

УДК 621.771

Бень А.М.<sup>1</sup>, Горпинич А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. М-811м НУ «Запорізька політехніка»

## **КОРОТКИЙ ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ГАРЯЧОГО ШТАМПУВАННЯ**

Виробництво високоміцних сталевих деталей із бажаними властивостями методами гарячого штампування вимагає детального контролю процесу формоутворення. Таким чином, на основі різних параметрів процесу та їхньої взаємодії властивості готової поковки стають передбачуваними та регульованими. Окрім параметрів звичайного холодного деформування, параметри теплової роботи та мікроструктурного перетворення ускладнюють опис механічних явищ при гарячому штампуванні.

Гаряче штампування – це процес термомеханічного формування з передбачуваним фазовим перетворенням. Залежно від історії температури та механічної деформації розвиваються різні фази та фазові суміші. Під час фазових перетворень твердого тіла виділяється тепло, яке впливає на теплове поле. Крім того, механічні і теплові властивості змінюються в залежності від суміші мікрокомпонентів, температури та деформації.

Процес гарячого штампування в даний час існує у двох різних основних варіантах: прямий і непрямий метод гарячого штампування. В процесі прямого гарячого штампування заготовка нагрівається в печі, передається на прес, а потім формується в закритому інструменті. Процес непрямого гарячого штампування характеризується використанням майже повної холодної попередньо сформованої деталі, яка підлягає лише операції загартування та калібрування в пресі після аустенізації. Повне мартенситне перетворення в матеріалі викликає підвищення міцності на розрив до 1500 МПа.

Процес гарячого штампування починається з нагрівання заготовки до температури аустенізації. Зі зниженням температури печі тривалість аустенізації збільшується. Дослідження показали, що операція нагрівання заготовки має великий вплив на властивості деталей, тривалість процесу та економічність гарячого штампування. Тому головною вимогою до системи нагрівання є однорідна температура заготовки та короткий час нагрівання. Заготовку можна нагрівати за допомогою різних теплових явищ: випромінювання в печі, індукції та контактного нагрівання (кондукційності).

Щоб уникнути охолодження деталі перед деформуванням, заготовку необхідно якомога швидше перенести з печі в прес. Крім того, формування має бути завершено до початку мартенситного перетворення. Таким чином, швидке закриття інструменту та процес формування є передумовою для успішного контролю процесу.

Після деформування нагрітої заготовки в аустенітному діапазоні температур деталь гартують у закритому інструменті до повного мартенситного перетворення структури деталі. Розвиток мартенситу призводить до збільшення напруження. Перетворення аустеніту (ГЦК) в мартенсит (ОЦК) викликає збільшення об'єму, що впливає на розподіл напружень під час загартування.

Подальша обробка відштампованих деталей методами гарячого штампування полягає в операціях різання та/або з'єднання в залежності від технології.

Цей короткий огляд виявив наявні прогалини в знаннях шляхом опису конкретних явищ гарячого штампування та показав великий потенціал для застосування високоміцних сталей із застосуванням гарячого штампування. Крім того, базові знання фізичних явищ під час гарячого штампування є передумовою для оптимального проєктування процесу.