

ВИБІР КРИТЕРІЇВ ДЕФОРМОВНОСТІ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Ганна Лічман, ст. гр. 13В-126, Вінницький національний технічний
університет (ВНТУ), Україна

Науковий керівник – Віталій Огородніков, д.т.н., професор, завідувач
кафедри опору матеріалів, ВНТУ, Україна

Для оцінювання деформовності користуються відповідними критеріями. На сьогодні існує низка критеріїв, що дають різну точність в залежності від умов деформування. Найпростішим є критерій [1], що враховує лише рівень досягнутих деформацій в небезпечному осередку і пластичність металу в умовах напруженого стану, що відповідають кінцевій точці шляху деформування.

Кожен процес обробки матеріалів тиском характеризується шляхом деформування в небезпечній області за яким рахується деформовність. Отже в залежності від типу і виду процесу або траєкторії деформування необхідно застосовувати той чи інший критерій.

Метою роботи є надання рекомендацій щодо використання критеріїв деформування для певного класу процесів обробки тиском, які характеризуються параметрами шляхів деформування.

На прикладі дослідів з зразками із сталі Р18 з'ясовано вплив історії деформування на пластичність, що дало змогу надати рекомендації щодо використання критеріїв деформовності.

У тих випадках, коли шляхи деформування є функціями, на величину граничних деформацій впливають перша і друга похідні від показників напруженого стану. При цьому, якщо $\frac{dh}{de_p} > 2$ коефіцієнт впливу історії деформування на пластичність досягає максимального значення. Друга похідна від показника напруженого стану для сталей різних марок чинить істотний вплив на величину коефіцієнта, що враховує історію деформування. Максимальне значення цей коефіцієнт досягає при більше 5.

При значеннях першої та другої похідної від шляху деформування більше 5 гранична до руйнування деформація відрізняється від розрахункової за різними критеріями. Максимальне відхилення результатів розрахунку і експерименту дає критерій [1] - 57%. Критерій [2] дає відхилення до 20%, мінімальне відхилення результатів розрахунку і експерименту дає критерій [3].

Також на основі експериментів, проведених в камерах високого тиску для різних матеріалів (Р18, Р6М5, сталь 45 та інших матеріалів) проведено аналіз впливу гідростатичного тиску і третього інваріанту тензора напружень на пластичність металів.

Показано, що діаграма пластичності не є єдиною для різних напружених станів. На пластичність металів в умовах об'ємного напруженого стану впливає третій інваріант тензора напружень.

Отже в критеріях деформовності варто застосовувати підходи, що враховують величину третього інваріанту тензора напружень, у вигляді відповідного показника.

Це показано нами на прикладі розрахунку використаного ресурсу пластичності в процесі радіального обтиснення. В цьому процесі метал знаходиться в умовах об'ємного напруженого стану. Сутність процесу полягає в деформуванні заготовки конічними штампами, що забезпечують всебічне пульсуюче прикладання тисків. Завдяки сприятливій схемі напруженого стану можливо обробляти заготовки з малопластичних важкодеформівних металів і сплавів.

Використаний ресурс пластичності γ розраховували по критеріям [1] і [3]. Виявлено, що історія деформування при радіальному обтисненні значно впливає на граничну деформацію.

Отже в роботі з'ясовано, що критерії, які засновані на скалярному накопиченні ушкоджень дають однакові результати розрахунку граничних деформацій для випадків, коли показники напруженого стану залишаються постійними на протязі всього процесу деформування. У випадку складної історії розбіжність може бути суттєвою – до 100%, що залежить від величин першої та другої похідної а також від об'ємності напруженого стану в точці.

Для оцінювання деформовності потрібно: побудувати шлях деформування в небезпечній області, що характеризує даний процес обробки тиском (на основі теоретичних або інших розв'язків); з'ясувати величину третього інваріанту тензора напружень (на основі теоретичних або інших розв'язків); побудувати діаграму пластичності матеріалу, що оброблюється із врахуванням третього інваріанту тензора напружень; обрахувати величини кривизни шляху деформування та швидкості зміни показника напруженого стану; на основі зроблених в роботі рекомендацій вибрати потрібний критерій; розрахувати використаний ресурс пластичності і порівняти його з допустимим значенням.

Література

1. Смирнов-Аляев Г. А. Механические основы пластической обработки металлов / Г. А. Смирнов-Аляев. – Л.: Машиностроение, 1978. – 368 с.
2. Колмогоров В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушение / В. Л. Колмогоров. – М.: Металлургия, 1970. – 229 с.
3. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В. А. Огородников. – Головне вид-во «Вища школа», 1983. – 175 с.