

резонансні явища, а відтак максимальні динамічні напруження за відповідних амплітуд переходу через резонанс приймають різні значення.

На рисунку 1 наведено для заданої кутової швидкості обертання робочого органу завантажувача-змішувача відношення максимальних напружень у шнеку за різних швидкостей переміщення зернової суміші відносно нього.

Аналізуючи динамічні напруження, що виникають в горизонтальній та крутонахилений вітках гвинтового завантажувача з пересипом, які зумовлені їх згинальними коливаннями можна зробити висновок:

1. При тих самих фізико-механічних та геометричних характеристик шнека резонанс за більших значень кутової швидкості його обертання має місце для меншої частоти зовнішнього періодичного збурення;

2. Резонансні динамічні напруження шнека з урахуванням кутової швидкості його обертання є більшими для менших значень “власних динамічних частот”;

3. Резонансні динамічні напруження за значних кутових швидкостей обертання шнека у декілька разів перевищують резонансні напруження, що виникають у ньому при його нерухомому стані, що слід враховувати в проектуванні завантажувача при виборі коефіцієнту запасу міцності.

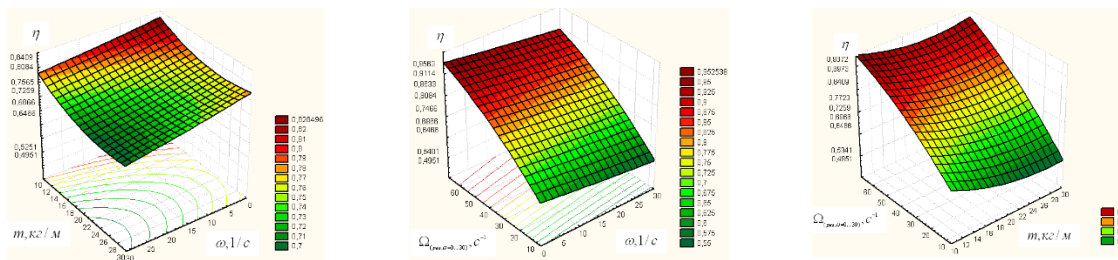


Рисунок 1. Графічні залежності коефіцієнту затухання поперечних коливань робочого органу зумовленого рухом сипкого матеріалу

Встановлено, що із зростанням кількості руху зернової суміші від 250 кгм/с до 375 кгм/с спричиняє зменшення амплітуди переходу через резонанс на 30%, а резонансні динамічні напруження за значних кутових швидкостей обертання у декілька разів перевищують резонансні напруження «статичного пружного тіла» (яке не обертається), що і є базою для урахування динамічного коефіцієнту запасу міцності.

УДК 621.791:539.3:62-4

П.Д. Стухляк, д-р техн. наук, проф., К.О. Трояк, О.А. Дідуник

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПРИ АДДИТИВНОМУ СТВОРЕННІ ВИРОБІВ МЕТОДОМ ЗВАРЮВАННЯ

P.D. Stukhliak, Dr., Prof., K.O. Troyak, O.A. Didunyk

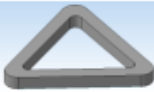
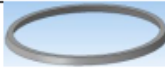
RESIDUAL STRESSES IN ADDITIVE PRODUCTION BY WELDING METHOD

Процеси адитивного виробництва з металів більше не обмежуються застосуваннями швидкого прототипування та знаходять все більше застосування в багатьох галузях для виробництва інструментів та готової продукції. Можливість проектувати деталі практично з нульовими відходами, високою точністю, складною геометрією та виготовленням на замовлення є одними з переваг цього виробничого підходу. Одним з недоліків цієї методики є рівень продуктивності, оскільки деталі

виготовляються шар за шаром, що також збільшує виробничі витрати. Більше того, навіть робочий простір обмежений, особливо для методу порошкового наплавлення. З огляду на ці недоліки та для того, щоб гарантувати прибутковість цього процесу, він повинен бути орієнтований на виробництво складних компонентів, які мають обмежений обсяг, з конструкцією, адаптованою до адитивного виробництва. Одним із рішень, за допомогою якого можна обійти ці недоліки, є поєднання процесу 3D-друку з традиційними виробничими процесами. Під час проектування виробів можна використовувати адитивне виробництво для створення локально складних деталей та їх складання з деталями, виготовленими традиційними процесами.

В роботі досліджувалися та моделювалися залишкові напруження для різних типів прототипів, які були виготовлені адитивним зварюванням, які наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Геометричні розміри та типи зразків для аналізу

Робоча назва	Kiltsevuļ	Trukutņij	Kvadrat	KonusR	KonusS
Моделльний зразок					
Характерний розмір	Ø	Довжина сторони	Довжина сторони	Ø _{низ} /Ø _{верх}	Ø _{низ} /Ø _{верх}
Значення, мм	40	50	50	60/64	60/56

В результаті було створено установку для адитивного друку, виготовлено серію виробів та промодельовано внутрішні напруження. Встановлено, що для всіх зразків рівень еквівалентних напружень не перевищує границі міцності та зменшується в напрямку друку.

Література

1. Hamdi Selmi, Jean Brousseau, Gabriel Caron-Guillemette, Stéphane Goulet, Jacques Desjardins, Claude Belzile. Weldability of 316L Parts Produced by Metal Additive Manufacturing. J. Manuf. Mater. Process. 2023, 7(2), 71; <https://doi.org/10.3390/jmmp7020071>.

