

УДК 621.923

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ РІЗЬБОВИХ ОТВОРІВ У ГОРЛОВИНАХ БАЛОНІВ НА АВТОМАТИЧНИХ ЛІНІЯХ

Новіков Ф.В., докт. техн. наук, Іванов І.Є.

(м. Харків, Україна)

На основі структурно-параметричного аналізу і синтезу розробтан ефективний технологічний процес механічної обробки різьбового отворстия в горловине баллона

При виготовленні балонів в умовах масового виробництва на високопродуктивних автоматичних лініях виникає ряд складних задач по забезпеченню точності і стабільності механічної обробки отворів з конічним різьбленням у горловинах балонів, виготовлених із легованої сталі 30ХМА, що приводить до значних втрат від браку (15,5%). Це зв'язано, по-перше, з тим, що в процесі закатування (методами пластичного деформування) горловини балона утворюється отвір діаметром 6...16 мм початкової значної некруглості (рис. 1), по-друге, у складності точної установки балона на верстаті в умовах масового виробництва. Це приводить до неспіввісності балона і шпинделя верстата, збільшення нерівномірності припуску, що знімається. В результаті порушується рівновага сил різання, що діють на ріжучі леза осьового багатолезового інструмента, деформуються елементи технологічної системи і виникають різного роду похибки обробки отвору, які важко усунути на переходах розсвердлювання, зенкерування і розгортання, що передують переходу нарізування конічного різьблення мітчиком. Виходячи із цього, зроблений висновок про необхідність підвищення точності обробки отвору на переходах, що передують переходу нарізування конічного різьблення, за рахунок зменшення або навіть вилучення випадкових похибок обробки, обумовлених пружними переміщеннями в технологічній системі [1,2]. Для рішення даної задачі важливо математично виразити величину пружного переміщення через параметри обробки і теоретично обґру-



Рис. 1. Горловини балонів у розрізі.

нтувати найбільш ефективні шляхи його зменшення, що властиво, і повинно стати основою розробки нового прогресивного технологічного процесу виготовлення отворів з конічним різьбленням у горловинах балонів. Однак, аналіз літературних джерел показав, що величина пружного пере-

міщення, як функція сили різання, традиційно математично описується у вигляді емпіричних залежностей, які в порівнянні з аналітичними залежностями

не дають загального уявлення про технологічні можливості процесу обробки і значно звужують діапазон можливих рішень. Тому важливо розробити математичну модель визначення величини пружного переміщення в технологічній системі і відповідно похибок обробки на основі аналітичного опису сили різання при механічній обробці отвору. Це дозволить науково обгрунтовано підійти до структурно-параметричного аналізу і синтезу технологічного процесу, вибору оптимального маршруту і параметрів обробки, прогресивної схеми базування заготовок балонів і в цілому – до розробки ефективного технологічного процесу виготовлення отворів з конічним різьбленням у горловинах балонів. Виходячи із цього, метою роботи є підвищення точності механічної обробки різьбових отворів у балонах в умовах масового виробництва на основі теоретично обгрунтованого вибору оптимального маршруту обробки і параметрів технологічних переходів.

На основі теоретичних рішень [3,4] розроблена математична модель визначення похибок при механічній обробці отвору з початковою значною некрутлістю і обгрунтовані умови їхнього зменшення. Для цього аналітично описана

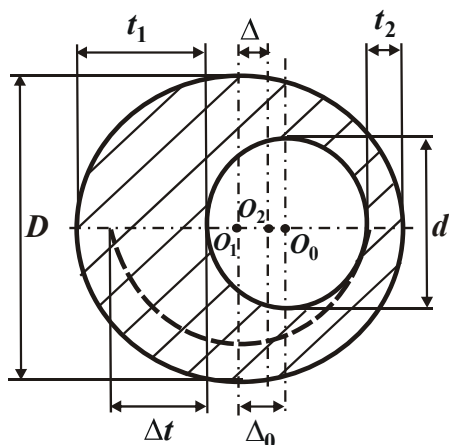


Рис. 2. Розрахункова схема величини зміщення осі обробленого отвору відносно її номінального положення Δ .

де ΔP_y – найбільша різниця радіальних складових сил різання, що діють на обидва леза свердла, Н; c – жорсткість технологічної системи в радіальному напрямку, Н/м; $K_{рез} = P_z / P_0$ – коефіцієнт різання; $P_0 = \sqrt{P_y^2 + P_x^2}$; P_z, P_y, P_x – тангенціальна, радіальна і осьова складові сили різання, Н; $\sigma = P_z / S_{срез}$ – умовна напруга різання, Н/м²; $S_{срез}$ – площа поперечного перерізу зрізу, м²; S – подача, м/об; $\Delta t = t_1 - t_2 = 2 \cdot \Delta_0$ – найбільша різниця глибин різання, які припадають на обидва леза свердла, м; Δ_0 – величина відхилення між осями отвору балона і свердла, м; 2φ – подвійний кут у плані свердла.

При цьому теоретично встановлено, що виникаюча при розсвердлюванні похибка форми оброблюваного отвору визначається величиною Δt і її проекціями Δt_y і Δt_x на координатні осі, які в загальному виді описуються залежностями:

величина зміщення осі обробленого отвору відносно її номінального положення Δ (рис. 2), яка дорівнює величині пружного переміщення, що виникає в технологічній системі внаслідок порушення умови рівноваги радіальних складових сил різання, що діють на різучі леза осьового багатолезового інструменту (наприклад, свердла при розсвердлюванні отвору):

$$\Delta = \frac{\Delta P_y}{c} = \frac{\sigma \cdot S \cdot \Delta t \cdot \cos \varphi}{K_{рез} \cdot c} = \frac{2\sigma \cdot S \cdot \Delta_0 \cdot \cos \varphi}{K_{рез} \cdot c}, \quad (1)$$

$$\Delta t = 2 \cdot \Delta_0 \cdot \cos \alpha; \quad \Delta t_y = \Delta_0 \cdot \sin 2\alpha; \quad \Delta t_x = 2 \cdot \Delta_0 \cdot \cos^2 \alpha, \quad (2)$$

де α – кут, що визначає поточне положення лез свердла ($0 \dots 360^\circ$).

Очевидно, найбільші значення величин $\Delta t_y = \Delta_0$ (при $\alpha = 45^\circ$) і $\Delta t_x = 2 \cdot \Delta_0$ (при $\alpha = 0$) відрізняються у два рази, а найменше значення Δt_y (при $\alpha = 90^\circ$) дорівнює нулю, тобто найменший діаметр обробленого отвору дорівнює діаметру свердла. Цим показано, що найбільше і найменше значення діаметрів обробленого отвору будуть різні.

Із залежності (2) також витікає, що найбільше значення Δt досягається при умові $\alpha = 0$ і дорівнює $2 \cdot \Delta_0$. На основі даної умови визначена залежність (1), яка у явному вигляді не містить складові сили різання. Замість них у залежність входять параметри силової напруженості процесу різання σ і $K_{рез}$, які виражаються через параметри обробки. Це дозволяє по-новому підійти до виявлення і обґрунтування умов зменшення величини Δ , і відповідно до вибору прогресивної схеми базування заготовки балона, оптимального маршруту обробки і параметрів технологічних переходів. Заслуговує на увагу той факт, що величини Δ і Δt не залежать від діаметрів оброблюваного d і обробленого D отворів, а в узагальненому виді визначаються Δ_0 .

Виходячи із залежності (1), основними умовами зменшення похибки обробки Δ є зменшення параметрів $\sigma / K_{рез}$, Δ_0 і збільшення φ , c , рис. 3. Очевидно, зменшення величини Δ за рахунок зменшення подачі S не зовсім ефективно, тому що вимагає зниження продуктивності обробки. Для оцінки значимості кожного із зазначених вище умов і можливостей практичної реалізації в роботі проведений їхній детальний аналіз. На першому етапі досліджувалося відношення $\sigma / K_{рез} = P_0 / S_{срез}$, що за аналогією з умовною (по суті, нормальною) напругою різання $\sigma = P_z / S_{срез}$ визначає умовне дотичне напруження різання. Для цього отримані аналітичні залежності для визначення параметрів σ , $K_{рез}$ і $\sigma / K_{рез}$ при свердлінні, тобто при зміні поточного значення радіуса свердла R_i в межах $0 \dots R$:

$$\sigma = \sigma_{сж} \cdot \left(\frac{1}{K_{рез}} + 1 \right); \quad K_{рез} = \frac{\left(1 + f \cdot \frac{S}{2\pi \cdot R_i} \right)}{\left(f - \frac{S}{2\pi \cdot R_i} \right)}; \quad \frac{\sigma}{K_{рез}} = \frac{\sigma_{сж}}{K_{рез}} \cdot \left(\frac{1}{K_{рез}} + 1 \right), \quad (3)$$

де $\sigma_{сж}$ – межа міцності на стиск оброблюваного матеріалу, Н/м²; f – коефіцієнт тертя оброблюваного й інструментального матеріалів; R – радіус свердла, м.

Із залежностей (3) витікає, що зменшити відношення $\sigma / K_{рез}$ і відповідно величину Δ можна за рахунок збільшення коефіцієнта різання $K_{рез}$, що зменшується зі збільшенням поточного значення радіуса свердла R_i , рис. 4,а. Оскільки коефіцієнт різання $K_{рез}$ – позитивна величина, то, виходячи із залежностей

тей (3), процес різання може здійснитися за умови $R_i > S / 2\pi \cdot f$. За умови $R_i \leq S / 2\pi \cdot f$ має місце лише пружно-пластичне деформування оброблюваного металу без утворення стружки, що охоплює відносно невелику зону ($R_i < 1$ мм). Цим властиво і пояснюється необхідність створення на свердлах конусів і перемичок, які дозволяють перевести метал із зони пружно-пластичного деформування в зону різання, а потім видалити його.

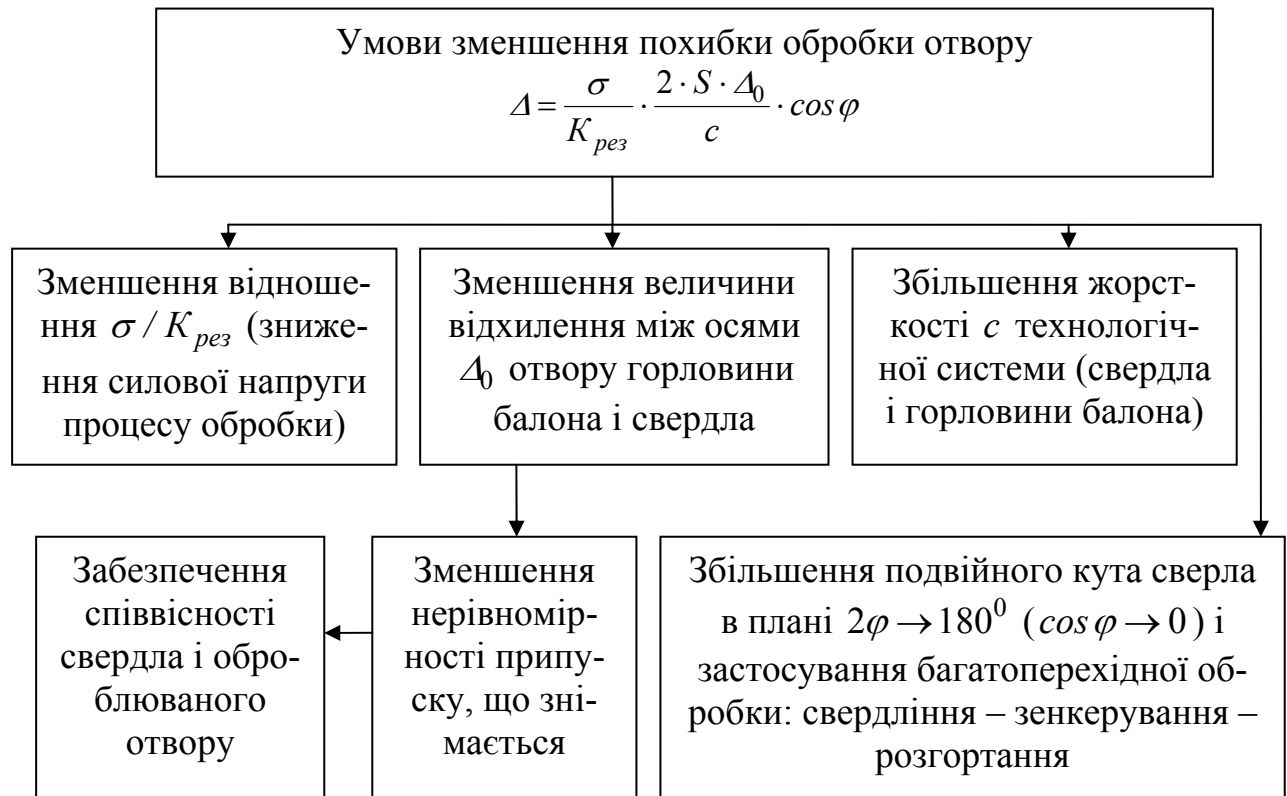


Рис. 3. Структурна схема умов зменшення похибки обробки отвору з початковою значною некруглістю.

Розрахунками встановлено, що зі збільшенням R_i у діапазоні $R_i > S / 2\pi \cdot f$ відношення $\sigma / K_{рез}$ не залишається постійним, а збільшується, рис. 4,б. Це пов'язано зі змінністю робочого переднього кута свердла уздовж його леза внаслідок різної довжини гвинтової лінії, утвореної точками леза. Причому, зі збільшенням R_i інтенсивність росту $\sigma / K_{рез}$ істотно зменшується. Отже, при розсвердлюванні отвору $\sigma / K_{рез}$ в першому наближенні можна розглядати постійним, що не залежить від R_i , а визначається залежністю (3) за умови $R_i = R$. Зменшити $\sigma / K_{рез}$, виходячи із залежності (3), можна збільшенням $K_{рез}$ шляхом збільшення подачі S і зменшення коефіцієнта тертя f . Цим показано, що S неоднозначно впливає на величину u , яка визначається залежністю (1). Разом з тим, розрахунками встановлено, що в остаточному підсумку зі збільшенням подачі S величина Δ збільшується, однак з інтенсивністю ни-

жче лінійної залежності. Таким чином, обґрунтовані можливості зменшення величини Δ за рахунок зменшення $\sigma / K_{рез}$.

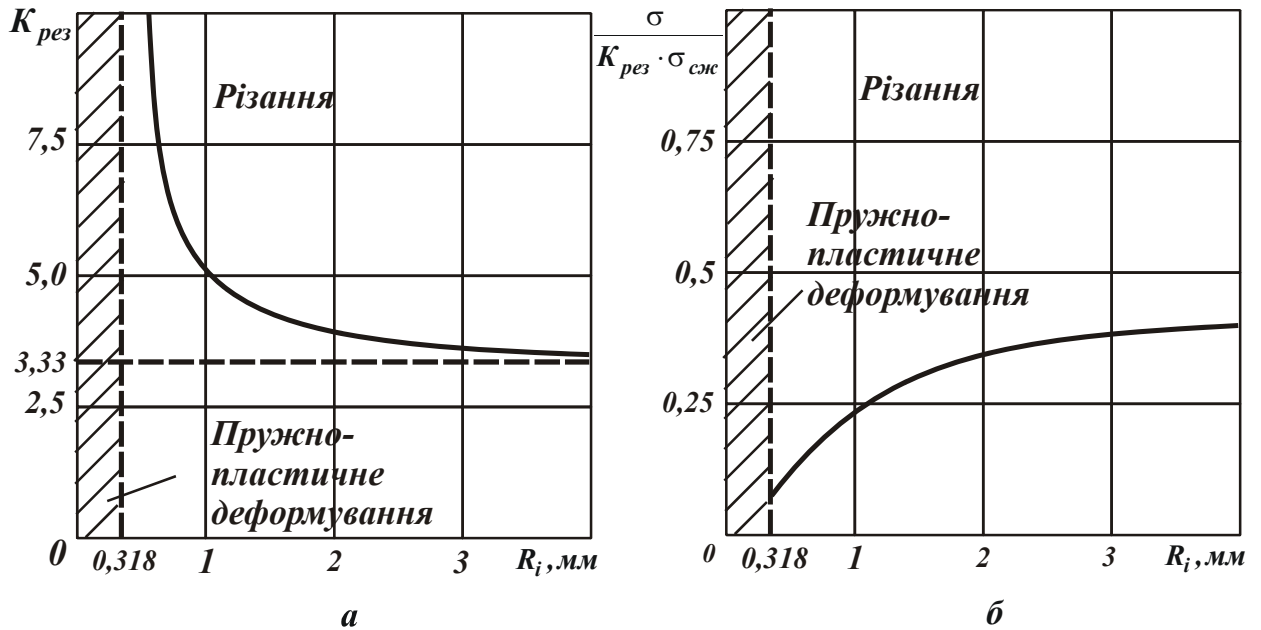


Рис. 4. Залежності $K_{рез}$ (а) і $\sigma / K_{рез} \cdot \sigma_{сж}$ (б) від R_i ($f = 0,3$; $S = 0,6$ мм/об).

У роботі отримані залежності для визначення тангенціальної P_z , радіальної P_y і осьової P_x складових сили різання при розсвердлюванні, розглядаючи $\sigma / K_{рез}$ незалежним від R_i , що визначається залежністю (3) за умови $R_i = R$:

$$P_z = \sigma \cdot S \cdot t; \quad P_y = \frac{\sigma}{K_{рез}} \cdot S \cdot t \cdot \cos \varphi; \quad P_x = \frac{\sigma}{K_{рез}} \cdot S \cdot t \cdot \sin \varphi. \quad (4)$$

Отримані також аналітичні залежності для визначення радіальної P_y і осьової P_x складових сили різання при свердлінні і їх рівнодіючої $P_0 = \sqrt{P_y^2 + P_x^2}$ з урахуванням змінності відношення $\sigma / K_{рез}$ від R_i :

$$P_y = P_0 \cdot \cos \varphi; \quad P_x = P_0 \cdot \sin \varphi;$$

$$P_0 = 0,5 \sigma_{сж} \cdot S \left\{ R \cdot f(1+f) - \frac{S \cdot \sin \varphi}{2\pi} \cdot (1+f^2) \cdot (1+2f) \ln \left(1 + \frac{2\pi R}{f \cdot S \cdot \sin \varphi} \right) + \left(\frac{S}{2\pi} \right)^2 (1+f^2)^2 \sin \varphi \cdot \left[\frac{2\pi}{f \cdot S} - \frac{1}{\left(\frac{R}{\sin \varphi} + \frac{f \cdot S}{2\pi} \right)} \right] \right\}. \quad (5)$$

Як видно, складові сили різання тим менше, чим менше параметри $\sigma_{сж}$, S , f і R . Збільшення кута φ приводить до зменшення P_y і збільшення P_x . Це погодиться з відомими експериментальними даними і свідчить про можливість зменшення величини Δ за рахунок регулювання напрямком дії сили різання при свердлінні. Новим у даному розрахунку є те, що враховано змінність пе-

реднього кута γ уздовж леза свердла й відповідно змінність силової напруженості процесу різання, яка описується параметрами σ і $K_{рез}$. Далі в роботі обґрунтовані можливості зменшення величини Δ відповідно до залежності (1) за рахунок збільшення жорсткості технологічної системи c і величини Δ_0 . Для цього отримана аналітична залежність для визначення $c = 1/(1/c_1 + 1/c_2)$, де c_1 , c_2 – жорсткості свердла і оброблюваного балона в радіальному напрямку, Н/м. Як видно, c однаковою мірою залежить від параметрів c_1 і c_2 . Із урахуванням специфіки кріплення свердла і оброблюваного балона, збільшити c можна за умови $c_2 > c_1$. Це досягається застосуванням ефективної схеми базування заготовки балона, що забезпечує як збільшення c , так і зменшення величини Δ_0 . У цьому випадку c буде визначатися головним чином жорсткістю свердла $c_1 = 0,033 \cdot E \cdot D^4 / l^3$, де D , l – діаметр і довжина виступаючої частини свердла, м; E – модуль пружності матеріалу свердла, Н/м². Як видно, за рахунок зміни параметрів D , l (які входять у залежність із великими ступенями) можна істотно збільшити жорсткість c_1 , зменшити прогин свердла й тим самим підвищити точність обробки отвору.

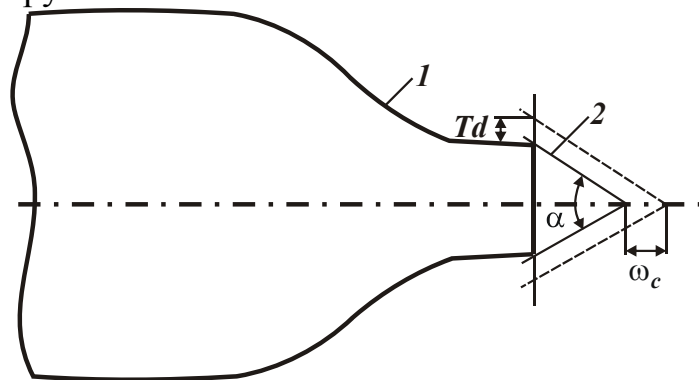


Рис. 5. Розрахункова схема відхилення ω_c торця горловини балона: 1 – горловина балона; 2 – базуючий конус.

В роботі обґрунтована ефективність застосування схеми базування балона по крайці торця його горловини (утвореної перетинанням зовнішньої циліндричної і торцевої поверхонь горловини балона). Показано, що вона дозволяє збільшити жорсткість кріплення балона, фактично вилучити похибки базування і пружні переміщення горловини балона в радіальному напрямку. Для її здійснення необхідно забезпечити перпендикулярність зовнішньої циліндричної і торцевої поверхонь горловини балона шляхом сполучення їхньої обробки. Необхідно також сполучити обробку зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь горловини балона з метою забезпечення їхньої концентричності. Для цього доцільно застосування спеціальної інструментальної головки, що містить свердло, прохідний і підрізний різці.

При даній схемі базування буде виникати відхилення ω_c торця горловини балона в осьовому напрямку (рис. 5), що приведе до розкиду діаметрів отворів на переходах обробки конічним зенкером і конічною розгорткою. Усунути виникаюче відхилення можна застосуванням системи автоматизованого піднала-

годження зупинки робочого ходу інструментальної головки. Установлено, що $\omega_c = Td / 2tg(\alpha / 2)$, де Td – допуск на зовнішній діаметр, м; α – кут базуючого конуса. Тому забезпечити задане значення Td можна зменшенням величини пружного переміщення y , що виникає в технологічній системі при поздовжньому точінні циліндричної поверхні горловини балона, згідно залежності:

$$y = \frac{t}{\left(1 + \frac{c \cdot K_{pez}}{\sigma_{сжс} \cdot S}\right)}, \quad (6)$$

де t – глибина різання, м; S – поздовжня подача, м/об; c – жорсткість технологічної системи, Н/м; $K_{pez} = ctg(\psi - \gamma)$; ψ – умовний кут тертя оброблюваного матеріалу з передньою поверхнею різця ($tg \psi = f$ – коефіцієнт тертя інструментального і оброблюваного матеріалів); γ – позитивний передній кут різця.

Це досягається збільшенням жорсткості технологічної системи c шляхом застосування спеціальної конструкції кондуктора і збільшенням коефіцієнта різання K_{pez} при поздовжньому точінні (головним чином за рахунок збільшення переднього кута різця γ до значення умовного кута тертя ψ оброблюваного металу з передньою поверхнею різця), а також зниженням нерівномірності припуску, що знімається, (глибини різання t) і зменшенням подачі S .

У роботі виконано структурно-параметричний аналіз і синтез технологічного процесу механічної обробки різьбового отвору в горловині балона, що дозволило остаточно вибрати оптимальний маршрут і параметри обробки, прогресивну схему базування заготовки балона. Для цього зроблена оцінка впливу нерівномірності припуску, тобто величини Δ_0 у відповідності до залежності (1), на параметри точності обробки отворів із застосуванням методу математичної статистики. У зв'язку із цим, за допомогою спеціально розроблених контрольних пристосувань для виміру радіального биття циліндричної і сферичної частини горловини $\varnothing 70$ мм щодо циліндричної частини балона були визначені відхилення осі горловини від осі циліндричної частини балона і відхилення осі циліндричної частини балона від осі шпинделя інструментальної головки, тобто величини Δ_0 . У результаті встановлено, що відхилення осі горловини від осі циліндричної частини балона, яке визначає точність заготовки балона, складає 0,2...1,0 мм. Це значно менше, ніж відхилення осі циліндричної частини балона від осі шпинделя інструментальної головки, яке складає 0,8...2,2 мм. Отже, основною причиною появи нерівномірного припуску і відповідно утворення некруглості отвору при розсвердлюванні є неспіввісність циліндричної частини балона і шпинделя інструментальної головки, усунути яку можна застосуванням більш прогресивної схеми базування заготовки балона, наприклад, описаної в другому розділі роботи.

Були виконані виміри найменшого D_{0min} і найбільшого D_{0max} діаметрів отворів і їх різниці ΔD після розсвердлювання свердлом $\varnothing 22$ мм зі сталі Р6М5 в 50-ти балонах по базовому технологічному процесу ($S=0,28$ мм/об; $V=22$ м/хв). Встановлено, що діапазони розкиду значень D_{0min} і D_{0max} відрізняються,

а значення D_{0min} концентруються в основному в інтервалі 21,9...22,1 мм, що відповідає діаметру свердла, рис. 6. Це погодиться з теоретичними результатами, які впливають із залежностей (2), і свідчить про те, що після розсвердлювання мають місце значні похибки розміру і форми оброблених отворів.

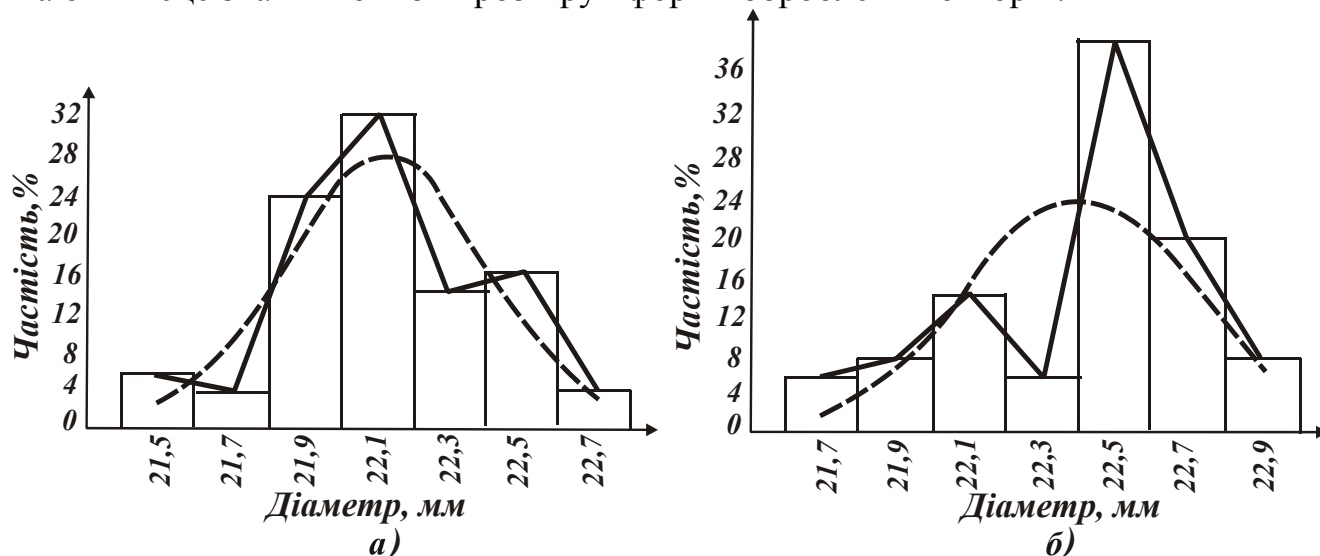


Рис. 6. Гістограми та криві розподілу найменшого D_{0min} (а) і найбільшого D_{0max} (б) діаметрів отворів після розсвердлювання.

Були також виконані виміри величини відхилення від співвісності горловини балона (діаметром 48 мм) і отвору в ньому (діаметром 22 мм) після розсвердлювання і зенкерування конічним зенкером АМ 14977-500 зі сталі Р6М5 $\text{Ø}22/25$ мм із конусністю $2tg\varphi/2=3:25$, $\varphi=6^{\circ}51'36''$; $S=0,7$ мм/об; $V=12$ м/хв, рис. 7. Установлено, що діапазон розкиду значень даної величини після розсвердлювання приблизно такий же як і різниці найбільшого діаметра D_{0max} обробленого отвору і діаметра свердла. В обох випадках значення зазначених величин концентруються в основному в діапазоні 0,2...0,7 мм. Отже, у першому наближенні величину відхилення від співвісності горловини балона і отвору в ньому після розсвердлювання можна розглядати рівною різниці найбільшого діаметра D_{0max} обробленого отвору і діаметра свердла, що обумовлено виникаючим в технологічній системі пружним переміщенням величиною Δ . Це погодиться з отриманими теоретичними результатами і свідчить про вірогідність розробленої математичної моделі формування похибок отвору при механічній обробці.

З рис. 7 впливає, що після розсвердлювання утворюється отвір зі значною некруглістю, яку складно усунути на наступному технологічному переході зенкерування. При цьому встановлено, що необхідна якість нарізування конічного різьблення досягається при відхиленні осі горловини балона від осі отвору (після зенкерування) не більше ніж на 0,4 мм. При порушенні цієї умови частина оброблених балонів буде забракована по одному з параметрів конічного різьблення.

На рис. 7,б заштрихованим показаний відсоток браку балонів, що дорівнює 15%. Тому для зниження відсотка браку балонів по якості нарізування конічного різьблення варто зменшити відхилення осі горловини балона від осі

отвору при розсвердлюванні не менш чим на 0,4 мм, а при зенкеруванні не менш, ніж на 0,3 мм, що забезпечується застосуванням більш ефективної схеми базування балона.

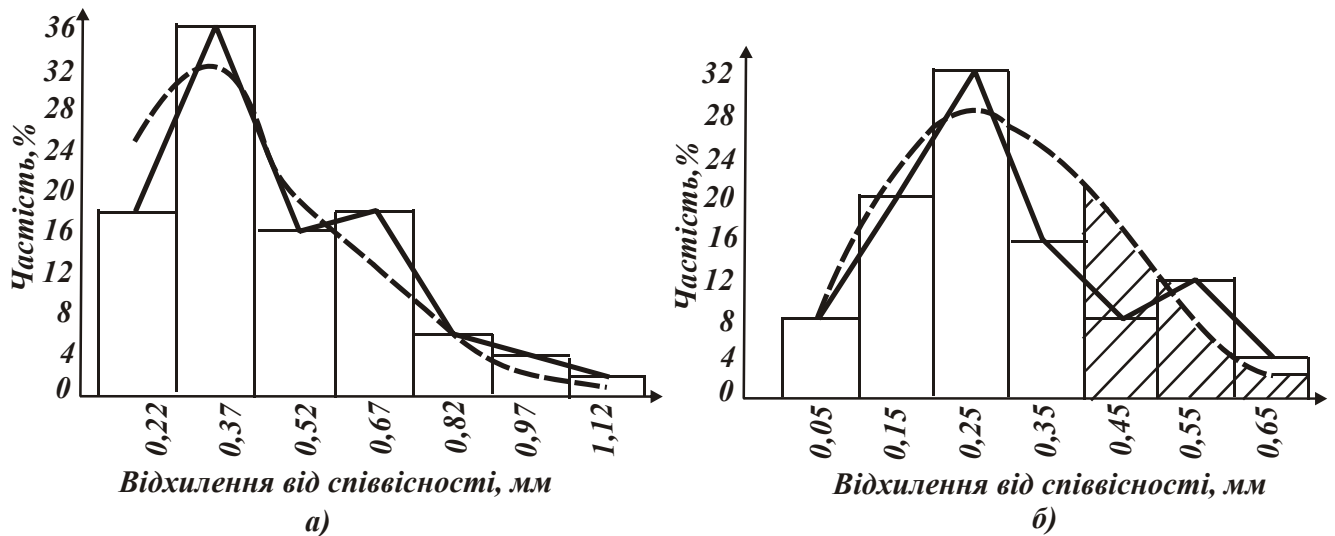


Рис. 7. Гістограми та криві розподілу величин відхилень (в мм) від співвісності горловини балона і отвору в ньому після розсвердлювання (а) і зенкерування (б).

Експериментальні дані по точності обробки отворів добре погодяться з відповідними експериментальними даними по якості нарізування конічного різьблення ($S=1,814$ мм/об; $V=8,5$ м/хв). Так, в 1670 оброблених балонів по базовому технологічному процесу виявлено 15,5% балонів з неякісно нарізаним різьбленням, що відповідає заштрихованій частині на рис. 7,б. Визначено основні види дефектів різьблення в кількісному вираженні: “рване різьблення” (4,31%), ослаблене (2,84%) і туге (2,75%) різьблення, неповний профіль різьблення (2,27%), поломка мітчика (3,35%). Показано, що однією з причин появи дефектів різьблення, поряд з нерівномірністю припуску, що знімається, є значний розкид діаметрів отворів на переходах зенкерування та нарізування різьби мітчиком, який обумовлений розкидом координати положення основної площини конічного отвору в осьовому напрямку. У зв'язку із цим, для визначення умов якісного конічного різьблення, в роботі теоретично визначена довжина ходу мітчика в напрямку подачі. Аналітично встановлений зв'язок координати положення основної площини конічного отвору в осьовому напрямку з кількістю витків конічного різьблення. Теоретично показано, що забезпечення заданої точності положення основної площини конічного отвору в осьовому напрямку в межах $\pm 0,15$ мм дозволяє нарізати 9–10 витків різьблення і виконати вимоги по якості виготовлення.

На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено ефективний технологічний процес механічної обробки різьбового отвору в горловині балона (рис. 8), що реалізує оптимальний маршрут обробки із застосуванням нових технічних рішень: прогресивної схеми базування – по крайці торця горловини балона за допомогою базуючого конуса; розробленої конструкції спеціальної інструментальної головки, що містить свердло, прохід-

ний і підрізний різці та забезпечує концентрацію переходів і створення чистової технологічної бази; розробленої системи автоматизованого підналагодження зупинки робочого ходу інструментальної головки і спеціального пристосування для її точного встановлення. Для підвищення жорсткості технологічної системи й точності обробки, а також зниження навантаження на напрямні силового стола розроблена конструкція кондуктора, що сприймає реакції сил різання. Робота інструментальної головки з використанням кондуктора дозволила зменшити вібрації і відхилення осі шпинделя щодо осі оброблюваного отвору.

Розроблений оптимальний маршрут обробки включає п'ять переходів: на першому переході виконується одночасна обробка поверхонь, що забезпечують базування горловини балона, на другому, третьому й четвертому переходах – розсвердлювання, зенкерування і розгортання отвору, на п'ятому – нарізування в отворі конічного різьблення. У відповідності із залежністю (1), розроблений технологічний процес забезпечує підвищення точності оброблюваного отвору за рахунок збільшення жорсткості технологічної системи c і зменшення величини відхилення між осями Δ_0 оброблюваного і обробленого отворів, тобто зменшення неспіввісності горловини балона і шпинделя інструментальної головки.

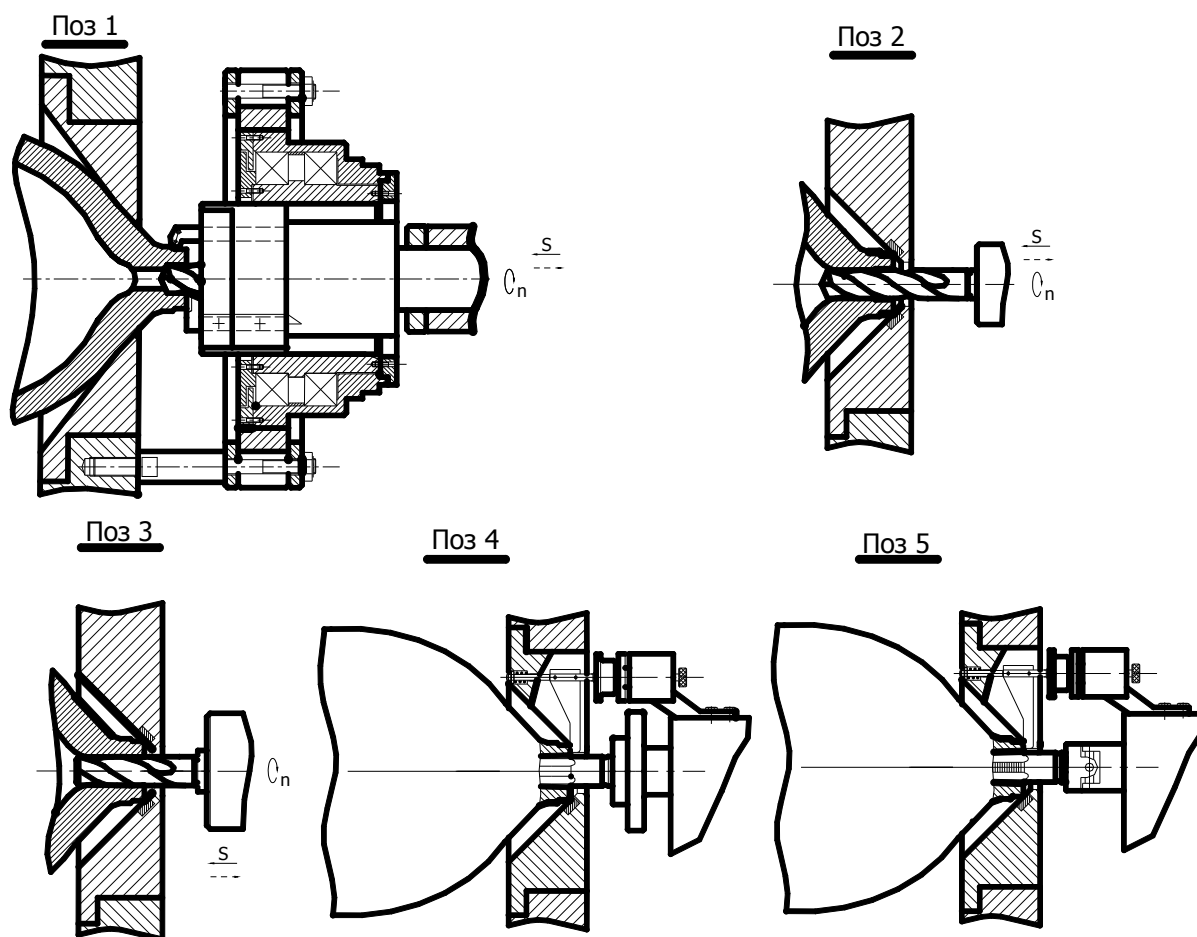


Рис. 8. Розроблений технологічний процес механічної обробки різьбового отвору в горловині балона.

Проведено комплекс експериментальних досліджень параметрів точності отворів, оброблених на переходах розсвердлювання і зенкерування по розробленому технологічному процесі (рис. 9). Установлено, що розкид значень параметрів точності при обробці по розробленому технологічному процесі значно менше, ніж при обробці по базовому технологічному процесі (рис. 7). Це свідчить про вірогідність розробленої в роботі математичної моделі визначення похибок при обробці отвору і ефективність запропонованого технологічного процесу обробки.

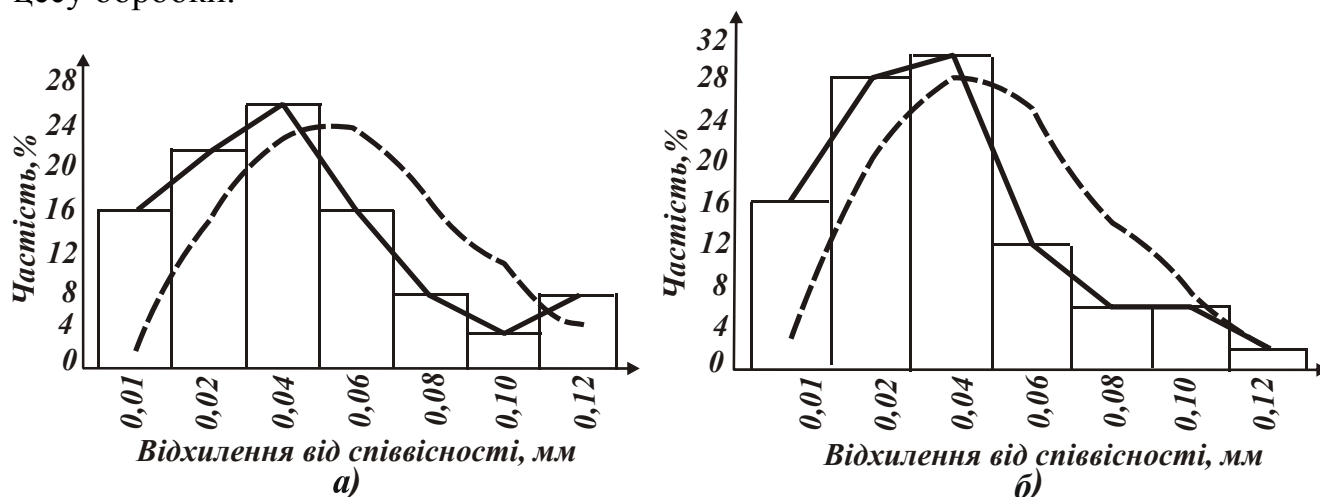


Рис. 9. Гістограми та криві розподілу величин відхилень від співвісності горловини балона (діаметром 48 мм) і отвору в ньому (діаметром 22 мм) після розсвердлювання (а) і зенкерування (б).

Таблиця 1
Результати контролю різьблення W 27.8 ДСТ 9909-81 у балонах, оброблених по базовому і розробленому технологічних процесах

Варіанти технологічного процесу	Усього оброблено балонів, шт	Усього забраковано балонів, шт/%	У тому числі по видах дефектів, шт/%				
			рване різьблення	ослаблене різьблення	туге різьблення	неповний профіль різьблення	поломка мітчика
Базовий	1670	260/15,5	72/4,31	48/2,84	46/2,75	38/2,27	56/3,35
Новий	1670	22/1,31	6/0,35	4/0,24	4/0,24	3/0,18	5/0,3

Виконано експериментальну оцінку якості нарізаного конічного різьблення в отворах партії балонів по розробленому технологічному процесу обробки. Встановлено, що з 1670 оброблених балонів лише в 22 балонах (а це 1,31% загальної кількості балонів) було нарізано неякісне конічне різьблення, табл. 1. Відповідно до базового технологічного процесу, з 1670 оброблених балонів неякісно нарізане різьблення виявилось в 260 балонах (15,5%). Отже, застосування нового технологічного процесу дозволило в 11,83 рази зменшити втрати від браку по різьбленню й привести їх до економічно прийнятної для виробництва

ва рівня – 1,31%. При цьому час обробки одного балона на автоматичній лінії залишився таким же як і в базовому технологічному процесі.

На основі одержаних результатів створена промислова технологія механічної обробки різьбових отворів у горловинах балонів в умовах масового виробництва, яка впроваджена у балонному цеху ВАТ “Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча”.

Список літератури:

1. Новиков Ф.В., Иванов И.Е. Повышение эффективности механической обработки высокоточного резьбового отверстия в горловине газового баллона // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2006. – Вып. 70. – С. 350-355.

2. Новиков Ф.В., Иванов И.Е. Разработка математической модели формирования погрешностей при механической обработке отверстия // Високі технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2006. – Вип. 2 (13). – С. 87-94.

3. Новиков Ф.В., Иванов И.Е. Технологическое обеспечение точности и стабильности изготовления внутренних герметических резьб в горловинах газовых баллонов в условиях крупносерийного и массового производства // Труды 12-й Межд. научн.-техн. конф. – Физические и компьютерные технологии. – Х.: ХНПК “ФЭД”, 2006. – С. 3-9.

4. Новиков Ф.В., Иванов И.Е. Аналитическое описание и исследование параметров силовой напряженности процесса сверления // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Матеріали Міжн. наук.-практ. конф. – Х.: Вид-во “Курсор”. – 2007. – С. 164-175.