

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

*Цимбал Б. М., д.держ.упр., доц., проф. (каф. ПКСПСЦЗ НУЦЗ України);
Голобородько Є. М., студ. (гр. ОПс-23(22), ННІ ІСП НУЦЗ України)*

Анотація. Вібрація є одним із найпоширеніших шкідливих фізичних факторів у промисловості, що виникає під час роботи машин, механізмів та обладнання. Її вплив проявляється як у погіршенні стабільності технологічних процесів, так і в ризиках для здоров'я працівників. У статті розглянуто основні джерела вібрацій у виробничому середовищі, їх вплив на точність обробки матеріалів і довговічність обладнання, а також методи контролю та зниження вібраційних навантажень. Наведено результати експериментальних досліджень із вимірювання рівнів вібрації та оцінки їхнього впливу на технологічну стабільність.

Ключові слова: вібрація, стабільність процесів, технічна безпека, охорона праці, виробничі ризики.

Abstract. The article examines the consequences of ecocide caused by Russia's armed aggression against Ukraine. The scale of environmental destruction, its impact on natural ecosystems, water and land resources, as well as long-term threats to public health and biodiversity are analyzed. Ways to overcome the environmental consequences of the war and possible mechanisms of international responsibility for ecocide are proposed.

Keywords: vibration, process stability, technical safety, occupational safety, industrial risks.

Вступ. Вібрації у виробничому середовищі можуть мати механічне, акустичне або конструкційне походження. Основними джерелами є двигуни, компресори, насоси, верстати та транспортні установки. Навіть незначні коливання можуть спричиняти порушення точності обробки, зниження якості продукції та надійності обладнання [1].

Аналіз стану питання. Дослідження показують, що у верстатах високої точності мікровібрації з амплітудою 5–10 мкм можуть викликати похибки до 0,05 мм, що є критичним у приладобудуванні та авіаційній галузі [2]. Вібраційні впливи змінюють параметри технологічних процесів, підвищують зношування інструментів і створюють ризики аварійного виходу обладнання з ладу.

Мета дослідження. Визначення кількісних показників впливу вібрацій на стабільність технологічних процесів та розробка технічних заходів їх мінімізації.

Методики, матеріали і результати досліджень. Для дослідження було використано віброакустичний вимірювальний комплекс ВШВ-003, оснащений трикомпонентними акселерометрами, які реєстрували коливання у частотному діапазоні 1–1000 Гц. Вимірювання проводилися на робочих поверхнях токарного верстата та опорах двигуна. Аналіз спектра вібрацій здійснювався методом швидкого перетворення Фур'є (FFT).

Результати показали, що в режимах номінального навантаження рівень коливань становив 85–95 дБ, що перевищує допустимі норми за ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2004 на 15–20 %. За таких умов спостерігалось збільшення похибки розмірної точності деталей у середньому на 12 % порівняно з контрольним режимом. Також встановлено, що підвищення вібраційної активності на 10 дБ спричиняє зростання споживання енергії приводу на 3–5 % через втрати на динамічні коливання.

У додаткових дослідках було перевірено ефективність різних демпфувальних матеріалів. Найкращі результати показали еластомерні амортизатори на основі поліуретану, які зменшили пікову амплітуду коливань на 40–45 %.

Обговорення. Вібрації також мають значний вплив на людину. Тривалий контакт із ними призводить до розвитку вібраційної хвороби, ураження опорно-рухового апарату та нервової системи [4]. Для зменшення вібраційних впливів використовують технічні методи – балансування, амортизуючі елементи, пружні прокладки, системи активного гасіння коливань і цифрове фільтрування сигналів. Регулярна діагностика обладнання дозволяє запобігти резонансним коливанням і підвищити надійність технологічних систем.

Висновки. Вібрації є ключовим дестабілізуючим фактором технологічних процесів, що впливає на точність, енергоефективність та безпеку виробництва. Результати досліджень підтвердили прямий кореляційний зв'язок між рівнем вібрацій та стабільністю технологічних параметрів. Використання систем активного гасіння коливань і амортизуючих матеріалів дозволяє знизити вібраційне навантаження до нормативного рівня та підвищити довговічність обладнання. Подальші дослідження доцільно спрямувати на створення інтелектуальних систем віброконтролю, що поєднують датчики, аналітичні алгоритми та автоматизоване керування.

Література

1. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Київ : Держстандарт України, 1999. – 24 с.
2. Гандзюк М. П. Основи охорони праці. – Київ : Каравела, 2021. – 368 с.
3. Пілюшенко В. М. Безпека життєдіяльності та охорона праці. – Львів : Світ, 2019. – 312 с.
4. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2004. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. – Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 25 с.
5. Кравець О. І. Гігієна праці та виробнича санітарія. – Харків : ХНУМГ, 2020. – 214 с.