**Скляр Олександр Павлович. Удосконалення технології виготовлення мідних виробів з волокнового матеріалу методами обробки тиском. : Дис... канд. наук: 05.03.05 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Скляр О.П. Удосконалення технології виготовлення мідних виробів з волокнового матеріалу методами обробки тиском. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – процеси і машини обробки тиском. Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Луганськ, 2009.  Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-технічної задачі створення ефективної технології, що забезпечує одержання обробкою тиском мідних виробів з відходів провідників струму з властивостями, які відповідають властивостям міді, отриманої деформуванням литих заготовок.  У дисертації досліджено технологічні властивості волокнової шихти, яка отримана із відходів провідників струму. Показано, що шихта може оброблюватися тиском. Вивчено операцію пресування волокнової шихти, механізми деформування волокон, структуру та властивості пресовок. Досліджено вплив параметрів гарячого штампування на структуру та властивості мідних прутків. Показано, що гаряче штампування забезпечує високу щільність матеріалу, але не забезпечує одержання необхідних механічних властивостей. Досліджено вплив параметрів гарячого прямого видавлювання на фізико-механічні характеристики мідних прутків. Виконано вибір оптимальної форми вихідної пресовки, яка забезпечує одержання прутків без утяжин. Комп`терне моделювання за допомогою методу кінцевих елементів дало можливість виконати аналіз напружено-деформованого стану та розподілу щільності і температури при прямому видавлюванні мідних прутків. Показано, що висока щільність матеріалу отримана за рахунок високого гідростатичного тиску. Виконано аналіз ресурсу пластичності отриманого матеріалу та сили видавлювання. Розроблено технологію та оснащення для виготовлення мідних прутків та трубок. Мідна трубка, яка одержана із відходів провідників струму, використана для отримання заготовок під механічну обробку кінцевиків для зварювання в середовищі вуглекислого газу. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі отримано нове вирішення актуальної науково-технічної задачі: удосконалення технології одержання мідних виробів із відходів провідників струму методами обробки тиском на основі експериментального дослідження холодного пресування, гарячого штампування й гарячого прямого видавлювання й комп'ютерного моделювання гарячого прямого видавлювання методом кінцевих елементів.  Основні наукові положення й практичні результати полягають у наступному:  1. Аналіз сучасного стану технологій одержання безпористих матеріалів методами обробки тиском показав, що ці методи використовуються для переробки різних видів відходів промисловості. Традиційні методи переробки брухту міді складні, недостатньо ефективні й енергоємні. Тому необхідним є створення високоефективної технології переробки брухту міді у вигляді провідників струму в напівфабрикати й вироби методами обробки тиском із властивостями не нижче, ніж у литої і деформованої міді.  2. Результати досліджень технологічних властивостей волокон, отриманих за рахунок переробки відходів мідних провідників струму, показали можливість обробки їх тиском. Встановлено механізм деформації при холодному пресуванні шихти, що складається з волокон різних розмірів (діаметр 0,5-1,3 мм, довжина 10-14 мм) який полягає в осадці, протягуванні, видавлюванні в міжволокновий простір, руйнуванні волокон. У результаті таких видів деформації досягається щільність волокнових пресовок 8,67-8,75 г/см3. Оптимальним значенням міцності для подальшої обробки волокнових пресовок є величина, що лежить у інтервалі 15-27 МПа при геометричній характеристиці шихти 5,30.  3. Визначено оптимальні режими гарячого штампування волокнових пресовок, що забезпечують одержання міді щільністю 8,90 г/см3: щільність вихідних пресовок 8,75 г/см3, тиск штампування 278 МПа, температура нагрівання 920С. Встановлено, що механічні властивості такої міді набагато нижче, ніж властивості міді, що одержується за традиційною технологією. Показано, що холодна деформація осадкою забезпечує повну консолідацію волокон і одержання властивостей на рівні властивостей пруткової міді, отриманою обробкою тиском литих заготовок.  4. Встановлено, що бездефектний мідний пруток можна одержати гарячим прямим видавлюванням пористої волокновой пресовки. Технологія видавлювання полягає в одержанні вихідної волокнової пресовки щільністю 8,62 г/см3 зі сферичним компенсатором з одного торця і сферичною порожниною таких же розмірів з іншого торця, нагріванні такої пресовки при температурі 920С в середовищі синтез-газу, прямому видавлюванні при цій температурі з коефіцієнтом витяжки 16,8. Така технологія забезпечує одержання міді з властивостями, відповідними вимогам стандарту на пруткову мідь.  5. Встановлено, що напружено-деформований стан і температурні поля при гарячому прямому видавлюванні волокнової пресовки цілком визначаються коефіцієнтом витяжки. При коефіцієнті витяжки =16,8 за рахунок високого гідростатичного тиску в межах 1050-1380 МПа отримано компактний мідний матеріал, що має величину дотичного напруження, яка перевищує критичне напруження зсуву, що свідчить про повну консолідацію волокон. Отримано аналітичні залежності для визначення розмірів вихідної пресовки з компенсатором, що враховують об`єм утяжини. Наявність компенсатора, розташованого по осі пресовки, призвела до збільшення інтенсивності напружень і деформацій і забезпечила усунення утяжини. Виконано порівняння з залежностями, отриманими експериментально. При цьому результати різних методик визначення розмірів компенсатора відповідають один одному з погрішністю не більш 9%.  6. Вивчено напружено-деформований стан і температурне поле матриці при прямому видавлюванні волокнової пресовки. Встановлено небезпечний переріз у матриці в місці переходу від циліндричної до робочої ділянки. Величина напружень не перевищує умовну границю текучості, величина деформації менше відносного подовження, температура нижче температури фазових перетворень. Запропоновано вираження для наближеного розрахунку стійкості матриці. Стійкість матриці обмежена стійкістю її робочої ділянки, на якій виникають найбільші деформації 0,16%, і складає 2277 штук мідних прутків, отриманих прямим видавлюванням волокнових пресовок з коефіцієнтом витяжки 16,8.  7. Виконано оцінку сили прямого видавлювання на основі апроксимації залежності інтенсивності напружень по перетину зразка при різних коефіцієнтах витяжки. Отримано вираження для визначення сили видавлювання в залежності від розмірів пресовки й коефіцієнта витяжки. При радіусі сферичного компенсатора на волокновій пресовці 11,85 мм, коефіцієнті витяжки 16,8 сила видавлювання складає 370 кН. Виконано порівняння розрахункових даних за запропонованим вираженням і формулою, запропонованою М.В. Сторожевим. Відносна погрішність склала 12%.  8. Аналіз ресурсу пластичності точок, розташованих на осі пресовки в процесі проходження їх через середовище деформації при коефіцієнті витяжки 16,8 показав, що для заданих умов деформування ця величина є граничною, що забезпечує повну консолідацію волокон, при якій відбувається вичерпання більшої частини ресурсу пластичності =0,55–0,62<1. При гарячому прямому видавлюванні поверхня, що характеризує інтенсивність деформацій точок волокнової пресовки, не перетинається з поверхнею граничних деформацій.  9. На підставі виконаних досліджень розроблена методика розрахунку й технологія виготовлення мідного прутка й мідної трубки з волокнової шихти, отриманої з відходів провідників струму. Технологія складається з наступних операцій: підготовка волокновой шихти, холодне пресування волокнової пресовки з компенсатором, нагрівання до 920±10С и гаряче пряме видавлювання. Розроблена технологія забезпечує зниження числа операцій, трудових і енергетичних витрат у порівнянні з металургійним переділом. Спроектовано оснащення для виготовлення пресовок і видавлювання прутків і трубок. Розроблено конструкцію прохідної печі для нагрівання пресовок. Діаметр прутків – 5,8-6,0 мм при припустимому відхиленні на тягнені прутки нормальної точності діаметром 6,0 мм за ГОСТ 1535 – 0,12 мм. Виготовлено дослідні зразки трубок із внутрішнім діаметром 1,0 мм.  10. Розроблена технологія виготовлення трубок використана для одержання заготовок під наступну механічну обробку кінцевиків для зварювання в середовищі СО2. Дослідні деталі випробувані при зварюванні корпусів запорної арматури ЗКС ДУ-50 і ЗКС ДУ-80 і зварюванні вузлів дизелів і електропоїздів при наступних режимах: =130-140 А; =19 В; =178 м/г. Встановлено, що тривалість роботи кінцевиків з міді, отриманої з відходів провідників струму, не менше, ніж тривалість роботи таких кінцевиків з міді, отриманої литвом. | |