

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

ДП «УкрНТЦ «ЕНЕРГОСТАЛЬ»
ДП «Орган з сертифікації УкрНДІМет-СЕРТ»
Донецька державна металургійна академія
АТ «Фінпрофіль»
ТОВ «Іпріс-Профіль»
Університет ім. Отто-фон-Геріке
ТОВ «ДНЕПРОПРЕСС СТАЛЬ»
Корпорація MACRING GROUP



ИПРИС-ПРОФИЛЬ



ПРОГРАМА

X Міжнародної науково-технічної конференції
**«РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
ПРОЦЕСІВ І ОБЛАДНАННЯ ОБРОБКИ ТИСКОМ
У МАШИНОБУДУВАННІ ТА МЕТАЛУРГІЇ»**

21–23 листопада 2018 р.

Харків – 2018

Тарасов О.Ф. Завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ), доктор технічних наук, професор, Алтухов О.В., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ), кандидат технічних наук

«Розвиток процесів інтенсивного пластичного деформування. Проблеми моделювання та оптимізації».

Марков О.Є. Завідувач кафедри механіки пластичного формування Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ), доктор технічних наук, професор

«Досягнення наукової школи кафедри механіки пластичного формування Донбаської державної машинобудівної академії».

Грибков Е.П. Завідувач кафедри автоматизованих металургійних машин Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ), доктор технічних наук

«Досягнення наукової школи кафедри автоматизованих металургійних машин Донбаської державної машинобудівної академії в удосконаленні процесів прокатки».

Пахомов С.М. Начальник відділу «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля»

«Зварювання металів вибухом у державному підприємстві «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля».

Пермяков О.А. Завідувач кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів НТУ «ХПІ» (м. Харків), доктор технічних наук

«Компонетика верстатів агрегатно-модульної конструкції. Історія та сучасність».

Сивак Р.І. докторант Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця), кандидат технічних наук

«Розвиток наукових основ механіки немонотонного пластичного деформування та удосконалення технологічних процесів обробки металів тиском».

Красв М.В. Провідний інженер ПрАТ «Дніпровський металургійний завод» (м. Дніпро), кандидат технічних наук

«Розвиток наукових основ холодної пластичної деформації металів з використанням постійного магнітного поля».

23 листопада 2018 р., ауд. 12 ГК

12⁰⁰-13⁰⁰

Підведення підсумків конференції, прийняття рішення, закриття конференції.

Розвиток наукових основ механіки немонотонного пластичного деформування і вдосконалення технологічних процесів обробки металів тиском

Сивак Роман Іванович

Основним завданням механіки деформованого твердого тіла за межами пружності є визначення ПДВ деформуємої суцільного середовища з метою оцінки енергосилових параметрів процесу, технологічної спадковості, оцінки здатності матеріалу заготовок до необоротного пластичного формозміни в задачах обробки металів тиском.

Цей напрямок в теорії пластичності інтенсивно розвивалося в Україні та за кордоном і було спрямоване головним чином на інтегральну оцінку енергосилових параметрів процесів. Світова тенденція розвитку конкурентоспроможної продукції машинобудування привела до появи процесів ОМД супроводжуються немонотонним навантаженням металу, при якому питання здатності його до пластичного формозміни стає надзвичайно складним

Такі процеси як процеси поетапного комбінованого видавлювання, що супроводжуються немонотонним деформацією, не можуть бути ефективно реалізовані без науково-обґрунтованих параметрів процесу, які забезпечують якість виробів зі сприятливою технологічної спадковістю, можливості пластичного формозміни без руйнування або забезпечення керованого розподілу використаного ресурсу пластичності за обсягом заготівлі.

Для реалізації таких способів деформування необхідно створення обладнання зі складною кінематикою руху інструментів, але за рахунок немонотонності деформування за допомогою таких способів пластичної обробки металу можна значно підвищити пластичність металу і отримувати вироби високої якості, а також деталі раніше недоступних складних форм з нових матеріалів.

Представлена дисертаційна робота спрямована головним чином на визначення ПДВ при немонотонному пластичній деформації і оцінку на цій основі технологічної спадковості, одним з найважливіших чинників якої є використаний ресурс пластичності. Точність використаного ресурсу пластичності залежить від точності отримання залежності пластичності металів від схеми напруженого стану та історії навантаження.

- Метою роботи є удосконалення технологічних процесів холодної обробки тиском металів з анізотропним зміцненням на основі розвитку методів механіки немонотонного пластичного деформування для отримання виробів зі сприятливою технологічної спадковістю.
- Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- - проаналізувати існуючі проблеми і досягнення в механіці немонотонного пластичного деформування, а також тенденції розвитку технологічних процесів обробки металів тиском;
- - запропонувати нові більш точні фізичні рівняння і підвищити, на цій основі, достовірність розрахунків напружено-деформованого стану для процесів немонотонного навантаження в умовах об'ємного напруженого стану;
- - розробити модель процесу накопичення пошкоджень і методи оцінки ресурсу пластичності при складному і немонотонному навантаженні в умовах об'ємного напруженого стану;
- - підготувати результати теоретичних і експериментальних досліджень до практичного застосування та впровадити в практику промислового виробництва.

Об'єкт дослідження. Процеси холодного об'ємного штампування.

Предмет дослідження. Закономірності формування напружено-деформованого стану, особливості пластичної течії і процесів накопичення пошкоджень при немонотонній пластичній деформації в умовах об'ємного напруженого стану та удосконалення на цій основі технологічних процесів обробки металів тиском

Наукову новизну дисертації складають такі результати:

Отримано розрахунковий апарат, який дозволяє достовірно оцінити напружений стан в процесах немонотонного холодного об'ємного деформування, а також оцінити граничне формоутворення деталей в задачах обробки металів тиском в умовах об'ємного напруженого стану.

Феноменологічним шляхом отримані коефіцієнти рівняння, що дозволяє враховувати вплив відхилення вектора напружень і вектора деформацій на компоненти тензора напружень при складному навантаженні.

Вперше встановлено, що характер залежності величини використаного ресурсу пластичності від кута зламу траєкторії навантаження і величини використаного ресурсу пластичності перед зломом визначається історією навантаження, що передуює зламу траєкторії навантаження.

Практичну цінність дисертаційної роботи представляють наступні її основні результати:

- на основі розробленого розрахункового апарату для визначення напружено-деформованого стану та величини використаного ресурсу пластичності заготовок в процесах, що супроводжуються немонотонною деформацією, вдосконалені технології обробки металів тиском; запропоновані науково

обґрунтовані технологічні параметри процесів, що забезпечують необхідний рівень фізико-механічних властивостей матеріалів виробів і запобігають технологічні відмови;

Для вирішення завдань, пов'язаних з немонотонність процесами пластичного деформування заготовок пропонується виконувати розрахунки в такій послідовальності:

1. Визначення компонент тензора швидкостей деформацій

Для визначення компонент тензора швидкостей деформацій використаний метод координатних сіток. Експериментальні дані представляли у вигляді таблично заданих функцій (масивів) поточних (ейлерових) координат z , r від початкових (лагранжевих) координат z_0 , r_0 і часу (номера етапу деформування). Залежно ейлерових координат від лагранжевих отримували шляхом апроксимації експериментальних даних кубічним сплайнами.

Компоненти тензора швидкостей деформацій визначали за формулами (1)

2. Визначення компонент девіатора напруг

Використовуючи модель анізотропно зміцнюючих тіла Г. Бакхауза, Г. Д. Дель запропонував для розрахунку компонент девіатора напружень рівняння

Головною особливістю моделі анізотропного зміцнення (1) по відношенню до інших моделей є облік в ній спадкового впливу історії навантаження на поточний стан матеріалу за допомогою функції $\varphi(e_u - e_{u0})$, а також облік впливу ефекту Баушінгера за допомогою функції β . Функції φ і β визначаються експериментально і апроксимуються рівняннями

3. Визначення величини використаного ресурсу пластичності

У роботі використана тензорна модель процесу накопичення пошкоджень, яка на відміну від запропонованої А. А. Ільюшиним і Г. Д. Делем, а також тензорно-нелінійної моделі Михалевича, включає в подінтегральную функцію компоненти направляючого тензора швидкостей деформацій через параметр Надаї-Лод i , таким чином, враховує вплив третього інваріанта тензора напружень на розрахунки компонент тензора пошкоджень i , в підсумку, на величину використаного ресурсу пластичності.

Нижче наведені перетворення, які дозволили отримати ці рівняння. Привидів розрахунковий апарат буде надалі використаний для дослідження процесів немонотонного навантаження.

Запропонований Делем-Бакхаузом і розвинений нами підхід дозволяє достовірно оцінити напружений стан в умовах немонотонного пластичного деформування, однак залишається неясним вплив кривизни траєкторії деформації на величину компонент девіатора напружень в умовах складного навантаження. У зв'язку з цим в наступному розділі розглядається підхід

запропонований А. А. Ільюшиним, проте нереалізований на практиці, який, на нашу думку, враховує вплив траєкторій деформацій великої кривизни в межах довжини сліду запізнювання на величину компонент девіатора напружень в умовах складного навантаження.

Ефекти запізнювання полягають у тому, що при переході від деформації розтягування до деформації кручення не знімаючи осьового навантаження (або навпаки) напруги від попередньої навантаження не зникають а поступово згасають і при збільшенні накопиченої деформації дорівнює довжині сліду запізнювання зникають повністю. Ці ефекти тим сильніше чим більше кривизна траєкторії деформації і досягають максимальних значень при зламі траєкторії деформації.

Для оцінки ефектів запізнювання проведені досліді на спільне кручення і розтягування для наступних траєкторій деформацій

Вибір таких траєкторій деформацій пов'язаний з тим, щоб охопити більшість процесів обробки металів тиском, в яких реалізуються подібні траєкторії.

Компоненти девіатора напруг

Для оцінки впливу зламів траєкторії навантаження на пластичність виконані досліді на кручення з подальшим розтягуванням і досліді на кручення з подальшим спільним крутінням і розтягуванням, які можна уявити дволанковими траєкторіями навантаження.

Результати розрахунку наведені на рис

Нами також виконані досліді на розтягнення з подальшим крутінням і досліді на розтягнення з подальшим спільним крутінням і розтягуванням, які можна уявити двохланковими траєкторіями навантаження.

Як приклад застосування запропонованого розрахункового апарату, заснованого на моделі анізотропно зміцнюваного тіла, розглянемо процес радіального видавлювання з подальшою осадкою циліндричних заготовок зі сталі 10. Розрахунок проводили в послідовності представленої на плакатах 7-11.

З аналізу наведених на рис залежностей випливає, що при переході від радіального видавлювання до контурної осаді характер цих залежностей різко змінюється, що при використанні фізичних рівнянь теорії течії практично не спостерігається. Причому немонотонність навантаження тим більше впливає на характер кривих, чим ближче досліджувана точка до поверхні заготовки. Тому при дослідженні впливу поля напружень і закономірностей їх зміни на деформовність і ін. Характеристики деформованого металу необхідно врахувати анізотропію механічних характеристик металу, обумовлену немонотонної пластичною деформацією.

ВИСНОВКИ

У даній роботі отримані наступні результати:

1. Розвинена модель анізотропно зміцнених тіл і розроблений на цій основі розрахунковий апарат, який дозволяє виконувати розрахунки компонент девіатора напружень для процесів з поетапними комбінованими способами формозміни заготовок, що супроводжуються немонотонної пластичною деформацією.

2. Одержав подальший розвиток метод оцінки використаного ресурсу пластичності, що дозволяє прогнозувати граничне формозмінення заготовок з урахуванням історії навантаження і параметра Надаї-Лод в процесах немонотонного пластичного деформування.

3. вперше феноменологічним шляхом знайдені коефіцієнти функціоналів, що дозволило отримати розрахункову формулу для визначення компонент девіатора напружень у випадках складного навантаження за різними кривизни траєкторій деформацій, які охоплюють практично всі завдання обробки металів тиском.

4. В результаті досліджень впливу геометричних характеристик траєкторії навантаження на пластичність в умовах немонотонного навантаження, зумовленого зломом цієї траєкторії в просторі деформацій встановлено, що характер залежності величини використаного ресурсу пластичності від кута зламу траєкторії навантаження і величини використаного ресурсу пластичності перед зломом визначається історією навантаження, що передуює зламу траєкторії.

5. Використовуючи запропонований розрахунковий апарат виконано оцінку напружено-деформованого стану, а також оцінка деформованості заготовки в процесах з немонотонним пластичним деформуванням.