

УДК 621.983

Д.Л. Радик, канд. техн. наук, доц., Б.Р. Парастюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДКОВОСТІ В ПРОЦЕСАХ ДЕФОРМУВАННЯ ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК

D.L. Radyk, Ph.D., Assoc. Prof., B.R. Parastyuk

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL HEREDITY IN THE PROCESSES OF DEFORMATION OF SHEET BLANKS

Процес формоутворення складних деталей з листових заготовок є, як правило, багатоперехідним. Тому в процесі їх виготовлення змінюються властивості матеріалу заготовки, а отримання відповідних експлуатаційних характеристик деталей визначається технологічною спадковістю. Технологічною спадковістю вважається явище перенесення властивостей заготовки, які сформувалися на попередніх операціях, на наступні операції в процесі виготовлення деталі. Прояв технологічної спадковості може привести як до поліпшення, так і до погіршення експлуатаційних характеристик деталі. Типовою операцією, яка зменшує або виключає передачу спадкових властивостей, є термічне оброблення.

Відомо, що носіями спадкової інформації є матеріал заготовки, а його властивості визначаються наявністю в металі переважаючих кристалографічних орієнтувань. Тому отримання в листі необхідних для формоутворення набору показників анізотропії залежить від параметрів текстури, отриманої під час деформації і термооброблення. Видозмінюючись, залежно від режимів цих процесів, текстура визначає рівень властивостей металу і характер анізотропії.

Необхідно також відзначити, що утворення текстури матеріалу пов'язане з дислокаційною структурою металу. Дислокаційні комплекси, що виникають в процесі деформації, створюють внутрішні напруження, які є рушійною силою структурних перетворень під час термічного оброблення. Подальша перебудова структури при нагріванні приводить до зростання зерен металу.

На практиці для виготовлення гвинтових деталей шляхом навивання, важливо, щоб листовий матеріал, який піддається холодному пластичному деформуванню, мав високий рівень технологічної деформованості. Це визначається здатністю листового матеріалу приймати складну форму деталі в процесі пластичної деформації без порушення цілісності та втрати стійкості при заданому рівні механічних властивостей і якості поверхні.

Однак, відсутність даних про технологічну спадковість та призначення режимів оброблення на базі довідкових даних навіть для добре відомих сплавів може призвести до появи великої кількості браку, що має місце при виготовленні деталей з подвійною кривизною. Було встановлено, що внаслідок значної нерівномірності деформації при формоутворенні деталей складної форми, ймовірність появи браку, пов'язаного з перевищенням допустимого витягування листової заготовки і допустимих розмірів зерен металу, збільшується. Відомо, що більшість експлуатаційних характеристик деталі залежать від рівня різнотовщинності та розмірів зерен металу. Допустимі витягування листової заготовки, призначені для навивних деталей в межах 20%, різко обмежують можливості процесів виготовлення деталей складних форм. Встановлено, що допустимі розміри зерен металу в межах 30...50 мкм забезпечують високі експлуатаційні характеристики.

Тому для практичних цілей важливо встановити не лише якісні, але й кількісні зв'язки технологічної спадковості. Для цього необхідно побудувати структурну модель багатofакторного технологічного процесу формоутворення листового матеріалу у разі взаємозв'язку декількох технологічних систем: наприклад, навивання, термооброблення і зварювання. Якщо проаналізувати загальну структурну модель, то частина вихідних параметрів попередньої системи є вхідними параметрами наступної системи, що наочно демонструє і підтверджує наявність технологічної спадковості. Для доцільного використання явища технологічної спадковості необхідно встановити безпосередні зв'язки між експлуатаційними характеристиками деталі та режимами технологічних процесів виготовлення деталі.

Аналіз теоретичних, практичних і експериментальних досліджень холодного деформування і наступного відпалу листового матеріалу показує, що їх структура та властивості визначаються не лише складом сплаву, ступенем деформації і температурою відпалу, а й взаємним впливом цих факторів. Іншими словами, характер формування текстури і пов'язана з нею анізотропія властивостей визначається внутрішньою енергією, величина якої характеризується сукупною дією енергії деформації та теплоти.

Повне уявлення про формування та розвитку анізотропії, як і інших властивостей листового матеріалу, можна отримати лише при вивченні спільного впливу на неї параметрів формоутворення і відпалу. В результаті можна сформувати в них різний ступінь анізотропії властивостей залежно від схеми подальшого деформування листової заготовки в деталь. Дослідження закономірностей формування анізотропії властивостей залежно від поєднання режимів навивання і термічного оброблення листів полягають в призначенні температури відпалу і часу витримки холоднокатаних листів відповідно до величини обтискання, отриманої матеріалом при холодному прокатуванні листів. Причому величина обтискання не повинна перевищувати критичних значень. В іншому випадку не можливо отримати сприятливі для формоутворення поєднання показників анізотропії при відпалі листів. Тому для процесу навивання необхідно застосовувати листові матеріали, отримані шляхом прокатування з високими ступенями обтискання.

Для представлення детермінованості технологічної системи деформування в листовій заготовці необхідних поєднань показників анізотропії не достатньо. На практиці здатність текстурованого металу до пластичного деформування є різко анізотропною. Особливо вплив анізотропії проявляється при стійкому зв'язку між витягуванням і показниками анізотропії. Тоді співвідношення між деформаціями можна змінити на користь тієї, збільшення якої призведе до підвищення допустимого витягування листової заготовки при формоутворенні. У випадку подвійної кривизни напруження розтягу розподіляються нерівномірно. У той час, як на одних ділянках заготовки напруження розтягу вже досягли пластичної деформації і збільшуються з урахуванням зміцнення матеріалу, то в інших - будуть лише перевищувати його межі плинності і далі деформуватися при інших граничних умовах. За товщиною в перетинах заготовки діють напруження лише одного знаку - розтягуючі, що має обов'язково знизити вплив пружних деформацій, перевищені значення яких можуть призвести до деякого спотворення форми поверхні заготовки.

Отже, технологічна спадковість проявляється на всіх етапах реалізації технологічних процесів отримання деталей з листових заготовок, тому в якості факторів, які обмежують граничні можливості процесу формоутворення наводиться або деформація гранично допустимої формозміни листової заготовки або критична деформація, в результаті якої відбувається рекристалізація і роззміцнення матеріалу.