**Стасовський Юрій Миколайович. Розвиток теорії та удосконалення технології виробництва холоднодеформованих прецизійних труб з використанням процесів волочіння : Дис... д-ра наук: 05.03.05 – 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Стасовський Ю.М. Розвиток теорії та удосконалення технології виробництва холоднодеформованих прецизійних труб з використанням процесів волочіння. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05.- Процеси і машини обробки тиском.- Державний трубний інститут, Дніпропетровськ, 2002.  Дисертація присвячена розробці нових наскрізних технологій виробництва холоднодеформованих прецизійних труб з чорних та кольорових металів.  Уперше теоретично та експериментально досліджено нестаціонарний процес деформування нетрадиційної трубної заготовки (гільзи артилерійських пострілів – НТЗ) за комплексною наскрізною технологією (у три етапи) із застосуванням процесів волочіння. Одержано нові аналітичні вирази для визначення параметрів технологічного процесу виробництва прецизійних труб.  Запропоновано метод проектування технологічних маршрутів виробництва прецизійних труб за наскрізними технологіями, уперше експериментально визначено критерії – критичний ступінь відносної деформації – для розрахунку уніфікованих розмірів переробної трубної заготовки, виявлено закономірності зміни шорсткості внутрішньої поверхні труб при волочінні на оправці, визначено вимоги до якості поверхні вихідної трубної заготовки.  На базі теоретичних положень та технологічних режимів видано практичні рекомендації на проектування і створення нових міні-заводів і міні-виробництв з виготовлення прецизійних труб зовнішнім діаметром від 40 до 0,3 мм і з товщиною стінки до 0,017 мм з чорних і кольорових металів в умовах України. | |
| |  | | --- | | У дисертації наведене теоретичне узагальнення і нове вирішення науково-технічної проблеми, що виявляється в розробці: **науково обґрунтованих наскрізних ресурсозберігаючих технологій промислового виробництва холоднодеформованих прецизійних труб із чорних та кольорових металів із застосуванням процесів волочіння та використанням зварної, безшовної і нетрадиційної (гільзи артилерійських пострілів) трубної заготовки.**  **1. З аналізу літературних джерел витікає, що сучасний стан теорії і технології виробництва холоднодеформованих прецизійних труб із чорних та кольорових металів не задовольняє попит трубної промисловості через недостатнє забезпечення необхідних якісних показників. Це обмежує розвиток пріоритетних галузей промисловості і робить розглянуту в роботі проблему актуальною.**  **2. Вперше розроблено теоретичні положення нестаціонарного процесу волочіння нетрадиційної трубної заготовки із змінними по довжині зовнішнім та внутрішнім діаметрами, а також товщиною стінки**. **Результати аналітичних досліджень реалізовано у вигляді математичної моделі цього процесу.**  Виконано аналіз нестаціонарного процесу волочіння НТЗ з використанням енергетичного балансу підведених та затрачуваних потужностей чисельними методами рішення. Встановлено вплив низки факторів (коефіцієнта витяжки, показника сил тертя на оправці, кута конусності волоки, співвідношення довжини зони редукування та зони обтиснення стінки, відношення діаметра до товщини стінки) на величину напруження волочіння.  Порівняння одержаних даних із результатами виконаних експериментальних досліджень показало їх достатню збіжність.  **3. Вперше виявлено закономірності зміни шорсткості внутрішньої поверхні труб при волочінні на оправці з урахуванням впливу характеристик поверхонь заготовки та інструменту, технологічних мастил і деформаційно-швидкісних параметрів, визначено вимоги до шорсткості поверхні вихідної трубної заготовки.**  Установлено, що ступінь зменшення шорсткості внутрішньої поверхні трубзалежить, в основному, від діїсил контактного тертя і коефіцієнта тертя між трубою та оправкою. Також установлено, що при збільшенні швидкості волочіння, яка визначається термостійкістю технологічних мастил, інтервал значень ступенів відносної деформації, що відповідають максимальному зменшенню шорсткості, зміщується в бік менших значень. При цьому встановлено, що максимальне зменшення шорсткості досягається при деформації по товщині стінки в межах 20–27%.  **4. Вперше розроблено метод проектування маршрутів виготовлення прецизійних труб за наскрізними технологіями*.***  Запропонований підхід передбачає поетапне проектування технологічного процесу: формулювання технічних вимог до готової продукції в рамках окремих блоків по всьому технологічному ланцюгу; визначення уніфікованих розмірів переробної трубної заготовки; розроблення режимів кожної операції в рамках окремих блоків з урахуванням раціонального використання наявного технологічного обладнання.  Достовірність одержаних результатів підтверджено промисловими експериментальними дослідженнями.  **5. Вперше експериментально визначено величини критеріїв – критичного ступеня відносної холодної деформації до термообробки – для розрахунку уніфікованих розмірів трубної заготовки різного типу, у тому числі катаної, безперервнолитої, зварної при виробництві прецизійних труб, які забезпечують отримання необхідних експлуатаційних характеристик готової продукції.**  При використанні безперервнолитої трубної заготовки критичний ступінь відносної холодної деформації литого металу до термообробки (для сплаву системиCu-Zn-Si) становить близько 60%, для деформації між термообробками – до 82%). При використанні зварної трубної заготовки відповідний критичний ступінь відносної холодної деформації металу зварного шва до термообробки досягає 25–30%.  **6. Вперше отримано аналітичний вираз для визначення зміни товщини стінки при вільному зменшенні діаметра в процесі волочіння труб через одну, дві і більше волок.**  Показано, що при волочінні через дві волоки в останній може спостерігатися потоншення стінки навіть при волочінні тонкостінних труб. Визначено критичні значення деформацій. Показано, що збільшення ефекту потоншення стінки також досягається при зменшенні кута волоки і збільшенні довжини калібруючого пояска, що підтверджено промисловими експериментальними дослідженнями.  Установлено, що із збільшенням параметра S/D заготовки інтенсивність зміни параметра ДS/S заготовки при вільному зменшенні діаметра знижується за прямолінійною залежністю. При цьому слід зазначити, що при досягненні параметра S/D заготовки критичної величини 0,19–0,21 потоншення стінки при волочінні з ростом обтиснення також підпорядковується залежності, близькій до прямолінійної.  Відмінність отриманих розрахункових та експериментальних даних не перевищує +10%.  **7. Установлено, що з підвищенням показників сил контактного тертя на оправці при довгооправковому волочінні можна значною мірою збільшити коефіцієнт витяжки за прохід без помітного збільшення напруження волочіння.**  Зниження напруження волочіння спостерігається також при збільшенні параметра S/D. Запропоновано для волочіння труб з тонкими стінками використовувати волоку з кутом 7…100 і довжиною калібруючого паска 1...2 мм.  Теоретичні висновки підтверджено промисловими експериментальними дослідженнями.  **8. Отримали подальший розвиток наукові основи для аналізу та визначення оптимальних параметрів технологічних процесів виготовлення прецизійних труб із чорних та кольорових металів із застосуванням нових способів волочіння без оправки, на рухомій та закріпленій оправках з використанням різного типу трубної заготовки.**  При цьому враховано вплив: механічних властивостей металу труби та оправки, характеристики технологічних мастил, швидкості волочіння, геометричні розміри та шорсткість поверхні вихідної трубної заготовки і технологічного інструменту, а також найбільших деформацій.  **9. Отримано нові експериментальні дані щодо параметрів холодної деформації при виготовленні прецизійних труб з кольорових металів (Nb, Ta, V, Cu-Zn-Si) за наскрізними технологіями; визначено умови максимальної ефективності процесу термопластичного деформування труб.**  На основі експериментальних досліджень вперше встановлено параметри холодної деформації при виготовленні труб з ніобієвого сплаву системи Nb–Zr і танталу високої чистоти (разовий ступінь відносної деформації в межах 30–40%, сумарний ступінь відносної деформації між термообробками 80–85%; при волочінні: без оправки – разовий ступінь відносної деформації до 25%, на рухомій оправці – разовий ступінь відносної деформації до 40%); ванадієвих сплавів системи V–Zr–C (при застосуванні пільгерної прокатки сумарний ступінь відносної деформації між термообробками до 90%) та системи V–Zr–C–Nb (ступінь відносної деформації в холодному стані за прохід до 35%, сумарний ступінь відносної деформації між термообробками 80–85%); латуні системи Cu–Zn–Si (сумарний ступінь відносної деформації литого металу в холодному стані до термообробки до 60%, сумарний ступінь відносної деформації між термообробками до 82%).  Визначено умови ефективного застосування процесу термопластичного деформування в частині розширення спектра матеріалів труб (тугоплавкі метали – цирконій, ніобій, тантал, молібден, вольфрам та ін.; сталі аустенітного класу; ніхром) і розширення їх сортаменту (труби товстостінні, особливо товстостінні і труби з поздовжніми внутрішніми ребрами різної конфігурації).  Одержані результати підтвердили правильність наукових висновків та розроблених в роботі положень.  **10. Розроблено та випробувано у промислових умовах новий спосіб виготовлення прецизійних труб (патент України 18947) з використанням нетрадиційної трубної заготовки.**  Цей спосіб, який базується на процесах волочіння на рухомій оправці та без оправки, є основою нової наскрізної ресурсозберігаючої технології виробництва прецизійних труб. Запропоновано розподіл ступенів відносної деформації при волочінні: без оправки – не більше 35%, на рухомій оправці – до 70%. Ця технологія дозволяє зменшити витрати дефіцитного кольорового металу у порівнянні з відомими способами: безперервного лиття трубної заготовки – на 21% та холодної прокатки корпусної частини гільзи – на 57%.  **11. Розроблено нові конструкції закріплених оправок (а.с. 1811931, СРСР) для** **волочіння труб.**  Запропоновано нові конструкції закріплених оправок (оправка-стержень та збірна оправка з алмазною складовою), які дозволяють розширити зону застосування цього процесу при виготовленні нових видів прецизійних труб (у тому числі труб з внутрішнім діаметром менше 8 мм) з поліпшеними якісними характеристиками внутрішньої поверхні (Ra < 0,63 мкм).  **12. Експериментально встановлено, що при регламентованому чергуванні оправкової і безоправкової деформації труб із аустенітних сталей (типу Х18Н10Т) оптимальна величина сумарної відносної деформації до термообробки підвищується до 60–70%, при цьому оптимальне співвідношення ступенів відносних деформацій по товщині стінки (при деформації на оправці) і по діаметру (при безоправковому волочінні) наближається до 1.**  **13. Для волочіння труб з міді і латуні розроблено новий склад рідкого технологічного мастила на основі продукту конденсації триетиленгліколю (з олеїновою та адипіновою кислотами в каталітичній присутності сірки та трибутилфосфату з доданням статичного співполімеру окису етилену, окису пропілену, неіоногенної поверхнево-активної речовини та беназолу П), який захищено патентом України №21973.**  Результати випробувань нового технологічного мастила в умовах ДЗ ДТІ й ВАТ “АЗОКМ” при волочінні труб із міді та латуні на самоустановній, рухомій та закріпленій оправках, а також без оправки, підтвердили високу його ефективність, застосування якого дозволить замінити дефіцитні імпортні мастила (зокрема рицинову олію). На склад мастила ТС-МЛ оформлено токсикологічний паспорт, розроблено й оформлено технічні умови його використання ТУ 385901383-93 (довідка Мінпромполітики України від 25 червня 2002 р. про використання результатів дисертаційної роботи).  **14. Достовірність результатів аналітичних досліджень, виконаних у роботі, підтверджено широкомасштабними експериментами в лабораторних та промислових умовах. Це дозволяє зробити висновок про правильність наукових досліджень та розроблених наукових прикладних положень.**  **15. Розроблено наукові основи виробництва прецизійних труб з чорних і кольорових металів за наскрізними технологіями.**  Вперше доведено доцільність створення в Україні виробництв прецизійних труб спеціального призначення за принципом наскрізної технології (від сировини до готової продукції) з блочною (модульною) структурою побудови всього технологічного процесу для досягнення високих якісних показників.  **16. Фактично підтверджений народногосподарський економічний ефект (за цінами до 1991 року) від впровадження заходів склав 6 244 000 карбованців. Частка здобувача становить 1 118 900 карбованців.**  **17. Розроблено та реалізовано рекомендації щодо технології, складу обладнання, технологічних мастил і технологічного інструменту при підготовці технологічних завдань на проектування двох спеціалізованих промислових дільниць (міні-виробництв) з виготовлення тонкостінних і капілярних труб з міді та латуні.**  Створення двох спеціалізованих промислових дільниць з виробництва тонкостінних і капілярних труб з міді і латуні в умовах ДЗ ДТІ та ВАТ “АЗОКМ” з урахуванням раціонального використання кольорового металу ОПК шляхом переробки його в переробну трубну заготовку уніфікованих розмірів дозволить досягти обсягів виробництва труб до 800 тонн, або близько 15 млн. метрів на рік, що практично задовольняє потреби України в цих трубах. | |