

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу ГАНУША Василя Івановича «Оцінка технічного стану базових конструкцій пресо-прокатного устаткування після довготривалої експлуатації», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.05.08 - «Машини для металургійного виробництва»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

В галузі чорної металургії продовжується експлуатація технологічного устаткування різного виду виробництв, які відпрацювали 50-80 років. Механічне обладнання, наприклад шпинделі, шестеренні валки, редуктори підлягають періодичному діагностуванню, обслуговуванню або заміні з метою продовження їх роботи. В той же час такі стаціонарні масивні базові конструкції, як фундаменти, колони, станини, на яких встановлене працююче механічне обладнання, залишаються беззмінними. Вони також сприймають навантаження різного виду, зношуються, їх матеріал деградує, механічні властивості змінюються. Тому цілком ясно, що для подальшої успішної їх експлуатації необхідно оцінювати і знати залишковий ресурс базових конструкцій. Це дозволяє одержати певні економічні зиски. Погоджуючись з метою та завданнями дослідження, поставлених дисертантом, вважаю, що тема дослідження актуальна, особливо в ці часи, коли наша країна зазнає відомі труднощі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертант відзначає, що в основу роботи покладено результати трьох науково-дослідних робіт, які виконувались Національною металургійною академією України на замовлення промислових підприємств, вказує номери їх державної реєстрації. Роботи спрямовані на оцінку навантаженості та довговічності, розробку стратегії обслуговування та показників ресурсу і надійності, оцінку фактичного стану промислового обладнання.

2. Ступінь обґрунтування та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Виконане дослідження ґрунтується на фундаментальних закономірностях і аналітичних методах математичної статистики, теорій технічного обслуговування, довговічності і надійності технічних систем. Експериментальні дослідження виконано згідно відомим методам у поєднанні з методом скінченних елементів і не викликають сумнівів.

Сформульовані в роботі наукові положення та рекомендації достатньо обґрунтовані та достовірні, і відповідають сучасним уявленням про предмет дослідження.

3. Новизна наукових положень, результатів та рекомендацій.

Вважаю, що головним досягненням в напрямку забезпечення надійності технологічних машин в представленій роботі є розвиток ресурсного підходу, при якому ймовірність безвідмовної роботи (ЙБР) встановлюється на порівнянні пари показників «напрацювання – довговічність». Суть ресурсної механіки полягає у тому, що устаткування проектується на гарантовано назначений ресурс, а в процесі експлуатації відбувається переоцінка технічного стану, встановлюється точніше вихідний ресурс, а далі з часом – послідовність залишкових ресурсів.

Новизна в роботі полягає також в розвитку методів знаходження ймовірності безвідмовної роботи, концепції допустимого ризику та індексу безпеки при поступових відмовах, моделі втомної довговічності, моделі довговічності при багатовісній втомі, методу еквівалентування за напруженнями.

4. Практичне значення результатів досліджень.

1. Фактично в роботі розроблено метод використання елементів ресурсної механіки - знаходження ймовірностей відмови і безвідмовності шляхом порівняння функцій розподілу довговічності та наробітку.

2. Запропоновано комплексний діагностичний показник – ресурсний індекс безпеки та сформовані правила об'єднання індексів безпеки елементів базових конструкцій.

3. Розроблено алгоритм визначення безпеки базових конструкцій за умов багатоджерельного пошкодження.

4. Запропоновано концепцію допустимого ризику і індексу безпеки для оцінки технічного стану базових конструкцій.

5. Теоретичні розробки, методи, алгоритми та моделі використані для оцінки залишкового ресурсу станин робочих клітей трубопрокатного агрегату 350 та оцінки технічного стану станин пресів для виробництва залізничних коліс, що показало їх практичну роботоспроможність.

Результати досліджень використані в навчальному процесі Українського державного університету науки і технології, а рекомендації з діагностування технічного стану і з визначення залишкового ресурсу на трубопрокатному агрегаті 350 і станин пресу 100 МН.

Погоджуючись з висновками дисертанта і підсумовуючи досягнення відзначу, що є узагальнене практичне значення результатів роботи, яке полягає в приверненні уваги до вибраного напрямку досліджень

довговічності, надійності, ресурсу, допустимого ризику безпеки базових конструкцій металургійного устаткування. Часткове значення полягає в розробці методів, алгоритмів, моделей, методик розрахунку показників довговічності, прогнозування технічного стану, ресурсу, ризику безпеки, які можуть бути використані відносно базового обладнання автомат-стану і колон преса.

5. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах.

Основний зміст дисертації та наукових положень в повній мірі викладено в 19 наукових виданнях, у тому числі: 10 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ДАК НАН України, 5 з яких опубліковані у виданнях, що індексуються у міжнародних науково-метричних базах Scopus і Web of Science; 6 матеріалів праць і тез науково-технічних конференцій, в двох патентах на корисну модель України, 1 монографії.

Всі публікації містять результати безпосередньої роботи автора на окремих етапах досліджень і відображають основні положення і висновки дисертаційної роботи. Кількість публікацій, обсяг та рівень їх видання відповідають вимогам ДАК МОН України. Аналіз особистого творчого внеску автора роботи вказує на високий ступінь самостійності виконання досліджень та публікування їх результатів.

6. Оцінка змісту дисертації.

Науково-практична направленість дисертаційної роботи відповідає загальній тенденції – збільшення термінів експлуатації технічного устаткування, особливо це відноситься до базових несучих конструкцій. Розробка та обґрунтування наукових методів розрахунку ресурсу обладнання із-за його різноманітності в багатьох випадках одиничного виготовлення має велике значення як для науки, так і для багатьох галузей промисловості.

В розділі 1 викладаються основні поняття про базові конструкції і деякі загальні їх особливості: вагомість, масо-габаритні параметри, складний напружений стан, режими навантаження, втомні пошкодження та інші. Надано огляд досліджень міцності і ресурсу базових конструкцій прокатного обладнання. Відзначається, що для забезпечення надійності обрано детерміновані міцності, що недостатньо, забезпечення міцності також стає недостатнім, необхідно гарантування безпеки та управління ризиками.

На графічному прикладі показано як змінюється індекс безпеки з урахуванням числа циклів навантаження і коефіцієнтів варіації ресурсу і напруження при поетапній переоцінці ресурсу. Відзначається, що індекс безпеки фактично слугує комплексним діагностичним параметром.

Автор аналізує розвиток використання деяких термінів. Так, поряд з такими як «навантаження – міцність», «діагностичний параметр – його межа», «роботоздатний - нероботоздатний» ввійшли пари «накопичене пошкодження – граничне пошкодження», «ризик – гарантійний ризик», «наробіток t – ресурс T ». Це має не тільки методологічне значення, а й сприяє поглибленню зв'язку між статистичним запасом міцності і індексом безпеки. Показано, що використання методу індексу безпеки сприяє зниженню ризику і забезпеченню гарантованої безпеки.

Автор показує, що є підстави одержання узагальненого індексу безпеки для технічних систем та для раптових відмов наводить приклад алгоритму знаходження ресурсного індексу безпеки. Технічний стан базової конструкції, в якій є кілька небезпечних місць, зазнає пошкодження від дії багатьох чинників, тому розроблено метод і правила об'єднання ресурсних індексів безпеки як показників надійності окремих елементів в послідовних системах із паралельно працюючими системами.

Розділ 2 роботи включає основні теоретичні розробки.

Мова йде про те, що при обслуговуванні більш зручно контролювати надійність всієї системи, тому бажано окремі показники об'єднати в єдиний. Поставлена мета побудови і перевірки моделі багатовісної втоми на підставі правил об'єднання ресурсних індексів безпеки при складному напруженому стані та проблема об'єднання показників.

Враховується комплексне, циклічне навантаження та комбінації деградаційних процесів, явище багатовісної втоми, що є результатом комбінації простих видів деформації. Наведено аналіз методів еквівалентування за нормальними напруженнями, за дотичними напруженнями і деформаціями, непропорційним навантаженням, а також принципової схеми визначення довговічності при складному напруженому стані шляхом еквівалентування і шляхом об'єднання індексів безпеки. Зроблено важливі зауваження відносно умов для яких процесів навантаження придатні методи еквівалентування, і при яких умовах вони малоефективні. Відзначається проблематичність експериментальної перевірки багатовісної втоми та актуальність способів і методик для спрощення імітації складного напруженого стану.

Третій розділ має дослідницьку спрямованість на конкретний металургійний об'єкт – робочі кліті трубопрокатного агрегату 350. Шляхом експериментальних вимірювань встановлені важливі особливості зміщень точок кліті автомат-стану (до 10 – 17 мм), деформування і напруження станини, стану її металу (раковини до 10 – 15 мм), а також параметри циклічних процесів під час прокатки труб, співвідношення місць

концентрації напружень і дефектів. Результати дослідження методом скінчених елементів відповідають результатам тензометрування станини.

Подібним методом досліджено напружено-деформований стан станини прошивних клітей трубопрокатних агрегатів, виявлені місця максимальних напружень біля кріплення гвинта. Шляхом огляду помічено значний зазор між кришкою та станиною, що призводить до формування тріщин.

На конкретних прикладах викладено алгоритм (метод) прогнозування показників технічного стану. Аналізуються моделі опору втомі та руйнуванню матеріалу станини, пояснюється причина вибору моделі. Подаються алгоритми знаходження довговічності та функції надійності станини прошивного стану до появи тріщини за наявності дефектів, при посиленні жорсткості умов експлуатації.

Наведені варіанти графіків функцій розподілу терміну служби і ризику (до повного), які мають практичне значення для подальшої експлуатації станини прошивного стану. Подібні дослідження виконано для станини автомат-стану.

Подано модель функції ризику для базових конструкцій, відзначається чутливість функції ризику до наробітку. Розроблено пристрої фіксації кришки на станині прошивного стана, що забезпечує беззазорне з'єднання.

Окремо хочу зазначити особливість матеріалу в розділах 3 і 4. Вона полягає в прикладному спрямуванні теоретичних розробок до діючого устаткування конкретних агрегатів з урахуванням їх індивідуальних та нестандартних особливостей, характеристик технології виробництва. Це сприяло поглибленому вивченню та усуненню первинних конструктивно-технологічних причин руйнування, забезпеченню міцностної надійності базових деталей при збільшенні термінів експлуатації обладнання.

Так **в розділі 4** досліджуються особливості проектування і експлуатації колон пресів для виробництва залізничних коліс, які виявилися найбільш напруженими і відповідальними базовими елементами. Шляхом тензометрування виявлена нерівномірність навантаження в колонах, сформовано навантажувальний блок колони, врахована вільна частина колони та напруження у різьбовій її частині.

Розроблено алгоритм знаходження гарантованого ресурсу, визначені індекси безпеки вільної частини колони і різьбової ділянки. Визначені умови навантаження і діагностики технічного стану, за яких можлива їх експлуатація до 50 років. В цьому полягає суттєве значення одержаних результатів.

Представлена робота фактично є продовженням напрямку досліджень довговічності, надійності, ресурсу металургійного устаткування, який сформувався і успішно розвивався більш ніж півстоліття на кафедрі МОМЗ (МАМВ) НМетАУ. Напрямок має велику перспективу в теоретичному і практичному значенні оскільки враховується низка взаємопов'язаних питань теорії і практики. Тому вважаю, що роботи подібної тематики необхідно підтримувати и розвивати.

7. Оцінка мови та стилю дисертації. Відповідність визначеній спеціальності.

Дисертація та автореферат написані з використанням сучасної науково-технічної термінології. Зауважень щодо послідовності та стилю викладання матеріалів немає. Дисертаційна робота та автореферат і опубліковані наукові праці здобувача за змістом відповідають спеціальності 05.05.08 – «Машини для металургійного виробництва». Матеріали автореферату відповідають змісту та основним положенням дисертаційної роботи.

8. Зауваження по роботі та автореферату.

1. До деяких рисунків недостатньо надано пояснень про відображені параметри (рис. 2.5, 2.6, 2.7, 3.10).

2. На рис. 3.10-3.13, 3.31, 3.37 та 4.11-4.18 надписи виконано російською, або англійською мовами.

3. Вважаю, що в роботі недостає підсумкового параграфу, в якому був би викладений приклад послідовного проведення оцінки технічного стану згідно розроблених критеріїв.

4. З тексту дисертації незрозуміло, яким чином оброблено осцилограми, діючих в станинах трубопрокатних станів і пресів напружень. Адже, як добре відомо, від методу схематизації залежать параметри циклічного процесу і в підсумку – прогнозована довговічність.

5. Автором пропонується спосіб врахування непропорційного навантаження при дії нормальних і дотичних напружень. Відомо, про неоднозначний вплив цього чинника на довговічність. Поясніть, чому такий спосіб не перевірено при лабораторних випробуваннях.

9. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.

По композиційній побудові дисертаційна робота представляє цілеспрямоване дослідження, в якому вирішені питання оцінки технічного стану устаткування шляхом використання і розвитку теорії надійності, довговічності, прогнозування ресурсу і технічного стану механічного обладнання та його безпечної експлуатації.

У цілому дисертаційна робота В. І. Гануша «Оцінка технічного стану базових конструкцій пресо-прокатного устаткування після довготривалої експлуатації» є завершеною науково-дослідною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати. Робота характеризується цілісністю і логічністю викладення, написана грамотною технічною мовою з використанням сучасних наукових термінів. Аналіз матеріалів дисертації, обґрунтованості її новизни, висновків, рекомендацій і практичної цінності результатів дають підстави для висновку, що дисертаційна робота В. І. Гануша відповідає вимогам ДАК МОН, що пред'являються до дисертацій (п. 9, 11, 12, 13, 14) «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. зі змінами, затвердженими постановами КМУ від 19.08.2015 р №656, та від 30.12.2015 р. №1159 та нормативними документами Міністерства освіти і науки України. На викладених підставах вважаю, що В. І. Гануш заслуговує присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.08 – «Машини для металургійного виробництва».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Вереньов Валентин Володимирович, старший
науковий співробітник Інституту чорної металургії
ім. З. І. Некрасова НАН України,
Заслужений працівник промисловості України



Валентин ВЕРЕНЬОВ

Підпис д.т.н. В. Вереньова засвідчую:

Вчений секретар Інституту чорної
металургії ім. З. І. Некрасова
Національної академії наук України,
доктор технічних наук



Ганна КОНОНЕНКО