УДК 621.91

Шахбазов Я.О., докт. техн. наук, професор
Національний університет «Львівська політехніка» shah-nika@ukr.net
Широков В.В., докт. техн. наук, професор
Українська академія друкарства, м. Львів
Мельников О.В., докт. економ. наук, канд. техн. наук, професор
ІТ СТЕП Університет
Олянишен Т.В., канд. техн. наук, доцент
Національний лісотехнічний університет, м. Львів
Четербух О.Ю., доктор філософії, магістрант
Національний університет «Львівська політехніка»

УТВОРЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ВЕЛИЧИНИ

У процесі різання, дія різального інструмента на поверхню оброблюваного металу викликає пружні та пластичні деформації в напрямку вектора швидкості різання. Тертя задньої поверхні різального інструмента об оброблювану поверхню, також сприяє розтягування кристалічних зерен металу поверхневого шару в напрямку вектора швидкості різання. Після віддалення різального інструмента від поверхні, шари металу набувають вигляд пластично розтягнутих орієнтованих кристалів у напрямку вектора швидкості різання, що викликає спотворення структури металу і розповсюджується на деяку глибину. Це у свою чергу призводить до збільшення об’єму металу, причиною чого є явища дислокацій і вакансій, та стає однією з причин утворення залишкових напружень.

Тому для практики важливим є встановлення закономірностей виникнення залишкових напружень та їх залежність від технологічних параметрів процесу механічної обробки, щоб уникнути небажаних залишкових напружень, або зменшити їх з метою підвищення якості робочих поверхонь деталей.

Нами запропоновано метод зменшення величини залишкових напружень зміною напрямку вектора швидкості різання на чорнових і чистових операціях та методика розрахунку глибини різання на чистовій операції для виправлення шару пластичної деформації після чорнової обробки, яка забезпечує мінімальні залишкові напруження у оброблених поверхневих шарах деталей машин.

Експериментальні дослідження реалізації ефекту управління залишковими напруженнями при механічній обробці кілець, діаметром 50 мм, зі сталі 45: напрям вектора швидкості різання на операції чистового точіння в одних експериментах співпадав з напрямом різання на операції чорнового точіння, а в інших експериментах цей напрям був протилежним. Основною задачею досліджень було встановити можливості впливу ступені виправлення пластично деформованих зерен при чорновій обробці, після чистової обробки та на величину залишкових напружень. Результати металографічних досліджень наведені на рис. 1–4.

На мікрошліфах (рис.1, 2) явно спостерігаються більша пластична деформація зерен оброблюваного матеріалу в напрямку вектора швидкості різання при однакових напрямках чорнової та чистової обробки та спотворення структури поверхневого шару кілець. Зміна напрямку швидкості різання при чистовій обробці у протилежну відносно чорнової дозволила практично уникнути пластичної деформації на обробленій поверхні та виправити структуру поверхневого шару кілець (рис 3, 4).

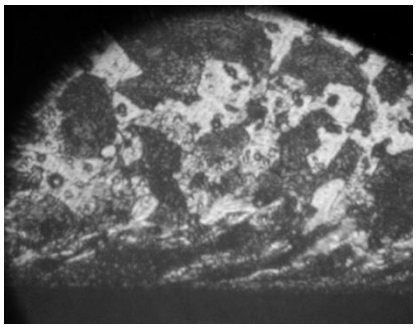

Рис. 1 – Микрошліф поверхні взірця після чорнової обробки (×100)

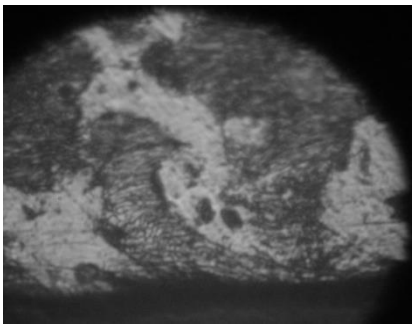

Рис. 2 – Микрошліф поверхні взірця після чистової обробки в одному напрямку (×200)

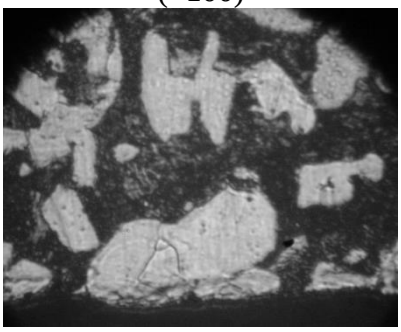

Рис. 3 – Микрошліф поверхні взірця після чистової обробки в протилежному напрямку (×100)

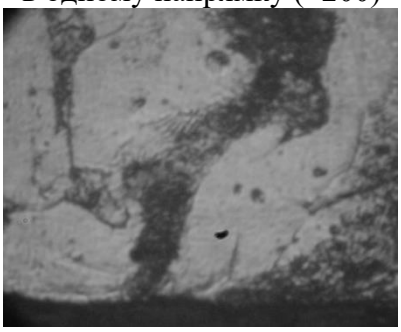

Рис. 4 – Микрошліф поверхні взірця після чистової обробки в протилежному напрямку (×200)

Для експериментального визначення залишкових напружень першого роду був обраний метод Андерсена-Фальмана, результати якого для двох варіантів механічної обробки кілець (взірців), для зручності наведені в табл. 1.

Таблиця 1– значення залишкових тангенціальних напружень

№ взірця	Товщина стінки взірця, мм	Зміна зовнішнього діаметра, мм	Залишкові тангенціальні напруження, МПа	Напрям вектора швидкості різання
1	5,75	0,086	50,1	в одному
2		0,042	26,4	
3		0,055	33,4	
4		0,008	5,1	у протилежному
5		0,006	3,5	
6		0,004	2,4	

Обговорення результатів досліджень. Доведено вплив напрямку вектора швидкості різання при чорнових і чистових операціях на спотворення та виправлення структури поверхневого шару деталі при механічному оброблені. Встановлено, що при чорновому та чистовому оброблені в одному напрямку вектора швидкості різання, залишкові напруження першого роду складають 33…50 МПа, а при чистовій обробці у протилежному напрямку вектора швидкості різання, напруження мають мінімальні значення (2,5…5 МПа). Проведені дослідження підтверджують перспективність використання цього методу при вирішенні технологічних задач, пов’язаних із підвищенням якості і зменшенням залишкових напружень в поверхневих шарах оброблюваних деталей.