**Головко Олександр Миколайович. Наукове обґрунтування і розробка методів розрахунку інструменту та режимів пресування спеціальних профілів високої якості з алюмінієвих і магнієвих сплавів : Дис... д-ра наук: 05.03.05 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **Головко О.М. Наукове обґрунтування і розробка методів розрахунку інструменту та режимів пресування спеціальних профілів високої якості з алюмінієвих і магнієвих сплавів. – Рукопис.**Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05. – Процеси і машини обробки тиском. – Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2008.Дисертація присвячена розробці методів розрахунку пресового інструменту та раціональних деформаційних і температурно-швидкісних режимів процесу гарячого прямого пресування спеціальних прес-виробів з алюмінієвих і магнієвих сплавів з метою підвищення їх якості. За допомогою математичного моделювання визначено спільний вплив на формозмінення металу комплексу безрозмірних параметрів конструкції плоских форкамерних матриць, у тому числі ступінчастих. Визначено вплив геометрії пресового інструменту і температурно-швидкісних параметрів процесу на температуру, силу пресування, механічні властивості та структуру металу профілів і труб з алюмінієвих і магнієвих сплавів (АА1070, АА6060, АА6082, AZ31B), що дозволяє забезпечити високі показники якості прес-виробів спеціального призначення. Встановлений вплив вмісту кальцію, коефіцієнта витяжки, температури заготовки і контейнера на силові параметри пресування, механічні властивості та структуру труб малого діаметра з товщиною стінки 0,4…0,7 із магнієвих сплавів системи Mg-Ca. Розроблено способи отримання прес-виробів великого поперечного перерізу з рівномірною дрібнозернистою структурою металу з використанням кутового пресування. Розроблені технології виробництва довгомірних алюмінієвих труб у бухтах, рам алюмінієвих вікон з терморозв’язкою для пасажирських вагонів, а також капілярних труб з магнієвих сплавів системи Mg-Ca. |

 |
|

|  |
| --- |
| У дисертації наведені теоретичні узагальнення та нове рішення науково-технічної проблеми, що полягає в науковому обґрунтуванні й розробці методів розрахунку інструменту та режимів процесу гарячого прямого пресування на базі теоретичних і експериментальних досліджень комплексного впливу геометрії інструменту, деформаційних і температурно-швидкісних параметрів процесу на точність, механічні властивості та структуру металу спеціальних профілів з алюмінієвих і магнієвих сплавів з метою підвищення якості продукції.1. Огляд літературних джерел показує, що сучасний стан методів розрахунку пресового інструменту і технології виробництва спеціальних профілів з алюмінієвих і магнієвих сплавів не задовольняє потреби пресової промисловості внаслідок недостатнього забезпечення показників якості продукції. Це обмежує можливості використання процесу гарячого прямого пресування й робить розглянуту в роботі проблему актуальною.2. Отримало подальший розвиток теоретичне визначення розподілу швидкостей течії металу при прямому пресуванні алюмінієвих і магнієвих сплавів через плоскі форкамерні матриці. Математичне моделювання плоского напружено-деформованого стану з урахуванням реологічних властивостей алюмінієвих сплавів АА6060, АА6082 і магнієвого сплаву AZ31 при температурних умовах пресування дозволило провести аналіз розподілу швидкостей в зоні деформації. Визначено спільний вплив на нерівномірність швидкостей у вихідному перерізі та характеристики вигину штаби, що пресується, комплексу безрозмірних параметрів конструкції плоских форкамерних матриць, у тому числі ступінчастих: співвідношення розмірів форкамери, ексцентриситету каналу, зміщення осі форкамери щодо осі каналу, а також коефіцієнта витяжки. Використання скінчено-елементної програми розрахунку об'ємного напружено-деформованого стану дозволило визначити основні кінематичні характеристики складного формозмінення при пресуванні тонкостінних прес-виробів через форкамерні матриці. Встановлено вплив на розподіл швидкостей витікання положення каналу на дзеркалі матриці з урахуванням кута між елементами профілю, співвідношення товщин елементів і геометричних розмірів форкамери.3. Вперше експериментально встановлено характер позаконтактної пластичної деформації та її вплив на геометричні розміри і погонну масу профілів з алюмінієвих сплавів залежно від типу матриці, форми прес-виробу і параметрів процесу. Встановлено, що для тонкостінних профілів, які пресуються через форкамерні матриці при великих (>30) коефіцієнтах витяжки, позаконтактна пластична деформація приводить до збільшення товщини прес-виробу в порівнянні з шириною каналу матриці. Отримано залежності геометричних розмірів прес-виробів і маси погонного метра при заданих розмірах каналу з урахуванням пружної деформації матричного комплекту й натяжіння, що створюється тягнучим пристроєм. Дослідження на товстостінних прес-виробах зі сплавів АА6060, АА6082 і AZ31B показали, що форкамерна матриця в порівнянні із плоскою забезпечує менше відхилення розмірів поперечного перерізу штаби від номінальних. При малих коеффіцієнтах витяжки позаконтактна пластична деформація приводить до зменшення товщини штаби в разі використання плоских матриць, а для форкамерних – до її незначного збільшення. Підвищення швидкості пресування приводить до зменшення розмірів поперечного перерізу.4.На основі експериментальних досліджень одержали подальший розвиток наукові уявлення про вплив геометрії пресового інструменту та температурно-швидкісних параметрів процесу на температуру, силу пресування, механічні властивості й структуру металу прес-виробів з алюмінієвих і магнієвих сплавів. Встановлено, що для сплаву АА6060 пресування через форкамерну матрицю приводить (у порівнянні із плоскою матрицею) до збільшення відносного видовження готового виробу на 20…30%, для АА6082 ця величина практично не змінюється, а для сплаву AZ31B – зменшується незначно (на 6…10%). При незмінному коефіцієнті витяжки збільшення товщини стінки приводить до зниження відносного видовження профілю, підвищення нерівномірності розміру зерна по перерізу, а у виробах з магнієвих сплавів до того ж підвищує ймовірность появи поверхневих тріщин. Для усунення негативного впливу підвищення температури від деформаційного розігріву рекомендовано вести пресування через форкамерні матриці при зниженій на 10…20 С температурі заготовки у порівнянні з плоскими матрицями.Встановлено, що для сплавів 6ххх-й серії пресування через форкамерну матрицю приводить до зменшення глибини залягання грубокристалічного ободка в порівнянні з використанням плоскої матриці. На відміну від алюмінієвих сплавів у товстих штабах (6 мм) зі сплаву AZ31В спостерігається приповерхневий шар глибиною близько 0,3 мм із більш дрібнозернистою структурою, ніж у центрі перерізу штаби. Середній розмір зерна в ньому становить 14…15 мкм, в основному металі 22…27 мкм.Проведені в промислових умовах експерименти дозволили одержати залежності зміни температури при прямому пресуванні профілів зі сплаву АА6060 із товщиною стінки 2…6 мм через форкамерні матриці при різних температурно-швидкісних режимах процесу й високих значеннях коефіцієнта витяжки (45…90). Проведено аналіз спільного впливу температури тонкостінних прес-виробів зі сплаву АА6060 на виході із преса й природного або штучного старіння на механічні властивості виробів зі сплаву АА6060. Вищевказане дозволяє встановлювати необхідні для отримання заданих властивостей профілів режими пресування. Встановлена залежність температури труб малого діаметра (до 10 мм) на виході з матриці зі сплаву АА1070 від температури нагріву заготовки та швидкості пресування при коефіцієнтах витяжки 200...300, що в комплексі з даними про взаємний вплив температурно-швидкісних параметрів на машинний час дозволяє оптимізувати технологічні режими пресування труб малого діаметра в бухтах.Експериментальне дослідження нерівномірності деформації при багатоканальному пресуванні із різною температурою нагріву заготовки показало, що співвідношення швидкостей витікання тонкостінних профілів через матриці з форкамерами різної глибини може бути визначено як квадратична функція відстані від центра ваги каналу до осі матриці.Розроблено конструкцію комбінованої матриці з плоским розсікачем і виступами на дні зварювальної камери, осі яких паралельні осям вікон розсікача. Пресування труб розміром 40Ч2 мм із магнієвого сплаву AZ31В показало, що така конструкція забезпечує більш високу точність труб у порівнянні з традиційною конічною формою дна зварювальної камери. Проведено кількісний аналіз зміни діаметра, товщини стінки та температури труби при використанні обох типів матриць. Визначено вплив температури заготовки й типу матриці на розмір зерна та його розподіл по перерізу труби, а також виявлення на поверхні труби звареного шва як дефекту. Встановлено температурно-швидкісні режими, що забезпечують одержання труб, які мають відносне видовження після розриву при розтягуванні в 2 рази вище за вимоги ASTM B 107 і високу якість поверхні.5. Вперше отримані нові експериментальні залежності напруження текучості магнієвих сплавів системи Mg-Ca від температури, ступеня і швидкості деформації. Пластометричні випробування нових магнієвих сплавів MgCa0,8 і MgCa4,0, а також алюмінієвого сплаву АА6060 дозволили одержати криві деформаційного зміцнення в температурно-швидкісному діапазоні, характерному для пресування, й запропонувати математичні залежності для розрахунку напруження текучості.6. Отримали подальший розвиток методи розрахунку плоских форкамерних матриць і комбінованих матриць з плоским розсікачем для пресування профілів з алюмінієвих і магнієвих сплавів. Удосконалено методи проектування плоских форкамерних, у тому числі ступінчастих, і комбінованих матриць з плоским розсікачем із урахуванням отриманих теоретичних і експериментальних даних про вплив геометрії пресового інструмента й технологічних параметрів процесу на кінематичні, силові та температурні параметри, а також механічні властивості й структуру металу штаб.7. Вперше експериментально встановлено вплив вмісту кальцію, температурних умов і коефіцієнта витяжки на силові параметри пресування, механічні властивості та структуру труб малого діаметра зі сплавів системи магній-кальцій. Встановлено фактори, що обмежують проведення процесу пресування труб діаметром 6 мм і більше з товщиною стінки 0,4…0,7 мм зі сплавів системи Mg-Ca на довгій оправці й визначені максимально припустимі значення коефіцієнта витяжки. Визначено залежності механічних властивостей труб малого діаметра зі сплавів із вмістом кальцію від 0,4 до 2,0% від коефіцієнту витяжки і температури заготовки та контейнеру. Збільшення коефіцієнта витяжки й швидкості витікання приводить до зниження характеристик міцності і пластичності готової труби. Відносне видовження отриманих труб у кілька разів вище, ніж металу заготовки.Застосування рівноканального кутового пресування через матрицю з поворотом потоку металу 45-90-90-45 дозволило за два проходи зменшити розмір зерна в заготовці 100 мм зі сплаву MgCa0,8 від 0,2…1 мм до12…14 мкм. Запропоновано комбінований процес кутового й прямого пресування. Процес дозволяє при малих коефіцієнтах витяжки значно знизити кількість непродеформованих зерен і одержати досить рівномірну по перерізу дрібнозернисту (з розміром зерна 6…7 мкм) структуру прес-виробів.8. Результати роботи використані при проектуванні та виготовленні плоских, форкамерних, комбінованих матриць і іншого інструменту для пресування спеціальних профілів і труб з алюмінієвих і магнієвих сплавів, а також призначенні раціональних параметрів пресування вказаних прес-виробів на підприємствах: ЗАТ "Дніпровський завод "АЛЮМАШ" (акт впровадження результатів дисертаційної роботи від 16.10.07 р.), ТОВ "ФРУНЗЕ-ПРОФІЛЬ" (акт впровадження результатів дисертаційної роботи від 07.11.07 р.), ПП "Профільні системи" (акт про використання результатів дисертаційної роботи від 19.04.06 р.), ПП "Інструмент" (акт впровадження результатів дисертаційної роботи від 12.05.05 р.), а також в Інституті матеріалознавства Ганноверського університету ім. Лейбниця (довідка про проведену роботу і використання отриманих результатів від 27.06.06 р.). Використання отриманних результатів дозволило знизити вартість інструменту в порівнянні із закордонними аналогами на 25…35% та підвищити термін експлуатації матриць.Розроблено технологію виробництва рам вікон пасажирських вагонів і технічні умови "Вікна алюмінієві з терморозв’язкою для вагонів рухомого складу" (ТУ В 35.2-19151204-004:2006), технологію виробництва алюмінієвих труб у бухтах і технічні умови "Труби пресовані круглі з алюмінію марок АД0 і АД00 у бухтах" (ТУ В 27.4-8-78-2003); технологію одержання капілярних труб зі сплавів системи Mg-Ca з мінімальним розміром до 1,8Ч0,2 мм. Розробки, виконані в дисертації, використовуються в учбовому процесі на кафедрі обробки металів тиском НМетАУ при читанні курсу "Виробництво металовиробів, пресованих і гнутих профілів", "Моделювання процесів трубного виробництва", "Технологія обробки металів", а також при виконанні дипломних проектів і випускних магістерських робіт (довідка від 09.10.07 р.). |

 |