

Аналіз методик визначення інтенсивності і напрямку течії матеріалу заготовки під час формоутворення холодним торцевим розкочуванням

Вінницький національний технічний університет

Анотація: У роботі проаналізовано методики визначення інтенсивності і напрямку течії матеріалу заготовки під час формоутворення холодним торцевим розкочуванням залежно від технологічних параметрів процесу. Відмічено визначальний вплив сили тертя ковзання.

Ключові слова: деформування, холодне торцеве розкочування, руйнування.

Abstract: In the article methods of the definition of intensity and direction of the material current at formation by cold end rolling out depending on technological parameters of process are analyzed. The determining influence of sliding friction is noted.

Keywords: deformation, cold end rolling out, destruction.

При переформуванні квадратних заготовок у круглі методом штампування обкочуванням при нульовому зміщенні валка було помічено, що в центрі заготовки метал інтенсивно переміщувався на периферію, внаслідок чого відбувалось значне стоншення заготовки в центрі, аж до руйнування і появи отвору [1]. Це обмежувало можливості процесу, оскільки не дозволяло отримати суцільні круглі заготовки необхідної якості.

Аналогічний результат отримано у роботі [2]. Появу стоншення в центрі тонкої заготовки із великим відношенням діаметра до висоти автори роботи пояснювали дією підпираючих напружень. „Осередок деформації розташований поза контактної зони (“шарнір пластичності”), а у напрямі по висоті діють напруження стиску, так що там можливе виникнення центрального стоншення, а також руйнування заготовки.”

У роботі [3] автори намагаються пояснити течію матеріалу на периферію під час торцевого холодного розкочування кільцевих заготовок на основі закону найменшого опору. Осередок деформації, що утворюється при торцевому розкочуванні кілець, умовно розділили на зони переважної течії металу (рис. 1). При малих кутах нахилу інструменту утворюється осередок із більшою протяжністю у коловому напрямі, тому в осередку такої форми виникають лінії розділу течії металу у радіальному (всередину та назовні – лінія mn) та у радіально-коловому напрямках. При великих кутах нахилу інструменту утворюється осередок великої протяжності в радіальному напрямі, тому на ньому можливі лінії розділу металу в коловому (лінія kl) та радіально-коловому напрямках. Осередок із рівною протяжністю як у радіальному, так і у коловому напрямках має лінії розділу течії металу в радіально-колових напрямках. Розкочування кільця близьке до повздовжньої прокатки смуги, тому осередок із більшою протяжністю у коловому напрямі можна умовно назвати вузьким осередком із переважанням радіальної деформації, а осередок із більшою протяжністю у радіальному напрямі – широким осередком із переважанням колової деформації. Перехідному осередку відповідає рівний розвиток деформацій.

Умовна границя розділу радіальної течії металу проходить поблизу кола середнього радіуса, а умовна границя розділу колової течії металу – приблизно посеред осередку деформації, зважаючи на відносно невеликі подачі h при торцевому розкочуванні. Умовні границі розділу течії металу у радіально-коловому напрямі визначені по лініях, точки яких приблизно рівновіддалені від лінії зовнішніх контурів осередку деформації. За даними роботи [3], на цих границях контактне дотичне напруження повинно бути направлено під кутом 45° до радіального чи колового напрямку. Наявність таких границь при торцевому розкочуванні підтверджується дослідженням контактних напружень, напрямок яких змінюється від 0° до 180° . Криволінійність умовних границь розділу течії металу в

радіально-коловому напрямі визначається криволінійністю границь осередку деформації при розкочуванні заготовки конічним інструментом змінного радіуса кривизни, що збільшується до периферії заготовки.

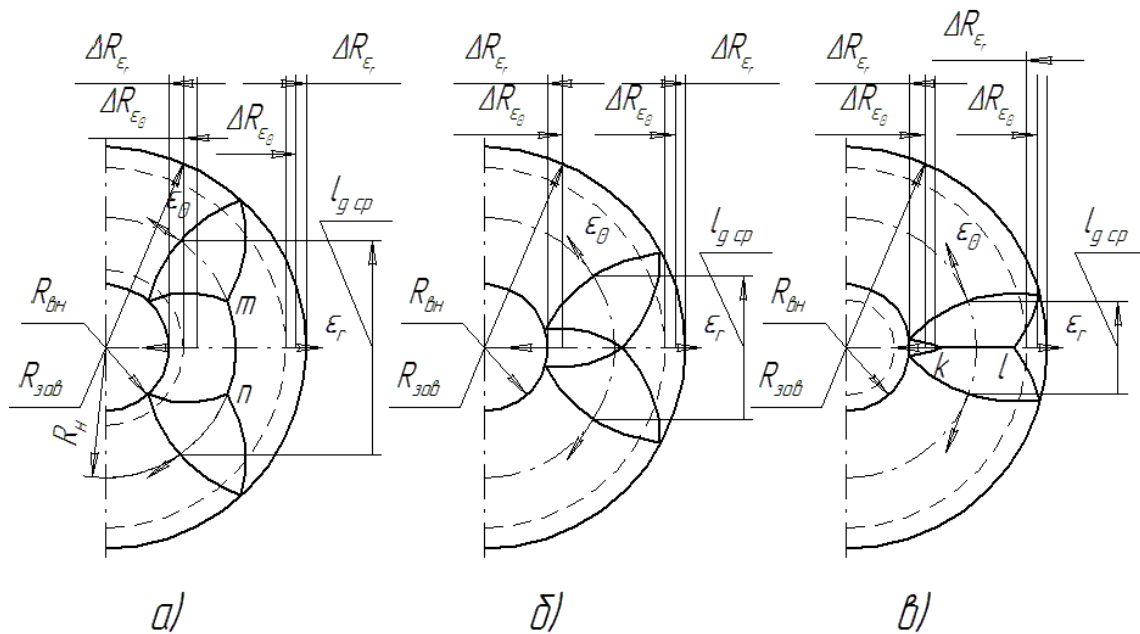


Рис. 1. Осередок деформації при торцевому розкочуванні:
а – вузький; б – перехідний; в – широкий

Згідно з роботою [3], форма осередку залежить від кута α нахилу інструменту та подачі на один оберт h . До кінця деформації подача h зменшується, і форма осередку деформації в кінці деформації в основному залежить від α . Перехідному осередку при великих ступенях деформації відповідає розкочування із кутом $\alpha \approx 3^\circ$. на початковій стадії процесу, коли відносна висота заготовки h_0/d_0 та подача h значні, найбільш характерною є вузька форма осередку із переважанням радіальної деформації. Колова деформація ε_θ при торцевому розкочуванні розвивається у замкненому контурі, що викликає приріст радіальних розмірів заготовки $\Delta R_{\varepsilon_\theta}$. На прикладі кільця показано, що приріст радіальних розмірів ΔR_{ε_r} від радіальної деформації на внутрішньому контурі кільця направлений назустріч приросту $\Delta R_{\varepsilon_\theta}$, а на зовнішньому збігається з ним. Це вказує на наявність колової лінії розділу радіальної течії металу. При деформації з вузьким осередком ($\alpha < 3^\circ$), коли переважає радіальна деформація, отвір кільця зменшується, а при деформації з широким осередком $\alpha > 3^\circ$, коли в кінці розкочування переважає колова деформація, отвір кільця збільшується.

Вільний розвиток тієї чи іншої деформації в центрі суцільної заготовки стримується відсутністю отвору, що санкціонує появу значних додаткових напружень першого роду. При деформації з вузьким осередком у центрі діють додаткові напруження стиску, а в кінці деформації із широким осередком – додаткові напруження розтягу, що призводять до руйнування заготовки.

Пояснення таким чином течії металу під час торцевого розкочування кільцевих виробів відповідає дійсності лише, коли вершина конуса валка лежить на осі обертання заготовки. Але існують експериментальні дані [3, 4] розкочування кільцевих виробів, коли без зміни виду осередку деформації (без зміни кута нахилу інструменту α та подачі інструменту h), змінивши лише взаємне положення центра валка та центра заготовки (ексцентриситет встановлення валка δ) можна досягнути зміни течії металу по відношенню до центра заготовки. Тобто, пояснення течії металу через вид осередку деформації (вузький, перехідний, широкий) не описує усі ефекти, які спостерігаються при холодному торцевому розкочуванні.

У роботі [5] відмічено, що при висадці розкочуванням зовнішніх бортів інтенсивність та напрямок течії металу, особливо приконттактних із інструментом шарів, залежить від багатьох параметрів процесу холодного торцевого розкочування: положення вершини валка по відношенню до осі заготовки, тобто ексцентриситету валка δ ; відношення вихідної висоти деформованої частини

заготовки до товщини стінки h_0/b_0 ; значення одиничного обтиснення h , тобто обтиснення за один оберт.

По характеру формозміни авторами роботи [6] виділяються такі особливості висадки розкочуванням зовнішніх буртів:

1. Плавне неперервне збільшення кривизни опуклої вільної поверхні бурта протягом усього процесу формозміни (рис. 2а).
2. Переважна течія на початковій стадії розкочування шарів матеріалу, що контактують із розкочувальним валком, внаслідок чого у вершини бурта утворюється гостра кромка, а його вільна поверхня стає ввігнутою (рис. 2б).
3. Утворення в результаті утяжки похилої кільцевої площадки на периферійній частині торцевої поверхні бурта (рис. 2в).

Формозміна за схемою, що показана на рис. 2б, є характерною для розкочування суцільних чи з великою товщиною стінки заготовок, при невеликих одиничних обтисненнях. Характер напруженого стану у зоні найбільшого розширення, виходячи із залежності між кривизною вільного контуру та видом напруженого стану, близька до одноосового розтягу. Наявність напруг розтягу в сукупності із значними локальними деформаціями біля гострої кромки при розкочуванні заготовок із малопластичних матеріалів приводить до зародження тріщин навіть при незначних розмірах бурта. Тому появи гострої кромки в процесі розкочування слід уникати, чого досягнути можна за рахунок збільшення одиничного обтиснення та зміщення валка за вісь заготовки ($\delta < 0$).

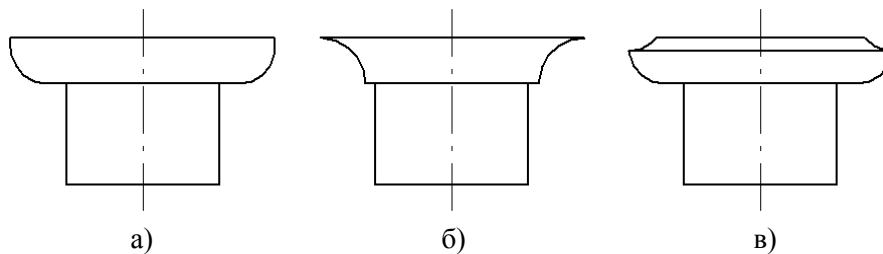


Рис. 2. Характер формозміни буртів при висадці розкочуванням

Поява кільцевої похилої площадки (див. рис. 2в) спостерігається при збільшенні h_0/b_0 . Формозміна заготовки в цьому випадку проходить за схемою вивороту частини, що деформується. Такий характер формозміни допустимий при розкочуванні пластичних матеріалів та може бути використаний для отримання розвинутих буртів із висотою меншої товщини стінки заготовки.

При розкочуванні із збільшенням одиничного обтиснення зменшується нерівномірність розподілення деформації. При цьому контур бурта наближається до прямокутної форми (див. рис. 2а).

Значний вплив на інтенсивність течії приконттактних шарів металу коефіцієнта тертя дає змогу авторам роботи [6] зробити припущення щодо визначального впливу на напрям та інтенсивність течії металу неузгодженості на контактній поверхні швидкостей валка та заготовки. Наслідком цього є зміна напрямку вектора ковзання та напрямку течії приконттактного шару деформованого матеріалу. Але жодних спроб знайти залежність взаємного розташування векторів швидкості валка та інструменту у плямі контакту, а, отже, напрямку та інтенсивності течії металу від параметрів процесу, в літературі знайдено не було. Через недостатнє вивчення кінематики течії металу не розкриваються всі переваги торцевого розкочування, знижується економічна ефективність використання цієї технології, що є однією із найважливіших причин незадовільного її засвоєння у промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богоявленский К. Н., Елкин Н. М., Линд В. Д., Курчанов В. И., Кункин С. Н. Переформовка квадратных листовых заготовок в круглые штамповкой обкатыванием // Кузнечно-штамповочное производство. – 1989. – №1. – С. 13-14.
2. Юй Чжйон. Повышение эффективности технологических процессов и оборудования для штамповки обкатыванием: Дис... канд. техн. наук: 05.03.05. – К., 1997. – 174 с.
3. Казаченок В. И., Наговицын В. В., Зимин Ю. А. Технология торцевой раскатки-штамповки с обкатыванием плоских деталей с тонким полотном // Кузнечно-штамповочное производство. – 1987. – №3. – С. 6-9.
4. Изготовление деталей пластическим деформированием / Под ред. К. Н. Богоявленского, П. В. Камнева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1975. – 424 с.
5. Изготовление заготовок и деталей пластическим деформированием / Под ред. Богоявленского К. Н., Риса В. В., Шелестева А. М. – Л.: Политехника, 1991. – 351 с.

6. Виноградов Л. В., Матвийчук В. А., Мочалов С. М. Технологические возможности ротационного деформирования // Кузнечно-штамповочное производство. – 1989. – № 4. – С. 14-16.

Фіник Ірина Валеріївна – студент Вінницького національного технічного університету, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, група ТЕ-146

Підгорна Олена Володимирівна – студент Вінницького національного технічного університету, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, група БМ-166

Науковий керівник: Краєвський Володимир Олександрович – к.т.н., доцент кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету

Finyk Iryna - student of Vinnytsia National Technical University, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply

Pidhorna Olena - student of Vinnytsia National Technical University, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply

Supervisor: Kraievskiy Volodymyr - Ph.D., Associate Professor, Department of Mathematics Vinnytsia National Technical University