

УДК 620.1.05

Т.І.Рибак, проф., д-р техн. наук, А.В. Бабій, доц., канд. техн. наук, А.Й. Матвіїшин, доц., канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Новий пристрій для непрямого контролю за ростом тріщин в несучих системах мобільної техніки

В роботі проведено аналіз існуючих способів контролю процесу руйнування несучих систем мобільних машин та запропоновано новий ефективний пристрій для визначення характеристик деформації рами при складному напруженому стані. Такий пристрій точно передає кут закручування між несучими елементами рами мобільної машини до чутливого елемента і не створює додаткового опору для загального процесу деформації, що дозволяє підвищити точність та надійність такого роду замірів.

руйнування, несуча система, деформація рами, тріщина, жорсткість, кут закручування, експлуатаційна живучість, тензометрування

Рама чи інша несуча система складає основу будь-якої машини, в тому числі, і сільськогосподарської. Від її ресурсу роботи залежить термін експлуатації машини в цілому. Оцінка вказаного параметру є дуже відповідальний етап досліджень. Праці багатьох відомих вчених стосуються встановлення та контролю дійсного терміну напрацювання тієї чи іншої конструкції [1-4]. Серед множини існуючих способів завжди вибирається такий, який би був найбільш дешевий та практичний, а результат – максимально достовірний.

Як відомо, з існуючих моделей руйнувань металоконструкцій, внаслідок накопичення пошкоджень відбувається зародження тріщини. Якщо умовно прийняти ресурс роботи розглядуваної конструкції рами за 100%, то ріст зародженої тріщини до критичного розміру може складати 80%, а сам процес зародження (до появи макротріщини) – біля 20%. Відрізок часу до появи видимої тріщини, зокрема, можна пояснити спонтанною початковою дефектністю, яка проявляється, наприклад, в порушенні технічних умов монтажу складових рами, що викликають різного роду дефекти, а також монтажні внутрішні напруження окремих елементів [1]. Тоді поява тріщини ці напруження знімає і конструкція сприймає тільки експлуатаційні навантаження від яких і виникають робочі внутрішні напруження в елементах конструкції рами. Виходячи з цього, нас більше буде цікавити той період роботи конструкції, який визначається терміном «експлуатаційна живучість». Тобто необхідно встановити той момент, коли тріщина розвинулася до якогось критичного значення і далі має наступити втрата функціональних можливостей того елемента чи повне його руйнування. Це саме той момент, коли настає закінчення експлуатаційної живучості розглядуваної конструкції. Звичайно, задача це не проста, оскільки конструкції рам – статично невизначені системи з динамічним випадковим навантаженням. Методи механіки руйнування не дозволяють безпосередньо розрахувати цей ресурс живучості в силу наведених аргументів.

Для вирішення поставленої задачі можна приймати як головний критерій – зниження жорсткості рамної конструкції. В літературних джерелах появи тріщин ще називають «шарнірами пластичності», коли виникають залишкові деформації, що можуть спричинитися до втрати повноцінного функціонування рами або ж її аварійного виходу з ладу при пікових навантаженнях як показано на рис. 1.



Рисунок 1 – Зруйнована рамна конструкція обприскувача сімейства ОВТ

Тому, для безпечного експлуатування машини, яка в своїх несучих елементах має втомні тріщини, що розвиваються, необхідно чітко контролювати ріст тріщини, її вплив на функціонування рами та зважувати ризики, які при цьому можуть виникати. Також варто прорахувати, на якій стадії вигідно проводити ремонт чи заміну спрацьованого елемента.

Якщо тріщина виявлена, то можна застосувати багато безпосередніх способів для контролю її росту. Складність і достовірність такого спостереження визначається характером розвитку самої тріщини. Важливу роль тут відіграє напрямок та швидкість росту. Для цієї мети, в основному, використовують фольгові тензорезистори, ємкісні датчики для вимірювання довжини тріщини і т. д [2, 3]. Головним їх недоліком є обмеженість зони контролю та потреба в правильному орієнтуванні; складність в знятті і розшифруванні їх сигналів.

Більш ефективним і практичним способом дослідження такого процесу, на нашу думку, є непрямий контроль за ростом тріщини. А саме, це дослідження крутильної жорсткості рамної конструкції. Кути закручування можна визначати за допомогою торсіонних кутомірів чи безпосередньо тензометруванням різного роду поперечин рами при навантаженнях в реальних умовах експлуатації. В роботі [4] описаний тензометричний датчик, що представляє собою наклеєний тензорезистор на дюралюмінієву трубку, яка деформується при скручуванні лонжеронів рами, між якими вона нерухомо закріплена. В іншій роботі [5] даний пристрій вдосконалюється шляхом введення в конструкцію шліцьового з'єднання подовжувачів для компенсування осьових переміщень, що викликані зміщенням лонжеронів при скручуванні. А також введенням шарнірних муфт, що виключають вплив згинних моментів на чутливий елемент. Намагання вдосконалити такий тензометричний датчик має також ряд недоліків.

До недоліків вказаної конструкції пристрою для визначення кута закручування рами мобільної машини [5] відноситься нездатність передавати дійсну величину кута закручування між несучими елементами рами мобільної машини та фіксувати значення цього кута, оскільки в конструкції подовжувачів використані в якості з'єднувальних елементів шарнірні муфти, а для встановлення необхідної ширини подовжувачів та їх осьового переміщення – шліцьове з'єднання. Всі ці елементи, для їх роботоздатності,

повинні з'єднуватися між собою із зазором, який і буде спотворювати істинний кут закручування між несучими елементами рами досліджуваної машини. Крім того, чутливим елементом тут є тензорезистор, що наклеєний на трубу з дюралюмінію, деформація якої чинить додатковий опір на процес взаємного закручування рами мобільної машини. А також при великих деформаціях (кутах закручування) елементів рами, особливо в тому випадку, коли ці кути знакозмінні, використання тензорезисторів є практично непридатним.

Запропонований нами пристрій [6] точно передає кут закручування між несучими елементами рами мобільної машини до чутливого елемента і не створює додаткового опору для загального процесу деформації, що дозволяє підвищити точність та надійність такого роду замірів, рис. 2.

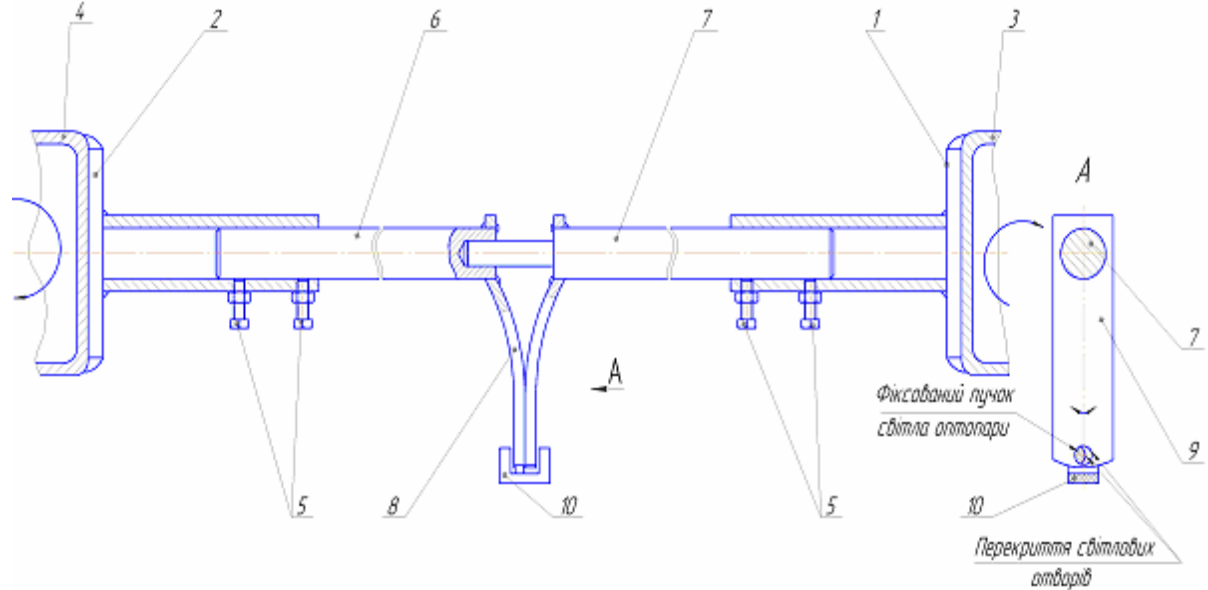


Рисунок 2 – Пристрій для визначення кута закручування рами мобільної машини

Даний пристрій складається з двох захватів 1, 2, які одними кінцями приєднано до несучих елементів рами 3, 4 мобільної машини, а іншими – через з'єднувальні елементи 5 з'єднано з подовжувачами 6 і 7, на кінцях яких змонтовано чутливий елемент, що утворений системою елементів 8, 9, 10. Причому з'єднувальні елементи 5 виконані у вигляді болтових фіксаторів, що утворюють нерухоме фрикційне з'єднання при фіксації подовжувачів 6, 7 на заданій довжині. На кінці подовжувача 6 виконано отвір, а подовжувача 7 – циліндричний виступ для їх шарнірного з'єднання-центрування. Крім того, чутливий елемент виконано у вигляді двох пружних важелів 8, 9, які одним кінцем нерухомо приєднано до подовжувачів 6, 7, а на протилежних – виконано світлові отвори, перекриття яких має можливість забезпечити проходження фіксованого пучка світла оптопар 10, яку прикріплено до кінця одного з пружних важелів 8 або 9.

В процесі експлуатації на раму мобільної машини передаються різного роду навантаження, які сприймаються несучим елементами рами 3, 4, що викликає їх деформацію, зокрема, взаємний кут повороту (закручування), який потрібно зафіксувати. З цією метою нерухомо закріплюємо захвати 1 і 2 одним з відомих способів, які крутний момент (переміщення за кутом закручування) отримують від відповідних несучих елементів рами 3, 4 та з'єднуємо їх на потрібній довжині з подовжувачами 6, 7 з'єднувальними елементами 5. Далі крутний момент подовжувачами 6, 7 передається пружним важелям 8, 9, які в дотик контактують між собою і переміщуються один відносно одного в коловому напрямку на різницю кутів закручування від деформації несучих елементів рами 3, 4. Близько вільних кінців пружних важелів 8, 9 є світлові отвори, які початково встановлені з певним

перекриттям один відносно одного, а в результаті переміщення пружних важелів 8, 9 або більше перекриваються, або розкриваються, що забезпечує можливість проходження фіксованого пучка світла оптопарою 10 через цю утворену площу. Якість процесу дозволяє забезпечити шарнірне з'єднання-центрування подовжувачів 6, 7, причому осьовий хід циліндричного виступу подовжувача 7 в отворі подовжувача 8 компенсує переміщення несучих елементів рами 3, 4 без впливу на чутливий елемент, оскільки пружні важелі 8, 9 досить податливі в цьому напрямку, а сама оптопара 10 закріплена на одному з цих пружних важелів 8 або 9. Якщо ж виникає такого роду навантаження на несучі елементи рами 3, 4, що змушує деформуватися подовжувачі 6, 7 в поперечно-вертикальній площині, то компенсатором тут служить циліндричний виступ подовжувача 7, який має порівняно невелику жорсткість, тобто вплив на чутливий елемент виключається. Крім того, вільне ковзання пружних важелів 8, 9 один відносно іншого не чинить ніякого опору на загальний процес деформування несучих елементів рами 3, 4 мобільної машини. Покази знімаються приладом за сигналом з оптопарою 10, який залежить від утвореної двома світловими отворами площі просвічування в результаті взаємного переміщення пружних важелів 8, 9. Напрямок кута закручування встановлюється за сигналом з оптопарою 10 від установочного значення: збільшення-зменшення площі просвічування. Діапазон вимірюваних значень кутів закручування і технічних можливостей оптичних елементів оптопарою 10 необхідно узгоджувати, правильно вибравши довжину пружних важелів 8, 9 та площі поперечних перетинів світлових отворів

Таким чином, запропонована конструкція пристрою для визначення кута закручування рами мобільної машини дозволяє точно, без спотворення, передати кут закручування між елементами рами мобільної машини до чутливого елемента, який не створює додаткового опору для загального процесу деформації, що підвищує точність та надійність такого роду замірів.

Крім того, встановивши таким чином ресурс роботи рами, можна на нових машинах в цьому пристрої до пружних важелів 8, 9 приєднати контролюючий елемент із заданим ресурсом роботи, який би сигналізував про закінчення терміну експлуатації такої конструкції. Це дозволить прогнозувати та безпечно експлуатувати машину.

Список літератури

1. Рибак Т. І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин / Рибак Т.І. – Тернопіль: ВАТ ТВПК “ЗБРУЧ”, 2003. – 332 с.
2. Болотин В.В. Теория датчиков повреждений и счетчиков ресурса / В.В. Болотин, С.М. Набойщиков // Расчеты на прочность. - М.: Машиностроение, 1983. Вып. 24. - С. 79-94.
3. Гайдош Л. Применение датчиков для измерения усталостного повреждения материалов / Л. Гайдош // Заводская лаборатория. - 1983. - № 1. - С. 83-85.
4. Школьников М.Б. Закручивание рамы грузового автомобиля и построение программы ее испытаний на усталость кручением / М.Б. Школьников, В.Ф. Шурминов, А.Л. Эйдельман // Автомобильная промышленность. - 1972. - № 5. - С. 28-30.
5. Филиппов В.Ю. К вопросу оценки крутильной жесткости рамы мобильной машины в эксплуатации / В.Ю. Филиппов, В.И. Рассоха // Контроль. Диагностика. - 2001. - № 11. - С. 14-15.
6. Бабій А.В. Пристрій для визначення кута закручування рами мобільної машини / Бабій А.В., Рибак Т.І., Попович П.В., Довбуш Т.А. // Позитивне рішення про видачу деклараційного патентна України на корисну модель, заявка № у 201102489.

Т. Рибак, А. Бабій, А. Матвійшин

Новое устройство для непрямого контроля роста трещин в несущих системах мобильной техники

В работе проведен анализ существующих способов контроля процесса разрушения несущих систем мобильных машин и предложено новое эффективное устройство для определения характеристик деформации рамы при сложном напряженном состоянии. Такое устройство точно передает угол закручивания между несущими элементами рамы мобильной машины к чувствительному элементу и не

создаёт дополнительное сопротивление для общего процесса деформации, что позволяет повысить точность и надежность такого рода измерений.

T. Rybak, A. Babiy, A. Matviyshyn

New device for indirect control of growth of cracks in the frame systems of mobile technique

The analysis of existent methods of control of process of destruction of the frame systems of mobile machines is in-process conducted and a new effective device is offered for determination of descriptions of deformation of frame at the difficult tense state. The offered device exactly passes the corner of rollup between the elements of frame of mobile machine to the pickoff and does not create additional resistance for the general process of deformation, that allows to promote exactness and reliability such measurings.

Одержано 20.09.11

УДК 631.355.2

А.І. Бойко, проф., д-р техн. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

О.В. Бондаренко, доц., канд. техн. наук

Миколаївський державний аграрний університет

Дослідження надійності кукурудзозбиральних машин при їх старінні, незмінній базі технічного обслуговування і використанні пасивного резервування

Наведено результати теоретичних досліджень для комплексної оцінки загального стану і тенденцій змін надійної роботи кукурудзозбиральних машин. Побудована стохастична модель станів і переходів підсистем при пасивному резервуванні.

пасивне резервування, граф станів, інтенсивність відмов, інтенсивність відновлень

Постановка проблеми. В аграрному секторі економіки України інтенсивними темпами відбувається процес деіндустріалізації виробництва, погіршується запезпеченість сільськогосподарських підприємств новою сучасною технікою, запасними частинами, паливо-мастильними матеріалами. Особливо важливо це при великому рівні зношеності машин. На теперішній час біля 85...95 % кукурудзозбиральних комбайнів відпрацювали свій ресурс і підтримуються в роботоздатному стані в період збирання тільки за рахунок ремонтних робіт [2].

На теперішній час парк кукурудзозбиральної техніки в сільськогосподарських підприємствах країни складається в основному з причіпних комбайнів ККП-3, самохідних КСКУ-6 та приставок ППК-4, КМД-6 (на 85 %) який вже морально і фізично застаріли. На сьогоднішній день темпи спрацьованості існуючого парку кукурудзозбиральної техніки на порядок перевищують темпи її оновлення. Внаслідок цього значно збільшується сезонне навантаження на збиральну техніку (в 5 ...7 разів), розтягуються строки їх експлуатації, що приводить, у свою чергу, до зростання тривалості збирання та приносить щорічні втрати врожаю до 650...800 тис. т. Парк кукурудзозбиральних комбайнів за останні роки катастрофічно скоротився до