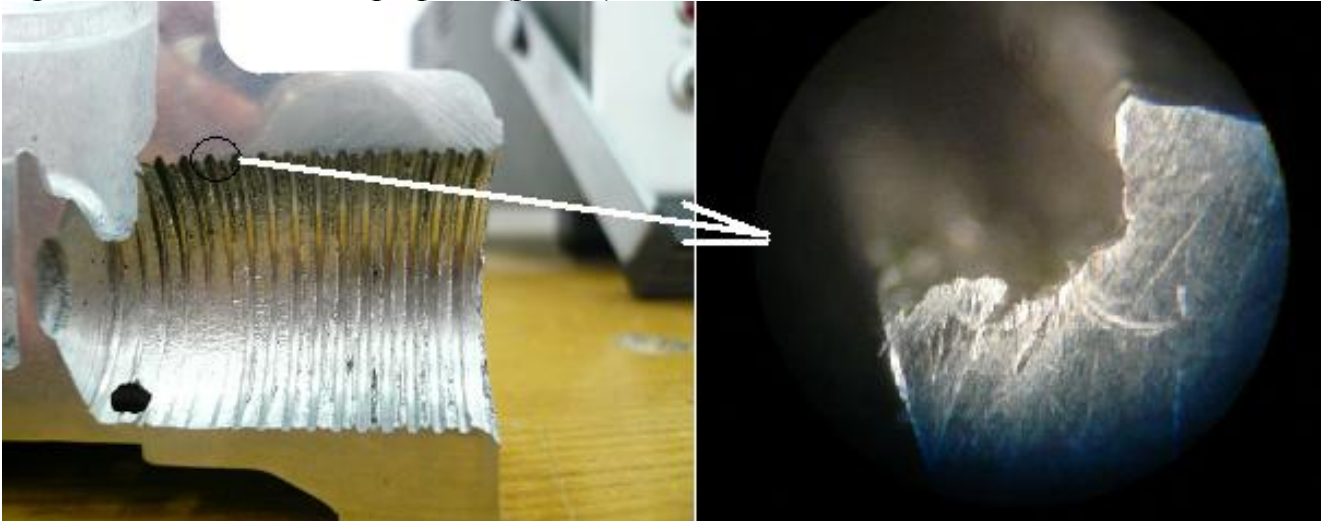


Рисунок 4 – Неповний профіль трубної циліндричної різьби внаслідок неточного розрахунку середнього діаметра під наочення

Для розрахунку діаметра під обробку різьби наочуванням використана розрахункова схема (рис. 5), з якої

$$r_3 = r_c + \Delta r \quad , \quad (1)$$

де r_3 – радіус отвору заготовки, мм; r_c – середній радіус різьби, мм; Δr – величина зміщення (корекції) середнього радіусу різьби для забезпечення повного профілю при наоченні, мм;

$y = y(x)$ – рівняння профілю в системі координат різьби xoy або $x = x(y)$.

Для обчислення Δr визначено:

елементарна площа

$$dF = \Delta x \cdot dy = 2x \cdot dy; \quad (2)$$

елементарний об'єм

$$dV = 2\pi r \cdot dF = 2\pi(r_c + y)2x \cdot dy, \quad (3)$$

$$dV = 4\pi(r_c + y)x \cdot dy; \quad (4)$$

об'єм виступу різьби

$$V_{\text{вс}} = \int_0^h dV = \int_0^h 4\pi(r_c + y)x \cdot dy = 4\pi \int_0^h (r_c + y)x(y) \cdot dy. \quad (5)$$

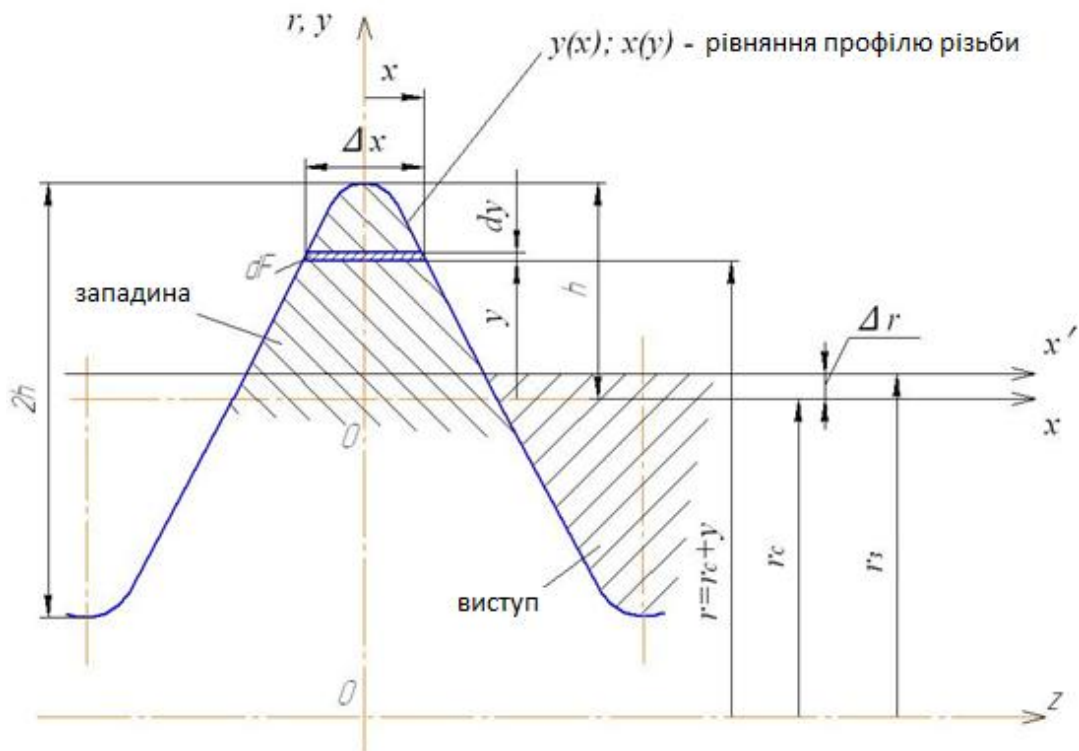


Рисунок 5 – Модель профілю різьби для розрахунку діаметра під обробку наочучуванням

З урахуванням симетрії різьби щодо параметра x можна «перевернути» картинку й розглядати виступ як канавку з координатою $r = r_c - y$.

Тоді об'єм западини різьби

$$V_{\text{вп}} = \int_0^h 4\pi(r_c - y)x(y) \cdot dy = 4\pi \int_0^h (r_c - y)x(y) \cdot dy, \quad (6)$$

та рівняння для визначення Δr має інтегральний вигляд

$$\int_{\Delta r}^h (r_c + y)x(y) \cdot dy = \int_{-\Delta r}^h (r_c - y)x(y) \cdot dy. \quad (7)$$

Для того щоб отримати рівність інтегралів (7) в явному вигляді використана схема профілю виступу трубної різьби і схема для розрахунку середнього діаметра отвору під різьбу з урахуванням радіуса заокруглення при вершині. За результатами розрахунку величини корекції Δr чисельним методом для стандартних значень середніх радіусів різьб r_c отримані значення радіусів отворів r_3 під накатку трубної різьби, діаметри отворів зведені в таблиці та використані для визначення розмірів створюваного деформуючого інструменту (рис. 7).

Створений інструмент складається з хвостовика й деформуючої частини, яка у свою чергу має чотири деформуючих пера, кут нахилу цих деформуючих частин становить 4 градуси. Деформуюча частина має забірну, деформуючу та калібруючу ділянки, для зворотного виходу інструменту з деталі є зворотний конус. Інструмент, зроблений з інструментальної сталі Р6М5К5. Твердість інструменту 55-60 HRC. На конструкцію деформуючого інструменту отримано патент України на корисну модель № 56193. Такі параметри як довжина забірної і деформуючої частини визначалися на основі схеми й математичної моделі обробки деформуючим інструментом (рис. 8.).

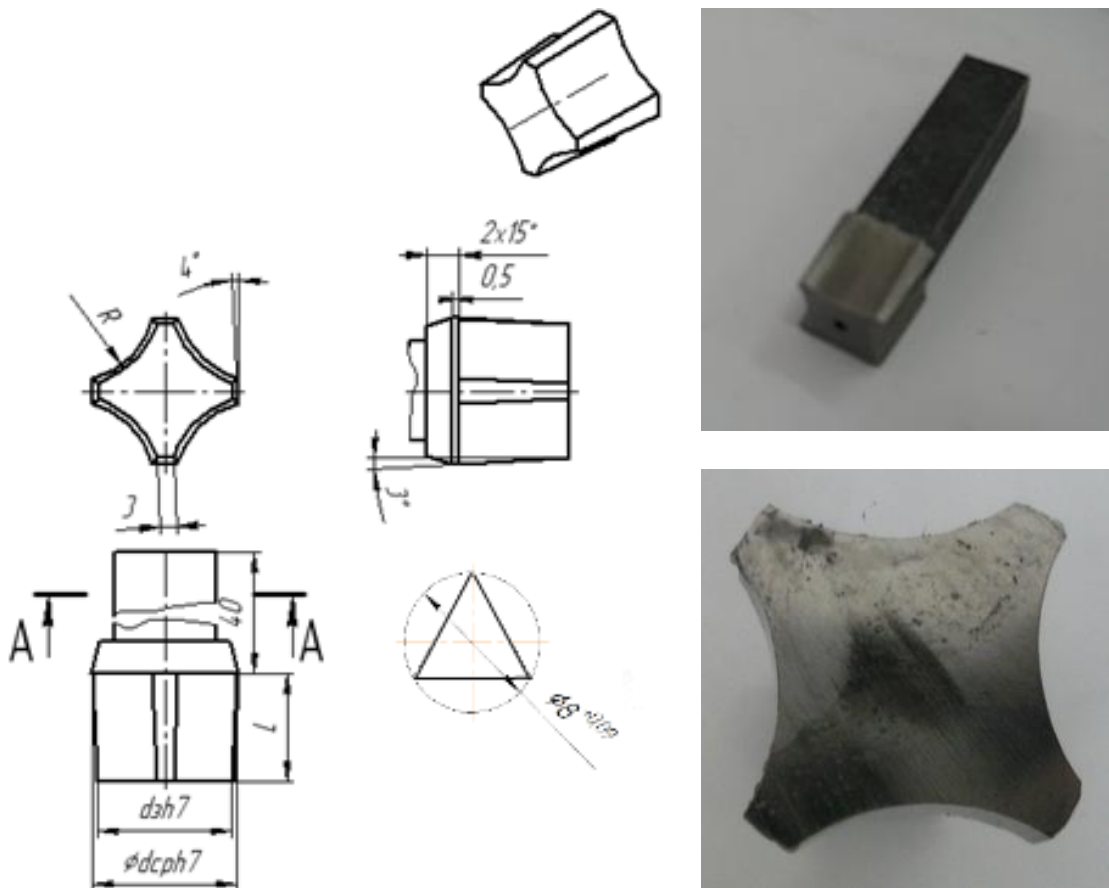


Рисунок 7 – Деформуючий інструмент

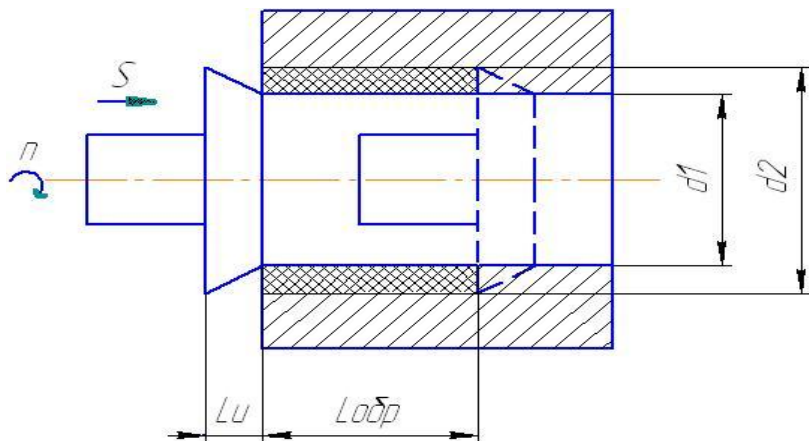


Рисунок 8 – Схема обробки деформуючим інструментом

З схеми (рис.8.):

$$L_u = S \cdot N_{об}, \quad (8)$$

де L_u - довжина робочої частини інструменту, мм; S – осьова подача інструменту, мм/об; $N_{об}$ – число обертів інструменту, при якому буде забезпечено необхідне число циклів $N_{цикл}$ при заданій кількості пір'їв інструменту $N_{пер}$ (3-4)

$$N_{об} = N_{цикл} / N_{пер} \quad (9)$$

За результатами моделювання процесу формоутворення трубних різьб в глухих отворах визначені конструктивні і технологічні параметри деформуючого інструменту для обробки стандартних різьб першого (переважного) ряду.

У четвертому розділі розроблено методику проектування технологічної операції обробки глухих різьбових отворів у деталях із алюмінієвого сплаву АК12М2 з використанням деформуючого інструменту.

На підставі існуючої обробки поданої номенклатури деталей і типових технологічних процесів механічної обробки з наступною обробкою методами просочення компаундами у вакуумі запропоновано зміни до структури технологічного процесу забезпечення герметичності виробів. Після механічної обробки згідно з технологічним процесом із застосуванням таких видів обробки як свердління, зенкерування й розточування, заготовка надходить на контрольну операцію. Перевірка на якість методами візуального огляду дозволяє виявити наявність пір і раковин, які виникли після видалення механічним способом шару металу. В базовому технологічному процесі після механічної обробки деталі вибраковувались у разі розкриття пір розміром понад 1 мм, що складало до 20% виробів, а інші піддавалися подальшому просоченню компаундами. У запропонованому технологічному процесі розкриті пори розміром до 1,6 мм усуваються методами поверхнево-пластичного деформування з застосуванням розробленого деформуючого інструменту з подальшою накаткою різьби деформуючими мітчиками, знижуючи частку браку до 5%.

Згодом після обробки різними методами деталі перевіряються на стендах по вимірюванню негерметичності за умови, що витік не повинен перевищувати $40 \text{ см}^3/\text{хв}$. У разі невиконання умови щодо просочування деталей визнається непридатною і брак вважається не виправним. У разі виконання умови деталей є придатною і відповідає вимогам ГОСТ52720-2007.

Для відпрацювання операції з використанням деформуючого інструменту проведено лабораторне випробування для оцінки якості поверхні, що оброблюється. В якості заготовки вибрані моделі-зразки зі сплаву АК12М2, які використані раніше для дослідження закономірностей механіки ППД. Використовувався наступний комплект інструменту: свердло діаметром 18 та 19,5 мм, деформуючий інструмент діаметром 19 мм і безстружковий мітчик з трубною циліндричною різьбою G1/2" з кроком 1,814 мм. Розточування здійснювалося із застосуванням соняшникової олії, як носія з високим умістом олеїнової кислоти, застосовуючи техніку мінімального змащування (рис.9).

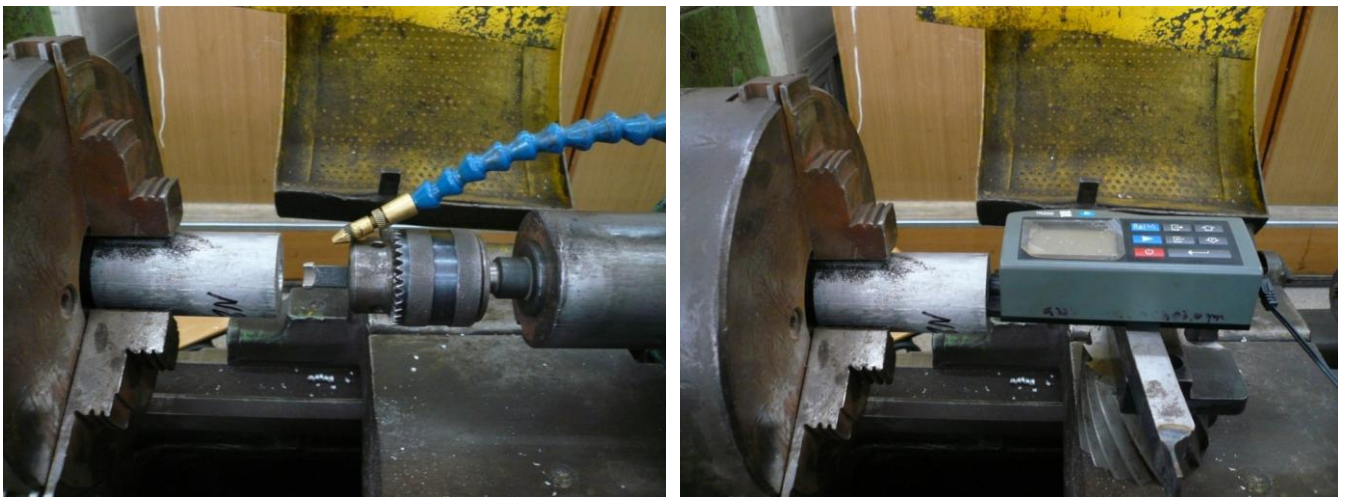


Рисунок 9 – Обробка деформуючим інструментом та вимірювання шорсткості

Усі етапи проведення експерименту фіксувалися за допомогою цифрової фотокамери. За результатами замірів шорсткості отвору побудована діаграма (рис.10).

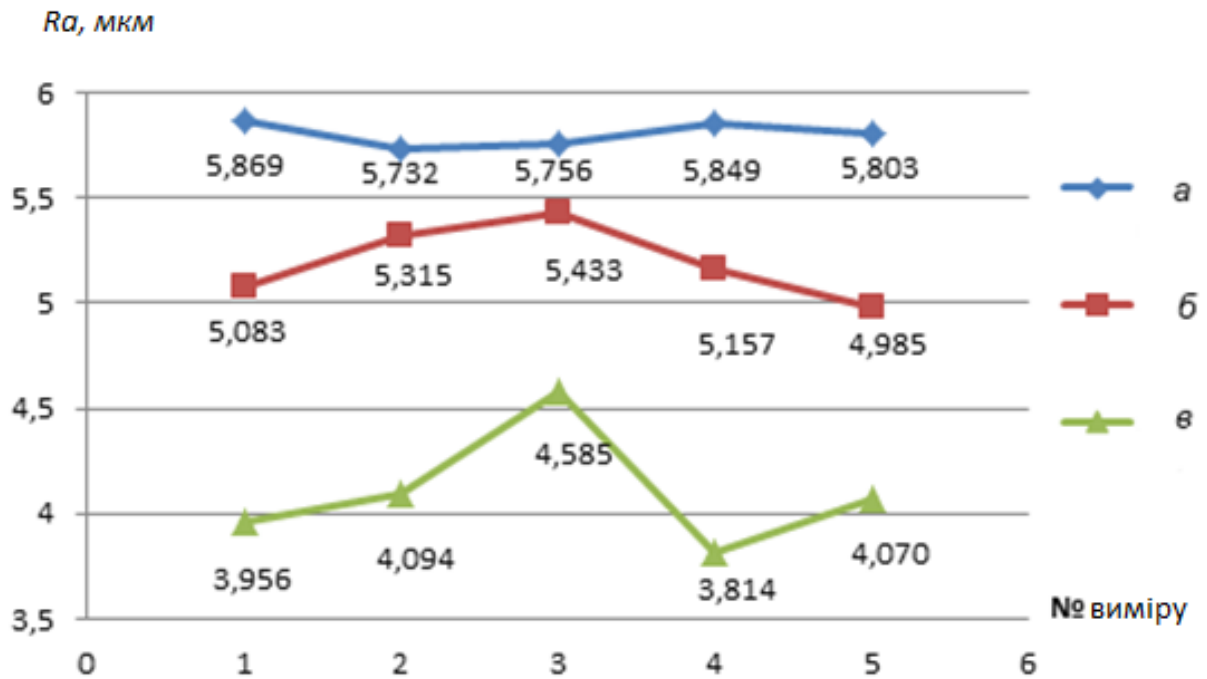


Рисунок 10 – Діаграма шорсткості отвору
 а) після свердління отвору Ø18мм; б) після деформування;
 в) після розсвердлення Ø19,5мм

За графіками видно, що шорсткість поверхні після свердління, подальшого деформування та розсвердлення різні. Після свердління отримали поверхню з середнім значенням шорсткості $Ra = 5,78$ мкм. Застосувавши метод поверхневого деформування з використанням розробленого інструменту, отримали поверхню з середнім значенням шорсткості $Ra = 5,19$ мкм. Дослідивши зріз з використанням мікротвердоміру ПМТ-3, переконалися, що був отриманий щільний поверхневий шар, який «закриває» розкриті після свердління пори. Оскільки в процесі деформування поверхні відбувається накопичення пошкоджень поверхневого шару, внаслідок чого він стає лускатим, проведено повторне розсвердлення отвору. Після розсвердлення отримана поверхню ще більш високої якості. Середнє значення шорсткості склала 4,10 мкм за шкалою Ra . Потім в отворі була сформована різьба за допомогою безстружкового мітчика.

Виконано аналіз поверхневого шару різьби шляхом дослідження шліфів (рис.11), які виготовлялися із застосуванням повстяного полірувального кола на установці мікрошліф. Дослідження шліфів здійснювалися в лабораторних умовах із застосуванням мікротвердоміру ПМТ-3. Визначено також, що різьба має якісний щільний поверхневий шар (рис.12).

Для практичного використання були визначені параметри і режими роботи деформуючого інструменту для обробки трубних різьб у глухих отворах у литому алюмінієвому сплаві АК12М2.

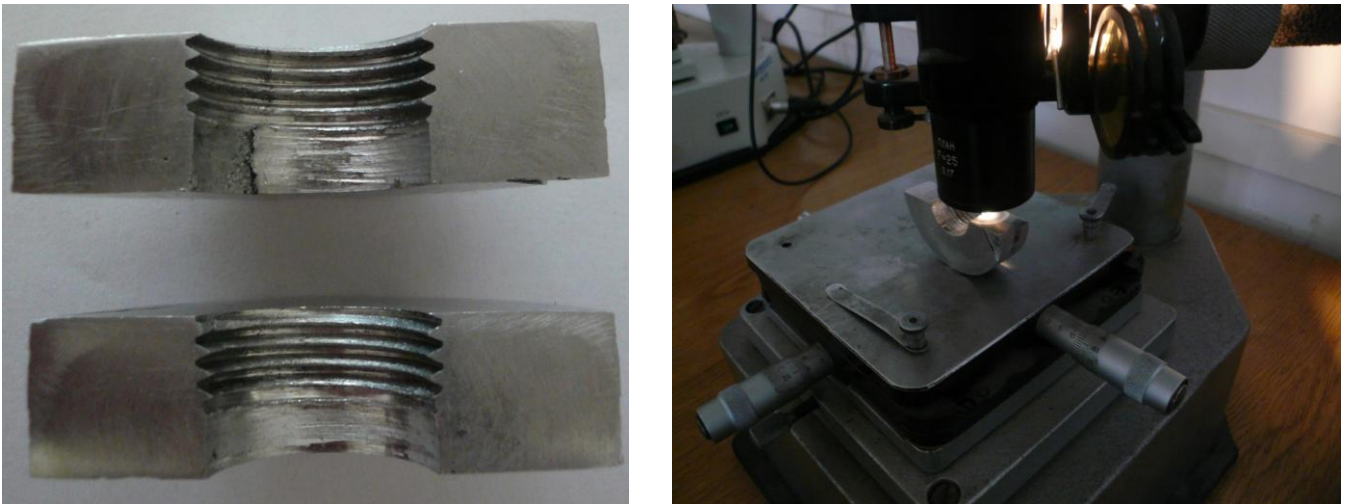


Рисунок 11 – Шліфи досліджуваного зразка з різьбою G1/2”

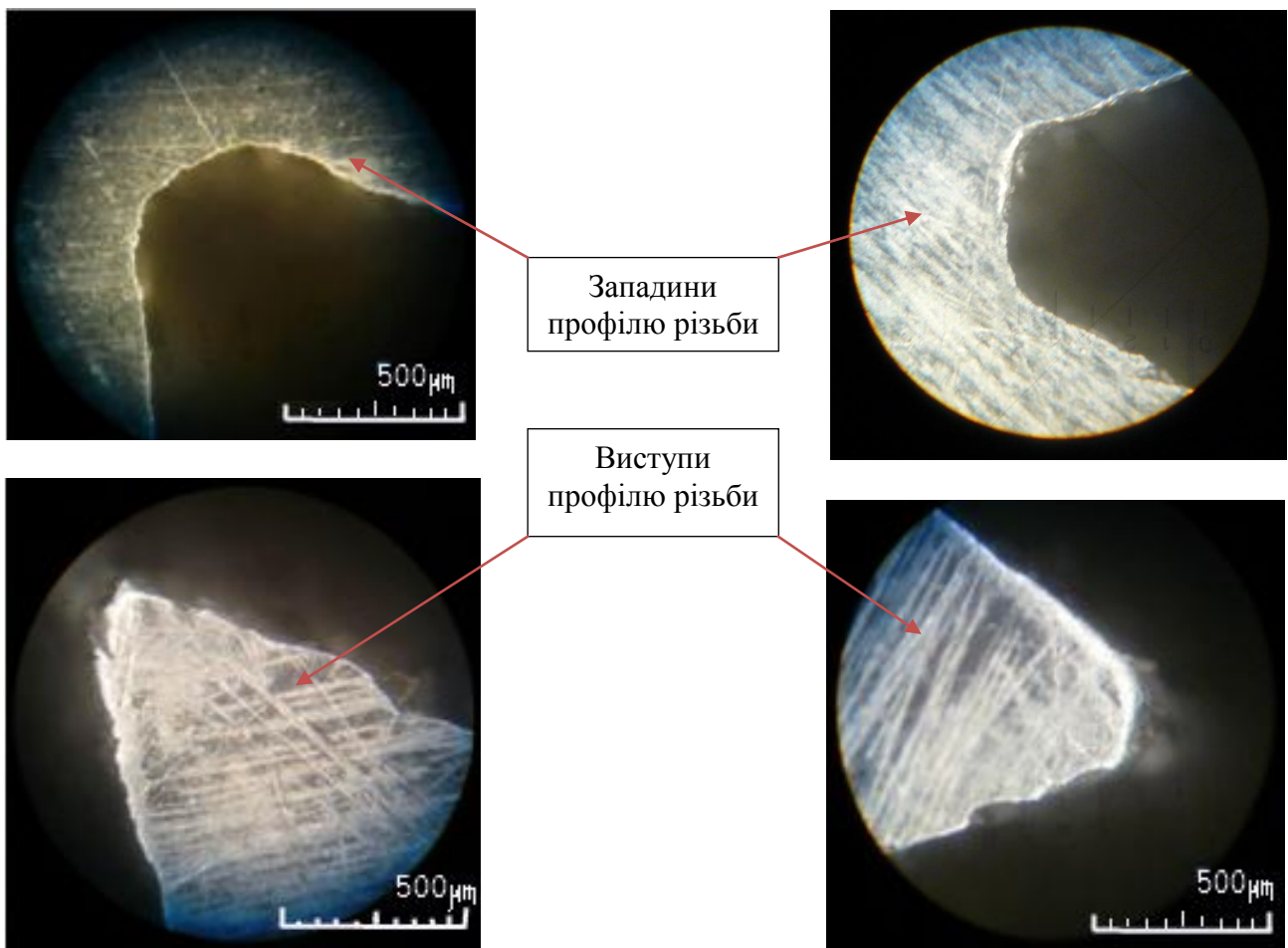


Рисунок 12 – Дослідження мікроструктури поверхневого шару різьби

В п'ятому розділі наведено результати практичного впровадження перспективного технологічного процесу обробки глухих різьбових отворів у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю. Обробку глухих отворів новим деформуючим інструментом показано на прикладі деталі корпусу крана пневморозподільника ПКР25 і отримання герметичних рознімних з'єднань у деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю. Надані

практичні рекомендації щодо технологічного забезпечення герметичності різьбових з'єднань деталей на основі поверхнево-пластичного деформування, які введені на підприємствах.

Результати експериментальних досліджень свідчать, що впровадження перспективного технологічного процесу обробки різьбового отвору корпусу крана замість просочення у вакуумі дозволило підвищити продуктивність, зменшити шорсткість поверхні оброблених поверхонь з'єднання, а також підвищити подальшу експлуатаційну надійність. Оброблялося 50 деталей зі сплаву АК12М2 за ГОСТ1583-93 з діаметром отвору $D=19$ мм після свердління, зенкерування та обробки деформуючим інструментом з подальшим накочуванням трубної різьби G1/2". Обробка проводилася при наступних режимах деформування: частота обертання шпинделя $n=45$ об/хв; осьова подача $S=1,6$ мм/об. За критерій точність обробки прийнято відхилення діаметра під обробку деформуючим мітчиком. Вимірювання параметрів проводили за допомогою профілометра TR200. Випробування проводилися на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н125. В якості СОТС використовували рослинне масло, яке подається в зону обробки за допомогою техніки мінімального змащування.

У результаті проведених випробувань отримані наступні результати: відхилення від номінального розміру під накатку різьби не більше 10,0 мкм; продуктивність процесу деформування до 60 шт./год.; знос деформуючого інструменту після обробки 50 деталей – 10 мкм; стійкість деформуючого інструменту до повного зносу – 5000 шт.; шорсткість утворюючої отвору до отримання різьби – $Ra = 0,32 - 0,16$ мкм. Це свідчить про достатньо високу ефективність і якість обробки глухих різьбових отворів та працездатність деформуючого інструменту. Визначено стабільність процесу отримання трубної різьби в глухих отворах. Виправна здатність деформуючого інструменту дозволяє знизити трудомісткість наступної операції накатки трубної різьби.

Після виготовлення деталі ПКР25 з газо-усадкового алюмінієвого сплаву АК12М2 по запропонованому технологічному процесу досліджено її макроструктуру ($\times 100$) на шліфах, а саме форму профілю западин і виступів різьби. Первинний контроль якості різьбових з'єднань визначали візуальним способом виявлення недоліків, таких як розкриті пори і неякісний профіль різьби. Остаточні дані отримували порівнянням результатів випробування на герметичність за допомогою випробувального стенду, який знаходиться на ВАТ «Пневматика» (м. Сімферополь). Розрахунок виробничої собівартості комбінованої технології в умовах даного підприємства показав, що очікуваний економічний ефект складе 18207 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково-технічну задачу підвищення якості виготовлення глухих різьбових отворів у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів, отриманих литтям під тиском (з газо-усадковою пористістю), при застосуванні деформуючого інструменту для забезпечення герметичності різьбових з'єднань у виробі пнеумоапаратури, що працюють під тиском до 1 МПа.

1. На основі системного аналізу проблеми забезпечення якості виготовлення й отримання герметичних рознімних з'єднань у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю, отриманих литтям під тиском, встановлено, що при отриманні різьб традиційними методами з використанням ріжучих мітчиків відбувається «розтин» пор, які можуть утворювати систему наскрізних каналів і стати причиною браку (до 20% виробів), який не можна виправити навіть подальшими методами просочення компаундами.

2. Практика використання методу поверхнево-пластичного деформування при формоутворенні поверхонь дозволила припустити перспективність застосування його для підготовки поверхневого шару глухих отворів у литих алюмінієвих сплавах з газо-усадковою пористістю шляхом формування щільного безпористого поверхневого шару як основи забезпечення герметичності різьбових з'єднань.

3. На основі дослідження технологічних особливостей алюмінієвого сплаву АК12М2 і процесу поверхнево-пластичного деформування визначено умови забезпечення якості оброблюваної поверхні в залежності від кількості циклів і кута деформації. Розроблено математичну модель взаємодії деформуючого інструменту і заготовки, що дозволяє оцінити напрямок і величину результуючої сили деформування при обробці глухих отворів, а також визначені основні параметри деформуючого інструменту та режимів його роботи (кількість циклів навантаження 12-13, кут деформації 4 градуси, швидкість деформації $\zeta=3.77$ м/хв при поперечній подачі $S=0.05$ мм/об) для забезпечення необхідної якості обробки поверхні під різьбу в глухих отворах деталей зі сплаву АК12М2.

4. Аналіз результатів обробки деформуючим інструментом показав, що брак у вигляді неповного профілю різьби виникає внаслідок неточного розрахунку середнього діаметра отвору під наковчання. Отримана модель профілю трубної різьби для розрахунку діаметра під обробку наковчуванням дала можливість визначити середній діаметр отвору під наковчання для трубних різьб першого (переважного) ряду. Розрахункові конструктивні й технологічні параметри обробки поверхнево-пластичним деформуванням сплаву АК12М2 дозволили створити новий деформуючий інструмент для глухих отворів (Патент України на корисну модель № 56193, Бюл. № 1 від 10.01.2011 р.).

5. Розроблено технологічну операцію з використанням деформуючого інструменту як частину перспективного технологічного процесу обробки глухих різьбових отворів у корпусних деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю. Якщо в базовому технологічному процесі після механічної обробки деталі вибраковуються в разі розкриття пір розміром понад 1 мм (інші піддаються подальшому просоченню компаундами), то в запропонованому технологічному процесі розкриті пори розміром до 1,6 мм усуваються обробкою деформуючим інструментом, знижуючи частку браку до 5%.

6. Розроблені практичні рекомендації та результати теоретичних і експериментальних досліджень щодо підвищення якості обробки глухих різьбових отворів деформуючим інструментом впроваджені на ВАТ «Пневматика» (м. Сімферополь) при розробці технологічних процесів обробки виробів пневмоапаратури, що працюють під тиском до 1МПа.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Абдулкеримов И.Д. Повышение герметичности литых деталей пневмоаппаратуры изготовленных из алюминиевых сплавов с помощью бесстружечных метчиков / И.Д. Абдулкеримов, В.Н. Падерин. //Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2008. – № 74. – С. 3–6.

Здобувач провів аналіз можливостей підвищення герметичності литих деталей пневмоапаратури за допомогою поверхнево-пластичного деформування.

2. Падерин В.Н. О влиянии обработки точных отверстий методом холодного пластического деформирования на повышение герметичности литых под давлением деталей пневмоаппаратуры / В.Н.Падерин, А.В.Дудко, И.Д. Абдулкеримов. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – №1. – С. 61–63.

Здобувач провів аналіз інструменту для обробки отворів методами поверхнево-пластичного деформування.

3. Абдулкеримов И.Д. Получение герметичной резьбы в пористом литейном алюминиевом сплаве / И.Д.Абдулкеримов, В.Н.Падерин, Ю.А.Цеханов. //Високі технології в машинобудуванні. – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2008. – № 2. – С. 3–5.

Здобувачем запропоновано методикау дослідження механіки ППД литих алюмінієвих сплавів.

4. Абдулкеримов И.Д. Повышение качества поверхности глухих отверстий в литых деталях пневмоаппаратуры изготовленной из алюминиевых сплавов /И.Д.Абдулкеримов. // Високі технології в машинобудуванні. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2010. – № 1. – С. 3–7.

Здобувачем запропоновано математичну модель деформуючого інструменту, що дозволяє визначати довжину інструменту від кількості циклів з урахуванням осьової подачі при обробці глухих отворів.

5. Абдулкеримов И.Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений при изготовлении деталей с газо-усадочной пористостью /И.Д.Абдулкеримов. // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2011. – № 79. – С. 3–8.

Здобувачем представлений деформуючий інструмент з конструктивними і технологічними параметрами.

6. Абдулкеримов И.Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей на основе поверхностно пластического деформирования / И.Д.Абдулкеримов. // Сучасні технології в машинобудуванні. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2012. – №7. – С. 88–94.

Здобувачем запропоновано новий технологічний процес, що забезпечує герметичності різьбових з'єднань, із застосуванням деформуючого інструменту.

7. Абдулкеримов И.Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей / И.Д.Абдулкеримов. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 6. – С. 38–41.

Здобувачем представлені результати дослідження якості поверхні глухих отворів в литих деталях пневмоапаратури.

8. Абдулкеримов И.Д. Технологическое обеспечение качества резьбовых соединений деталей на основе поверхностно пластического деформирования /И.Д.Абдулкеримов. // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2013. – № 83. – С. 10–17.

Здобувачем представлені результати аналізу поверхонь мікроструктурних знімків з використанням програми «FemtoScan Online».

9. Абдулкеримов И.Д. Расчет предполагаемого объема пористости и неметаллических включений при проектировании отливок, получаемых литьем под давлением, и их влияние на негерметичность /И.Д.Абдулкеримов, В.Н.Падерин. //Сборник научных статей «Вчені записки Кримського інженерно-педагогічного університету». – 2008. – № 16. – С. 54–57.

Здобувач провів аналіз можливостей зменшення газо-усадоочної пористості при проектуванні виливків і як наслідок зменшення браку.

10. Абдулкеримов И.Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей пневмоаппаратуры на основе поверхностно пластического деформирования /И.Д.Абдулкеримов. //Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ».– 2014. – №84. – С. 3–10. *Здобувач представив результати експериментальних досліджень обробки отворів корпусу пневматичного крана із застосуванням нового технологічного процесу.*

11. Пермяков А. А. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей на основе поверхностно-пластического деформирования / А.А. Пермяков, И. Д. Абдулкеримов // Наукові нотатки: зб. наук. праць. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – Вип. 52. – С. 231–236.

Здобувач запропонував новий підхід до вирішення науково-технічної задачі технологічного забезпечення герметичності різьбових з'єднань деталей з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю деформуючим інструментом.

12. Абдулкеримов И. Д. Обеспечение качества изготовления глухих резьбовых отверстий в корпусных деталях из алюминиевых сплавов с газоусадоочною пористостью деформирующим инструментом / А. А. Пермяков,, И. Д. Абдулкеримов // Сборник научных трудов “Проблемы проектирования и автоматизации в машиностроении: сборник научных трудов. Серия: «Проектирование и применение режущего инструмента в машиностроении» / Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. [Текст]. – Ирбит: ЗАО «ОНИКС», 2015. – С. 84–91. *Здобувач представив результати експериментальних досліджень обробки глухих отворів із застосуванням нових технологічних операцій і переходів.*

13. Пат. № 56193 Україна. Инструмент для обробки глухих отворів в деталях з алюмінієвих сплавів, отриманих литтям./ Абдулкеримов І.Д., Цеханов Ю.А., Падерин В.Н., Куркчи Е.У. – Заявл. 18.05.2010; опубл. 10.01.2011; Бюл. № 1. *Здобувач запропонував нову конструкцію деформуючого інструменту для обробки глухих отворів.*

14. Абдулкеримов И. Д. Анализ исследований по вопросу влияния ППД на качество резьбы в литых алюминиевых сплавах / И. Д. Абдулкеримов, В.Н. Падерин. // Прогрессивные направления развития машино-приборостроительных отраслей и транспорта. Материалы Международной

научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Севастополь, 12-16 мая 2008 года). Севастополь: СевНТУ, 2008. – С. 34.

Здобувач виконав системний аналіз досліджень про вплив ППД на якість різьби в алюмінієвих сплавах.

15. Абдулкеримов И. Д. Способ получения качественной поверхности глухих отверстий в деталях полученных литьем сплавах / И. Д. Абдулкеримов. // Збірник тез доповідей ІХ Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції «Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї-наука-виробництво». – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – С. 174.

Здобувачем запропоновано шляхи підвищення герметичності різьбових з'єднань у виробках пневмоапаратури.

16. Абдулкеримов И. Д. Технологічне забезпечення герметичності різьбових з'єднань при виготовленні деталей з матеріалів з газо-усадковою пористістю. / И.Д. Абдулкеримов. // Тези доповідей ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука,техніка, технології, освіта, здоров'я». – Харків: НТУ «ХП», 2011. – С. 82.

Здобувачем запропоновано гіпотезу про забезпечення герметичності різьбових з'єднань деформуючим інструментом.

17. Абдулкеримов И. Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений при изготовлении деталей с газо-усадочной пористостью. / И. Д. Абдулкеримов, Сулейманов Э. // Тезисы докладов Пятой конференции молодых ученых и специалистов «Сверхтвердые, композиционные материалы и покрытия: получение, свойства, применение». – Морское: ИСМ НАН Украины, 2011. – С. 3.

Здобувачем представлені експериментальні дані для створення деформуючого інструменту.

18. Абдулкеримов И. Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей на основе поверхностно пластического деформирования. / И. Д. Абдулкеримов. // Тези доповідей ХІІ Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції «Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво». – Київ: НТУ «КП», 2012. – С. 7.

Здобувачем представлені експериментальні дані, що забезпечують конструктивні параметри створення деформуючого інструменту.

19. Абдулкеримов И. Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей на основе поверхностно пластического деформирования. / И. Д. Абдулкеримов. // Инновационные материалы и технологии: достижения, проблемы, решения. Школа семинар по фундаментальным основам создания инновационных материалов и технологий. Материалы Международной научно-технической конференции (г. Комсомольск-на-Амуре, 21-22 июня 2013года). Ч.1. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2013. – С. 14.

Здобувачем представлені експериментальні дані з аналізу мікроструктури поверхні до і після деформування.

20. Абдулкеримов И. Д. Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений в деталях с газо-усадочной пористостью. /

И.Д. Абдулкеримов, А.А. Пермяков // Технологии XXI века: Сборник тезисов по материалам 20-й Международной научной конференции. Ч.1. – Сумы: СНАУ, 2014. – С. 38.

Здобувачем представлений аналіз технологій забезпечення герметичності різними методами.

21. Пермяков А.А. О герметичности резьбовых соединений в деталях из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью. / Пермяков А.А., Абдулкеримов И. Д. // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2015): матеріали тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів 19–22 травня 2015 року) – Чернігів: ЧНТУ, 2015.– С. 120.

Здобувачем представлений деформуючий інструмент і його конструктивні параметри з урахуванням даних, які отримані при моделюванні механіки ППД литого алюмінієвого сплаву АК12М2.

22. Пермяков А.А., Абдулкеримов И.Д. Обеспечение качества изготовления глухих резьбовых отверстий в корпусных деталях из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью // Труды XXV Международной конференции «Новые технологии в машиностроении» (3-8 сентября 2015 г., Коблево). – Харьков: НАКУ «ХАИ». – 2015. – С.24-25.

Здобувачем представлений спосіб обробки деформуючим інструментом і його конструктивні параметри.

АНОТАЦІЇ

Абдулкеримов І.Д. Технологічне забезпечення якості різьбових з'єднань у глухих отворах деталей з алюмінієвих сплавів деформуючим інструментом. – На правах рукописи.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2016.

Дисертація присвячена вирішенню проблеми технологічного забезпечення герметичності різьбових з'єднань деталей з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю деформуючим інструментом.

У роботі проведено аналіз існуючих систем обробки глухих отворів у деталях з газо-усадкових матеріалів.

Проведено аналітичне та експериментальне дослідження методу механічної обробки різьбових отворів при застосуванні деформуючого інструменту з урахуванням моделювання процесу формоутворення трубних різьб у глухих отворах деформуючим інструментом. Розроблено конструктивні й технологічні параметри деформуючого інструменту для глухих отворів під трубну різьбу в деталях з алюмінієвих сплавів з газо-усадковою пористістю.

Теоретично обґрунтовано можливість забезпечення якісного поверхневого шару глухих отворів після ППД сплаву АК12М2.

Запропоновано нові конструкції інструменту та практичні рекомендації щодо вибору режимів обробки, що забезпечують високу ефективність обробки глухих різьбових отворів.

Економічний ефект від упровадження основних положень роботи у виробництво становить 18207 грн.,

Ключові слова: технологічний процес, глухі отвори деталей, різьбове з'єднання, алюмінієвий сплав, лиття під тиском, газо-усадкова пористість, деформуючий інструмент.

Абдулкеримов И.Д. Технологическое обеспечение качества резьбовых соединений в глухих отверстиях деталей из алюминиевых сплавов деформирующим инструментом. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, 2016.

Диссертация посвящена решению научно-технической задачи технологического обеспечения герметичности резьбовых соединений деталей из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью деформирующим инструментом.

В работе проведен анализ существующих систем обработки глухих отверстий в алюминиевых сплавах из газо-усадочных материалов, выявлены основные факторы, определяющие качество и производительность процесса обработки отверстий. Показано, что для таких процессов как обеспечение необходимых эксплуатационных характеристик соединений нужно управлять параметрами состояния поверхностного слоя в процессе их изготовления, а также уметь рассчитывать их на стадии проектирования технологического процесса.

Показано исследование технологических свойств алюминиевого сплава АК12М2, полученного литьем под давлением, а именно проведено моделирование ППД литейного алюминиевого сплава АК12М2, а также сравнение свойств поверхности до и после ППД и влияние угла деформации с учетом количества циклов ППД на качество поверхности.

Проведено аналитическое и экспериментальное исследование метода механической обработки резьбовых отверстий при применении деформирующего инструмента с учетом моделирования процесса формообразования дюймовых резьб в глухих отверстиях деформирующим инструментом. Исследовано формирование плотного поверхностного слоя из пористой структуры материала как вариант повышения герметичности. Разработаны конструктивные и технологические параметры деформирующего инструмента для глухих отверстий под трубную резьбу в деталях из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью.

Разработана математическая модель взаимодействия деформирующего инструмента и заготовки, позволяющая оценить направление и величину результирующей силы деформирования при обработке глухих отверстий, а также определены основные параметры деформирующего инструмента. Теоретически обоснована возможность обеспечения качественного поверхностного слоя глухих отверстий после ППД сплава АК12М2.

Разработана методика проектирования технологических операций обработки глухих резьбовых отверстий в деталях из алюминиевого сплава АК12М2 при

использовании деформирующего инструмента на основе алгоритма выбора маршрута обработки и выбора оборудования и технологического оснащения, а также технологических параметров обработки.

Предложены новые конструкции инструмента и практические рекомендации по выбору режимов обработки, обеспечивающих высокую эффективность обработки глухих резьбовых отверстий.

Результаты проведенных исследований позволили дать практические рекомендации по внедрению результатов работы на ОАО «Пневматика» (г. Симферополь), а именно показана обработка на примере детали корпус крана ПКР25 и получены герметичные резьбовые соединения в деталях из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью. Проведено сравнение качества резьбовых соединений, получаемых по базовому и новому варианту обработки и оценка экономической эффективности. Это позволило снизить технологическую себестоимость и получить экономический эффект в размере 18207 грн., за счёт снижения трудоёмкости обработки, затрат на инструмент и технологические жидкости.

Ключевые слова: технологический процесс, глухие отверстия деталей, резьбовое соединение, алюминиевый сплав, литье под давлением, газо-усадочная пористость, деформирующий инструмент.

Abdulkerimov I.D. Technological maintenance of quality of threaded joints in blind holes of parts made of aluminum alloys deforming tool. - Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.02.08 - technology of mechanical engineering. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, 2016.

The dissertation is devoted to the processing to ensure the tightness of threaded connections of details from aluminum alloys deformed gas shrinkage porosity tool .

Analytical and experimental research method of machining of the threaded holes in applying deforming tools based modeling of the process of forming a trumpet groove in blind holes deforming tool.

Theoretically grounded possibility of the surface layer of quality blind holes after PPD alloy AK12M2 .

The new design tools and practical advice on selecting treatment regimes that ensure maximum processing efficiency deaf threaded holes.

The economic effect of the introduction of the main provisions of the production of 18,207.44 UA.

Key words: process, details of blind holes, threaded connection, aluminum alloy, injection molding, gas shrinkage porosity, deforming tool.

Підписано до друку 10.03.2016 р. Формат 60x90/16.
Папір Сору Рарег. Друк – ризографія. Гарнітура Таймс. Умов.друк.арк. 0,9.
Обл.вид.арк. 0,9. Наклад 100 прим. Зам. №1383

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ»
(ФО-П Миронов М.В., Свідоцтво ВО4№022953)
м. Харків, вул. Червонопрапорна, 3 літер Б-1
Тел. 7-170-354

