

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора кафедри інженерної геодезії Івано - Франківського національного технічного університету нафти і газу Ріпецького Євгенія Йосиповича на дисертаційну роботу Поповича Павла Васильовича «Методи оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з врахуванням впливу агресивних середовищ», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

Актуальність теми виконаної дисертаційної роботи.

Сучасне виробництво сільськогосподарської продукції можливе тільки на підставі високопродуктивних, енергоекономічних та надійних комплексів техніки. Досягти цього можливо за рахунок удосконалення вітчизняних с/г машин, особливо тих, виробництво яких має історію, досвід, матеріальну базу та глибокі наукові і конструкторські напрацювання. Однією з причин втрати позицій при створенні конкурентної сільськогосподарської техніки є відсутність системних напрацювань з проблематики надійності та довговічності несучих металоконструкцій сільськогосподарських машин. Спрацьованість матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств та використання фізично і морально застарілої техніки є одним з основних чинників втрат врожаїв. Встановлено, внаслідок сумісного впливу атмосферної корозії і механічних навантажень виходить з ладу значна кількість деталей машин, в яких частка поломок від робочих перевантажень внаслідок втрати міцності від корозійних і корозійно - втомних пошкоджень переважає, причому одними із найнебезпечніших чинників, які призводять до відмов сільськогосподарської техніки, є корозія та корозійно-механічні руйнування базових вузлів сільськогосподарської техніки протягом їхньої роботи на полях та при зберіганні, враховуючи сезонність роботи. Незважаючи дослідження впливів процесів корозії на зниження надійності сільськогосподарських машин,

в даній галузі наукового доробку залишається велика кількість проблем, які потребують поглибленого вивчення, зокрема недостатньо досліджена проблематика розвитку корозійно - втомних пошкоджень в несучих структурах сільськогосподарської техніки у середовищах добрив.

Підвищення вимог для забезпечення показників продуктивності, металоемності, надійності машин для внесення добрив пов'язане з забезпеченням міцності і довговічності їхніх вузлів. На сьогодні можливості методів оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з урахуванням агресивно - експлуатаційних факторів використовуються не в повній мірі. Розробка теоретичних основ і розрахунково експериментальних методів оцінки ресурсу несучих систем машин вказаного класу з врахуванням впливу агресивних середовищ є складним науковим завданням, яке вимагає поглибленого аналізу питань теорії розрахунків на міцність несучих систем, створення нових ефективних розрахункових моделей, що в сукупності є значною науково - технічною проблемою, яка має важливе народногосподарське значення. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що тема дисертації є актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність і новизна.

Основні наукові положення повністю відображають наукову новизну одержаних результатів. Показана відмінність одержаних результатів від відомих. Всі наукові положення мають достатній рівень новизни і є теоретичними основами вирішеної в дисертаційній роботі наукової проблеми оцінки і підвищення ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з урахуванням впливу агресивно - експлуатаційних факторів. Одержано результати, які, в основному, вирішують дану проблему

Наукові положення, висновки і рекомендації є достовірними, новими, та достатньо обґрунтованими.

Висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достовірними, достатньо обґрунтованими, що підтверджується результатами теоретичних та експериментальних досліджень.

Перший висновок характеризує результати досліджень, методи розрахунку ресурсу несучих систем мобільних сільськогосподарських машин з позицій механіки руйнування під впливом агресивно - експлуатаційних факторів

Другий висновок констатує, що розроблено таку модель процесів корозії у тріщинах несучих систем розкидачів добрив, яка описує нестационарний потік водню в метал як функцію концентрації іонів в електроліті, навантаженості та стандартного електродного потенціалу металу.

Третій висновок наводить інформацію про побудову на основі першого закону термодинаміки нерівноважних станів моделі для визначення періоду докритичного росту корозійних наскрізних тріщин в тонкостінних елементах при сумісній дії статичних навантажень і агресивних середовищ з адаптацією до поширених видів корозійного впливу – для незначних та суттєвих анодних процесів.

Четвертий висновок присвячений розробці розрахунковій моделі визначення залишкового ресурсу тонкостінних елементів металоконструкцій з наскрізними тріщинами при дії циклічної навантаженості і агресивних середовищ добрив з позиції термодинаміки нерівноважних процесів і механіки втомного поширення тріщин.

У п'ятому висновку вказано, що одержано сукупність математичних залежностей у вигляді нелінійного диференціального рівняння з початковими і кінцевими умовами, що дозволяє визначати ресурс роботи елементів несучих систем з поверхневими тріщинами при дії експлуатаційних навантажень і корозійних середовищ.

Шостий висновок характеризує положення методики визначення ресурсу тонкостінних несучих систем розкидачів добрив при їх експлуатації, розкриває застосування методики на прикладах циклічного згину несучих елементів у залежності від корозійно - експлуатаційних факторів.

Сьомий висновок констатує, що на основі розробленого нового ефективного методу обчислення КІН при довільному навантаженні поверхневих тріщин обчислено ресурс основних елементів закритих профілів металоконструкцій розкидачів при циклічному згині, побудовано залежності ресурсу прямокутної і круглої труб від величини зовнішнього навантаження з урахуванням особливостей зародження корозійно – втомних тріщин.

У восьмий висновок стосується методики і результатів експериментальних досліджень в реальних експлуатаційних умовах НДС несучої металоконструкції розкидача ПРТ – 10.

У дев'ятий і десятий висновки присвячено експериментальним дослідженням впливу середовищ добрив на характеристики циклічної тріщиностійкості та втомної міцності матеріалів тримких елементів розкидачів добрив.

Одинадцятий дванадцятий і тринадцятий висновки стосуються результатів експериментальних досліджень з визначення електрохімічної і корозійної поведінки сталей якісних і звичайної якості в агресивних середовищах середовищах мінеральних і органічних добрив, дощівки.

У чотирнадцятому і п'ятнадцятому висновках наведено інформацію про розрахунково-експериментальні дослідження ресурсу роботи несучої системи розкидача добрив РТД – 9 і її модернізації, а також впровадження у виробництво результатів теоретичних і експериментальних досліджень.

Зауваження до висновків:

результати досліджень електрохімічної і корозійної поведінки сталей можна лаконічніше представити в одному висновку.

Значимість одержаних результатів для науки та виробництва.

Значимість одержаних результатів для науки полягає у розробці теорії опису процесів руйнувань несучих систем причіпних розкидачів добрив в

умовах дії експлуатаційних циклічних навантажень і корозійно - агресивних середовищ на основі проведеного комплексу наукових досліджень.

На основі законів термодинаміки і механіки втомного поширення тріщин розроблено розрахункові моделі визначення періоду докритичного росту наскрізних тріщин в тонкостінних елементах конструкцій при сумісній дії статичних навантажень і корозійно - агресивних сільськогосподарських середовищ. Розроблено математичну модель для визначення залишкового ресурсу тонкостінних несучих систем розкидачів добрив з наскрізними тріщинами при дії циклічних навантажень і корозійно - агресивних середовищ. Отримано сукупність математичних співвідношень у вигляді нелінійного диференціального рівняння в часткових похідних з обґрунтованими початковими і кінцевими умовами для визначення ресурсу при дії корозійно - експлуатаційних сільськогосподарських середовищ на елементи конструкцій з поверхневими тріщинами у трьохвимірних тілах, запропоновано ефективний метод розв'язку вказаної задачі. Сформульовано основні положення методики оцінки ресурсу несучих металоконструкцій розкидачів добрив при експлуатаційних умовах з адаптацією для застосування при визначенні залишкового ресурсу типових для с/г машинобудування відкритих профілів в робочих середовищах. Розроблено методику обчислення довговічності несучих елементів замкнутих профілів металоконструкцій розкидачів добрив з урахуванням особливостей зародження корозійно - втомних тріщин на поверхнях при циклічному навантаженні в агресивних середовищах добрив. Запропоновано наукову концепцію розрахунково - експериментального прогнозування і оцінки ресурсу несучих систем причіпних розкидачів добрив з врахуванням фактичних експлуатаційних умов.

Значимість одержаних результатів для виробництва. Запропоновано методи які мають прикладне значення і дають змогу виконати оцінку ресурсу з визначенням раціональних параметрів та матеріалів несучих систем причіпних машин для внесення добрив при урахуванні впливу агресивно - експлуатаційних факторів, що дає змогу покращити показники міцності і

довговічності, підвищити корозійну стійкість розкидачів. Отримані наукові і практичні результати, методики і рекомендації впроваджено на виробництві.

Оцінка змісту дисертації, повнота викладу основних наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Дисертаційна робота Поповича Павла Васильовича на тему «Методи оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з врахуванням впливу агресивних середовищ» є закінченою науковою працею, яка направлена на вирішення важливої науково - технічної проблеми оцінки і підвищення ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з врахуванням впливу агресивно - експлуатаційних факторів. Результати, одержані у дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані, підтверджені експериментально.

Результати досліджень дисертаційної роботи у встановлені терміни достатньо повно викладено в 44 працях, з яких 26 статей у фахових наукових журналах та збірниках наукових праць, у тому числі 7 публікацій у наукових виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, з яких 5 мають імпаکت - фактор, 3 патенти на винаходи, 15 тез доповідей наукових конференцій, з них 2 у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз з імпакт – фактором. Дані публікації відповідають змісту дисертації і її основним положенням, висновкам і рекомендаціям.

Автореферат відповідає встановленим вимогам, також змісту дисертації і забезпечує повне уявлення щодо всієї роботи.

У матеріалах докторській дисертації відсутні наукові положення та результати, одержані автором в кандидатській дисертації.

Дана робота відповідає паспорту спеціальності 05.05.11 - Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Дисертація складається зі вступу, 7 розділів, загальних висновків, переліку посилань із 322 найменувань та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 443 сторінки, з яких основний текст – 360 машинописних сторінок, 133

рисунки, 50 таблиць. Мова і стиль викладення, оформлення дисертації та автореферату відповідають встановленим вимогам.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрита сутність і стан наукової проблеми, її значимість, сформульовано мету та задачі досліджень, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, наведено об'єкт та предмет досліджень, методи дослідження, сформульовано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів, приведено дані про апробацію досліджень і публікації, що відображають основний зміст роботи.

У першому розділі проведено аналіз стану проблеми. Досліджено проблематику надійності несучих систем мобільних сільськогосподарських машин. Визначено особливості корозійних пошкоджень металоконструкцій сільськогосподарської техніки. Встановлено, що недоліками оцінки експлуатаційної надійності і довговічності розкидачів добрив є неврахування впливу агресивних середовищ добрив. Доведено, що закономірності зародження і розвитку дефектності в несучих системах сільськогосподарських машин з урахуванням агресивних робочих середовищ, фізичної природи відмов, розвитку втомних дефектів при фактичних експлуатаційних навантаженнях вивчені недостатньо. Обґрунтовано, що дослідження процесів зародження і розвитку корозійно - втомних пошкоджень розширюють коло питань, пов'язаних з нормуванням показників надійності і довговічності, допустимої дефектності в металоконструкціях несучих структур розкидачів добрив. За результатами аналізу досліджень оцінено стан проблеми та сформульовано мету і завдання дисертації.

У другому розділі обґрунтовано матеріали та методики досліджень електрохімічної і корозійної поведінки машинобудівних сталей у робочих середовищах органічних і мінеральних добрив. Проаналізовано втрати від корозійних пошкоджень сільськогосподарської техніки, досліджено особливості атмосферної корозії сільськогосподарських машин і агрегатів та проблематики зберігання сільськогосподарських машин з позицій корозійної пошкодженості.

Визначено особливості корозійної і електрохімічної поведінки сталей звичайної якості та якісних у робочих агресивних середовищах мінеральних та органічних добрив.

Третій розділ стосується експериментальних досліджень впливу середовищ добрив на втомне руйнування і циклічну тріщиностійкість найбільш поширених матеріалів металоконструкцій розкидачів добрив. У розділі обґрунтовано вибір режимів випробувань, корозійно - втомних досліджень матеріалів несучих структур машин для внесення добрив та методика визначення характеристик циклічної корозійної тріщиностійкості матеріалів елементів розкидачів добрив. Представлено результати проведених металографічних і фрактографічних досліджень елементів металоконструкцій розкидачів. Визначено вплив робочих агресивних середовищ добрив на втомне руйнування матеріалів несучих систем розкидачів. Встановлено особливості впливу мінеральних і органічних добрив на циклічну тріщиностійкість матеріалів металоконструкцій сільськогосподарських машин.

У **четвертому розділі** автором запропоновано розроблені основи аналітично - експериментального моделювання впливу агресивних середовищ на залишковий ресурс елементів металоконструкцій сільськогосподарських машин. З метою коректного математичного опису її кінетики розвитку і оцінки пошкодженості металоконструкцій обґрунтовано базові аспекти визначення основних параметрів корозії.

На основі першого закону термодинаміки розроблено розрахункову модель для визначення періоду докритичного росту наскрізних тріщин в тонкостінних елементах конструкцій при сумісній дії довготривалих статичних навантажень і агресивних середовищ. Розроблено розрахункову модель визначення залишкового ресурсу тонкостінних елементів металоконструкцій з наскрізними тріщинами при дії циклічних навантажень і корозійно-агресивних середовищ, в основу покладено перший закон термодинаміки і положення механіки втомного поширення тріщин.

Для випадку дії циклічних навантажень і корозійно-агресивних середовищ на елементи металоконструкцій з поверхневими тріщинами

отримано сукупність математичних співвідношень у вигляді нелінійного диференціального рівняння в часткових похідних, та початкових і кінцевих умов для визначення залишкового ресурсу. Продемонстровано реалізацію даної математичної моделі.

У п'ятому розділі обґрунтовано базові положення методики визначення ресурсу несучих елементів металоконструкцій розкидачів добрив з урахуванням експлуатаційно-агресивних факторів. Застосування методики в повному об'ємі продемонстровано на прикладі циклічного згину тонкостінних відкритих профілів в середовищах добрив. Проведено адаптацію створеної методики для визначення залишкового ресурсу при циклічному згині балкових елементів відкритих профілів на повітрі, в розчині нітрофоски і змішаній гноївці. На основі розробленої методики обчислено ресурс основних несучих елементів закритих профілів металоконструкцій причіпних машин для внесення добрив при циклічному навантаженні. Досліджено особливості зародження корозійно - втомних тріщин на поверхнях труб, побудовано залежності ресурсу труб від зовнішнього навантаження.

У шостому розділі проведено оцінку фактичної навантаженості несучих металоконструкцій причіпних розкидачів добрив і побудовано розрахункову модель для визначення НДС причіпного розкидача добрив ПРТ – 10. Обґрунтовано методику і проведено польові експериментальні дослідження причіпного розкидача добрив ПРТ – 10, встановлено частотний і компонентний склад напружень при експлуатаційних режимах роботи.

У сьомому розділі представлено методи оцінки ресурсу несучих систем машин для внесення добрив в експлуатаційних середовищах. Досліджено застосування методики для оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з урахуванням агресивно - експлуатаційних факторів, що є основою для розробки несучих структур с/г техніки для внесення добрив. На основі результатів застосування розроблених методів запропоновано модернізацію несучої системи причіпного розкидача добрив РТД – 9 з зменшенням матеріалоемності і покращенням довговічності і корозійної стійкості. Результати теоретичних і експериментальних досліджень передано і

впроваджено в ПАТ «Рівнесільмаш», ПАТ «Ковельсільмаш»,
ВАТ «Коломиясільмаш».

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. У п.1.1 автором розглядається напрямки розвитку розкидачів лише з позиції підвищення їх продуктивності. (стр. 37).

2. В таблиці 2.2 використовується глибинний показник корозії П, а його визначення надано в наступному пункті 2.4. Значення глибинного показника в таблиці явно завищені (стр.102).

3. Автором не звернуто увага на якість лакофарбованих покриттів рамних конструкцій та методів їх контролю, а також не розглянуто методи боротьби з корозією.

4. В методиці третього розділу об'єктом дослідження обрано матеріали, які найбільш «застосовуються при виготовленні деталей, вузлів рамних конструкцій» (стр.134). При такому підході не враховано початкову дефектність рами від зварних швів. Тому при проведенні подальших досліджень рам розкидачів добрим автору доцільно було б коректно розмежувати вплив на ресурс рами двох чинників: корозію і початкову дефектність.

5. Автором запропоновано наближений розв'язок математичної моделі росту корозійно-втомної тріщини (4.93-4.95) . Доцільно було б вказати розбіжність і межі використання наближеного рішення.

6. За розрахунковими схемами рис.5.3 , 5.5, 5.10, 5.12, 5.15, 5.18 5.19 доцільно було б перед отриманням графіків залишкової довговічності побудувати залежності зміни КІН КІ, звернувши увагу на поведінку безрозмірних коефіцієнтів $f_1(\epsilon)$, $f_2(\epsilon)$ і т.п. Після чого, співставивши ці графіки, можна було б зробити висновки про ступень впливу основних чинників на довговічність профілів під дією агресивного середовища.

7. В розділі 6, стор.313, незрозуміло, для чого рис. 6.10 ?

8. У сьомому розділі автор обмежився результатом про зменшення напружень у модернізованій рамі в середньому на 25% . В той час, доцільно було б навести ресурсні характеристики рами і на їх основі зробити висновки на скільки збільшується ресурс модернізованої рами.

9. У роботі і авторефераті зустрічаються окремі стилістичні неточності, описки. Наприклад, не завжди є лапки в назвах систем «метал—середовище», «високоміцна сталь –дистильована вода» та ін.

Вказані зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертації.

Висновок.

Дисертаційна робота Поповича Павла Васильовича «Методи оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з врахуванням впливу агресивних середовищ» є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові теоретично та експериментально обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують важливу науково - прикладну проблему розробки теоретичних основ та методів оцінки і підвищення ресурсу причіпних машин для внесення добрив з урахуванням впливу агресивно – експлуатаційних факторів.

Основні теоретичні і експериментальні результати дисертації в повній мірі і у встановлені терміни опубліковано в друкованих працях. Зміст автореферату повністю відображає наукові положення та результати дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні, відповідає паспорту спеціальності 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва та вимогам п. 9, 10, 12 «Порядку

присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., а її автор Попович Павло Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор кафедри
інженерної геодезії Івано - Франківського
національного технічного університету
нафти і газу

Ріпецький Є. Й.

