*УДК 621.77.01*

**Матюхін А.Ю., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедри ОМТ**
**Бень А.М., старший викладач**
Національний університет «Запорізька політехніка», benanna1985@gmail.com
**Терентієв О.В., нач. техн. бюро**
АТ «Мотор Січ», м. Запоріжжя
**Арцибашева М.С., студентка**
Національний університет «Запорізька політехніка», artsybascheva.m@ukr.net

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ КІЛЕЦЬ ПІДШИПНИКА

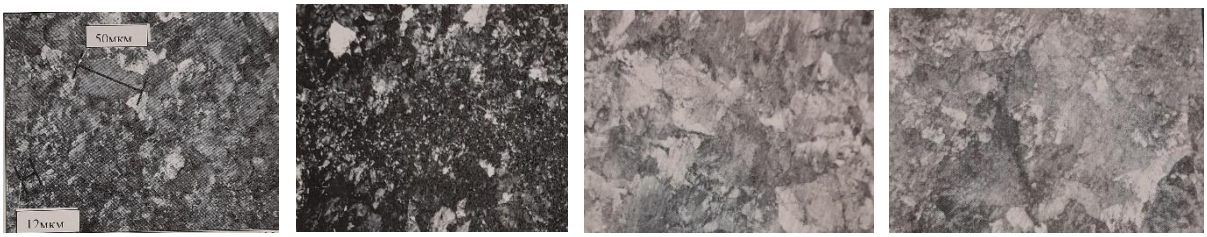
Гаряча деформація дозволяє отримувати складні і точні деталі із різних марок сталей. При розробці технологічного процесу необхідно враховувати термомеханічні умови деформації: температуру початку та кінця обробки, загальні та допустимі ступені деформації, що визначають отримання поковок, без порушення суцільності. Ступінь деформації разом із температурою нагріву та охолодження, і швидкістю деформації визначають кінематику деформації відповідають за створення сприятливої структури поковок зі сталі. [1]

Метою дослідження є встановлення впливу температури деформації на схильність сталі ШХ15-Ш до крихкого міжзеренного руйнування.

В ході дослідження було виготовлено внутрішні кільця підшипника методом штампування при різних температурах 940˚С, 990˚С, 1040˚С та 1140˚С. (рис. 1)

Рис. 1 – Зовнішній вигляд заготовок зі сталі ШХ15-Ш після штампування

Мікроструктура всіх зразків після випробуваних варіантів штампування аналогічна, являє собою пластинчатий перліт. По межах зерен є уривки карбідної сітки, що за протяжністю не перевищують 1 бал за нормативними вимогами, замкнута карбідна сітка не спостерігається (рис. 2).




а) б) в) г)

Рис. 2 – Мікроструктура зразків після гарячого штампування за температури деформації 940˚С (а), 990˚С (б), 1040˚С (в) та 1140˚С (г), зб. 500

Слід зазначити, що структура зразків характеризується різнозернистістю, причому ступінь різнозернистості та максимальна величина зерна зростають з підвищенням температури штампування і відповідають наступним балам за нормативними вимогами:

- зразок №1 – $t_{\partial}$=940˚С – 1 бал, одиничні зерна 2 бали;
- зразок №2 – $t_{\partial}$=990˚С – 1-2 бал;
- зразок №3 – $t_{\partial}$=1040˚С – 1-3 бал;
- зразок №4 – $t_{\partial}$=1140˚С – 1-4 бал.

При нормі не більше 1 балу. Розмір зерна на №1 (940°С) відповідає вимогам на зразках № 2, 3, 4 - перевищує необхідну величину. Причому на всіх зразках відзначається різнозернистість. Ступінь різнозернистості та максимальна величина зерна тим більше, чим вище температура штампування. На зразку № 4 найбільша величина зерна. Карбідна сітка та карбідна неоднорідність не проглядаються.

Паралельно було проведено чисельне моделювання процесу деформації (рис. 3).

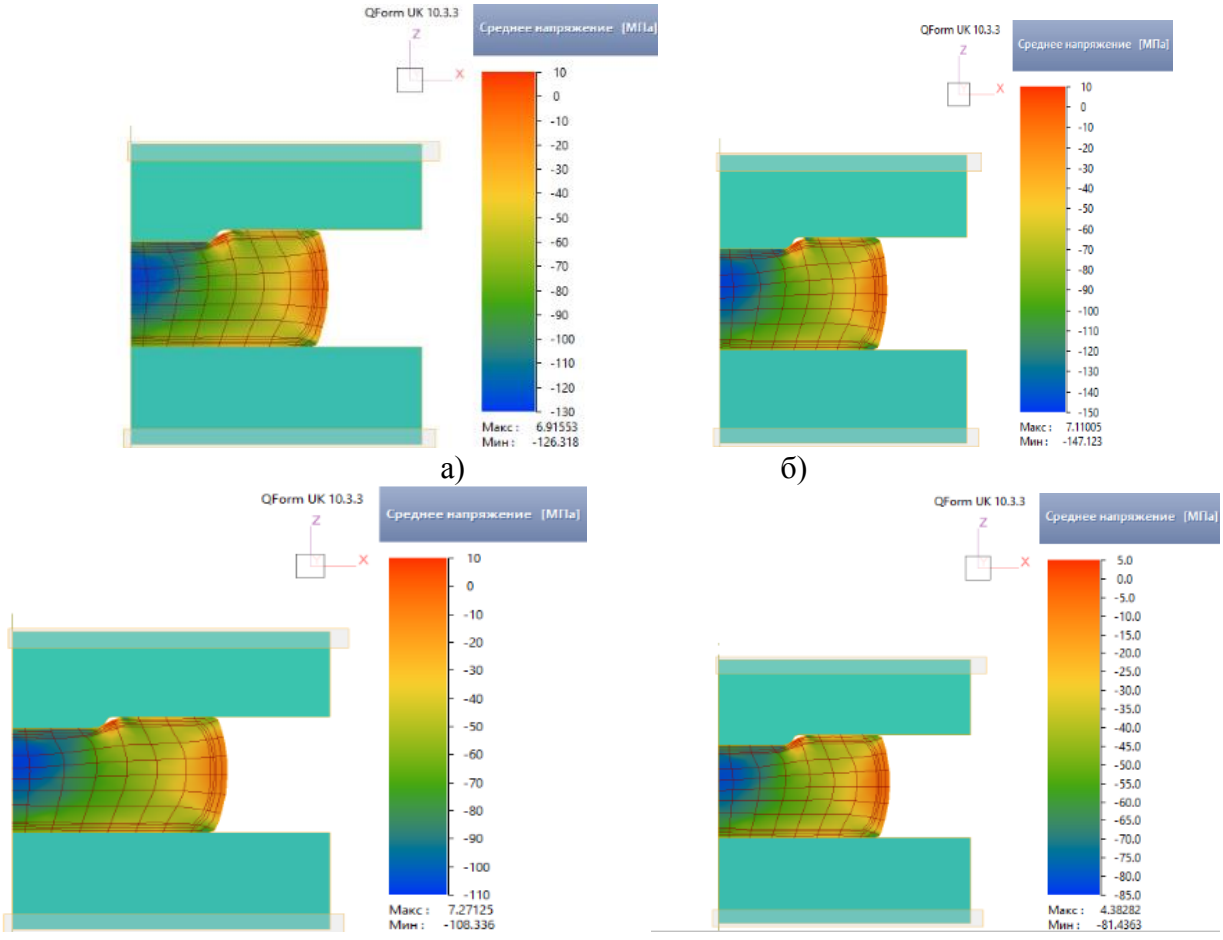



Рис. 3 – Середні напруження заготовки за температури деформації 940˚С (а), 990˚С (б), 1040˚С (в) та 1140˚С (г), зб. 500

Моделювання процесу гарячого деформування показало, що деформація проходить рівномірно, дефекти деформації відсутні, а найбільш оптимальною температурою деформації при штампуванні кілець підшипника зі сталі ШХ 15-Ш має бути температура 940…1040 ˚С. Підвищення температури нагрівання не дає жодних позитивних ефектів процесу деформації, як видно із моделювання, а призводить лише до надмірного та необґрунтованого використання енергоресурсів. Отже, нагрівати заготовку до температури вище 1040˚С не рекомендується.

**Список посилань**

1. Богуслаєв В.О. Точне гаряче штампування деталей ГТД / В.О. Богуслаєв, Ю.С. Кресанов, О.Я. Качан, В.В. Клочихин та ін. – Запоріжжя. – 2017. – 563 с.