

УДК 621.869

В.М. Краснокутський, О.А. Гаркуша

МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ З'ЄДНУВАЛЬНО-КЕРУЮЧОГО ВУЗЛА ЗАСОБІВ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ, ЩО ПОБУДОВАНІ ЗА МОДУЛЬНИМ ПРИНЦИПОМ

Розглянуті питання удосконалення методу проектування з'єднувально-керуючого вузла для модульних енергетично-технологічних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів, який, на відміну від існуючих, враховує закономірності його навантаженості та обґрунтовує більш рознесену відстань між провушинами вертикального шарніра, що дозволяє збільшити його надійність.

Вступ

Програма розбудови Збройних Сил України на 2006 – 2011 роки визначає утримання в складі Повітряних Сил порівняно невеликої кількості бойових літальних апаратів. Для підвищення ефективності такого авіаційного угруповання необхідна розвинута аеродромна мережа, яка дозволить оперативній маневр авіацією. Для його забезпечення доцільно, щоб на кожному аеродромі Повітряних Сил аеродромно-технічні підрозділи в будь-який час були спроможні забезпечити обслуговування та виліт літальних апаратів кожного типу без перебазування засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів. Це можливо лише при створенні універсального комплексу засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів, що може забезпечити польоти літальних апаратів усіх типів.

На сьогоднішній день перспективним напрямком є створення універсальних комплексів засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів за модульним принципом. Перехід від нероздільного агрегування до побудови засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів на базі колісних енергетичних модулів дозволить розширити їх номенклатуру при порівняно невеликій кількості енергетичних і технологічних модулів. У цьому випадку енергетичний модуль проектується, виходячи з необхідності забезпечення вимог усіх технологічних модулів.

Постановка задачі

На базі вузлів і агрегатів колісного шарнірно-з'єданого модульного енергетично-технологічного засобу пропонується створити сімейство модульних машин для аеродромно-технічного забезпечення польотів [1]. При цьому енергетичний модуль містить двигун, коробку передач, роздавальну коробку, кабіну з засобами керування. Технологічний модуль включає в себе технологічне обладнання засобів

аеродромно-технічного забезпечення польотів. Отримане сімейство модульних енергетично-технологічних засобів буде відрізнятися збільшеною поздовжньою базою порівняно з дорожньо-будівельними модульними машинами, навантаження на шарнірно з'єднання суттєво збільшиться, тому виникає потреба в удосконаленні методу проектування з'єднувально-керуючого вузла модульного енергетично-технологічного засобу.

Аналіз літератури

У науково-технічній літературі побудова комплексу засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів на базі енергетичних модулів не розглядалась, але існує ряд робіт, присвячених проектуванню дорожньо-будівельних та сільськогосподарських машин за модульним принципом. Протягом тривалого серійного виробництва шарнірно-з'єданого трактора Т-150К були спроби поширення сфери його застосування та поліпшення експлуатаційних якостей. Вирішенню цих питань присвячені роботи [2 – 4]. Дослідженням динамічної навантаженості дорожніх машин присвячені роботи [5 – 6].

Мета статті. У статті пропонується на основі використання результатів альтернативних експериментальних досліджень – чисельних досліджень міцності і довговічності елементів з'єднувально-керуючого вузла на основі кінцево-елементного аналізу з використанням універсального програмного комплексу SolidWorks – удосконалити метод проектування з'єднувально-керуючого вузла модульного енергетично-технологічного засобу.

Основний матеріал

Пропонується вирішувати завдання визначення навантаженості корпусу з'єднувально-керуючого вузла, використовуючи метод кінцевих елементів. Перевага цього методу полягає в тому, що він дозволяє моделювати процеси, які відбуваються в дос-

ліджуваній конструкції на ЕОМ. Тому немає потреби виготовляти експериментальні зразки та проводити полігонні випробування. Для проектування з'єднувально-керуючого вузла для модульних енергетично-технологічних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів проведемо розрахунки за такою послідовністю.

1. Визначення зусиль, діючих на вертикальний шарнір, виходячи з вагових характеристик модульних енергетично-технологічних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів, динамічні зусилля, виникаючі під час руху роботи зі спеціальним обладнанням. Найбільш важливим з точки зору вірогідності розрахунків є завдання адекватної схеми навантаження, що враховує дію зусиль з боку гідроприводу механізму складання піврам [7]. Розрахункова схема навантаження корпусу наведена на рис. 1.

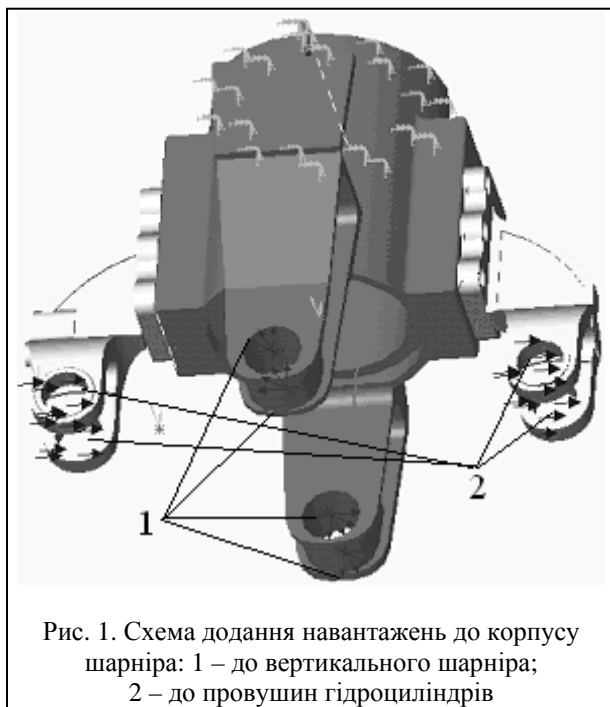


Рис. 1. Схема додання навантажень до корпусу шарніра: 1 – до вертикального шарніра; 2 – до провусин гідроциліндрів

2. Побудова програмної моделі вертикального шарніра в універсальному програмному комплексі SolidWorks. Оцінювання напружено-деформованого стану з використанням програмної моделі. Розв'язанням задачі з використанням методу кінцевих елементів є одержання полів переміщень і напружень.

3. Прийняття рішення про досягнення достатнього рівня міцності та довговічності. Проведений аналіз показав надмірні напруження нижніх втулок і пальця вертикального шарніра. Це пояснюється насамперед великою навантаженістю нижньої провусини (рис. 2, 3).

4. У разі недостатнього рівня міцності та довговічності проводиться пошук інших конструктивних рішень для геометричної форми вертикального шарніру, після чого пп. 2 – 3 повторюються.

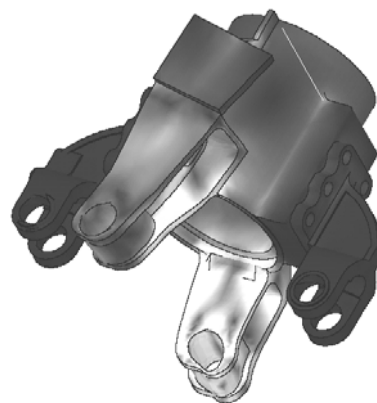


Рис. 2. Напружений стан корпусу шарніра за Фон Мезисом, Н/м²

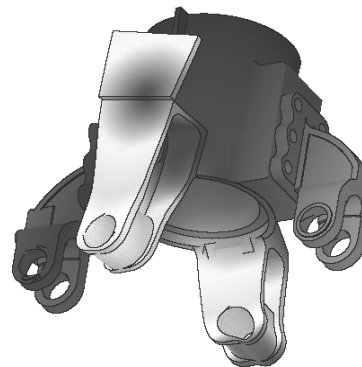


Рис. 3. Результуюча деформація корпусу шарніра, мм

Розглянемо два варіанти зменшення навантаженості нижньої провусини.

Перший – зміщення кріплення гідроциліндрів до низу, що дозволяє перерозподілити дію зовнішнього зусилля і зменшити навантаження. Другий варіант передбачає рознесення на більшу відстань провусин ветикального шарніра.

Результати розрахунку (рис. 4, 5) показали що мінімальна навантаженість і деформація були отримані у варіанті з рознесеними провусинами і зміщеними до низу «вухами» гідроприводів.

Завдяки проведеному дослідженню з'явилась можливість спрогнозувати причини виходу із ладу модульних енергетично-технологічних засобів, які пов'язані з утратою працездатності з'єднувально-керуючого вузла в процесі його експлуатації. Такою причиною є зміщення нижньої осі вертикального шарніра. Це пояснюється результатами розрахунків. Переміщення нижніх провусин було таким, що вісь вертикального шарніра при прикладанні до неї зовнішнього навантаження здійснювала коливальні рухи з такою амплітудою, що призводило до видавлювання втулки нижньої осі та до зміщення або

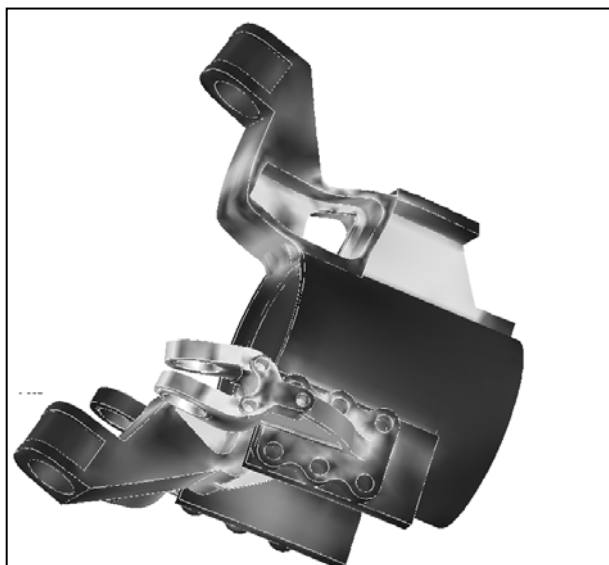


Рис. 4. Напружений стан вдосконаленого корпусу шарніра за Фон Мезисом, Н/м²

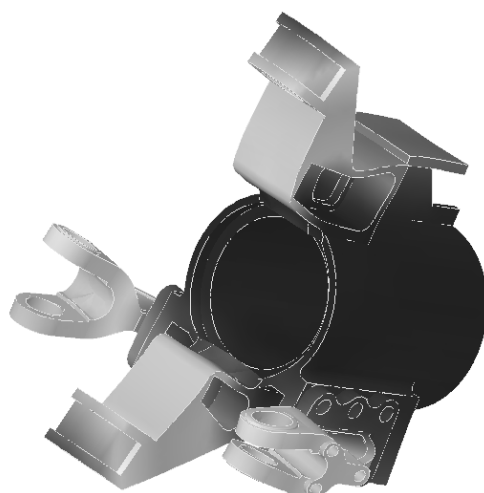


Рис. 5. Результуюча деформація вдосконаленого корпусу шарніра, мм

навіть до випадання її. Випадання втулки є аварійним варіантом, тому що у цьому випадку модульний енергетично-технологічний засіб повністю втрачає працездатність. Розроблена схема не виходить із ладу завдяки рознесеним провухинам і зміщеним до низу «вухам» гідроприводів вертикального шарніра.

Висновок

Проведений з використанням універсального програмного комплексу SolidWorks тривимірний

кінцево-елементний аналіз напружено-деформованого стану корпусу шарніру з'єднувально-керуючого вузла дозволив отримати повну характеристику навантаженості цієї конструкції. Удосконалений метод проектування з'єднувально-керуючого вузла модульного енергетично-технологічного засобу враховує закономірності його навантаженості, обґрунтовує більш рознесену відстань між провухинами вертикального шарніра. Збільшення відстані між осями вертикального шарніра дозволить підвищити довговічність з'єднувально-керуючого вузла та надійність модульних енергетично-технологічних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів у цілому.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Краснокутський В.М., Абдула С.Л., Кухтов В.Г. Оцінка міцності та довговічності несучих систем шарнірно-з'єднаних модульних енергетично-технологічних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів // Системи озброєння і військова техніка: Наук. журнал. – Х.: ХУ ПС, 2005. – № 1(1). – С. 11 – 14.
2. Ксєневич І.П., Яцкевич В.В. О перспективах развития унификации и создания модульных энергетических средств // Тракторы и сельхозмашины. – 1974. – № 12. – С. 14 – 16.
3. Результаты исследований модульного энерго технологического средства (МЭС). Кутьков Г.М. и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 1989. – № 12. – С. 9 – 11.
4. Рославцев А.В. Колесные тракторы кл. 3; расширение сферы применения и особенности аналитического представления движения МЭС на их основе // Тракторы и сельхозмашины. – 1992. – № 1. – С. 7 – 9.
5. Назаров Л.В. Динамические нагрузки на трактор Т-150 К, агрегатируемый с бульдозерным оборудованием // Тракторы и сельхозмашины. – 1978. – № 3. – С. 17 – 19.
6. Холодов А.М., Назаров Л.В., Гречишников Б.А. Исследование динамических нагрузок землеройно-транспортных машин // Статика и динамика машин. – К: КИСИ, 1978. – С. 44 – 47.
7. Кириченко И.Г., Кухтов В.Г., Щербак А.В. Экспериментальное исследование нагруженности гидроприводов фронтального погрузчика // Тракторная энергетика в растениеводстве: Сб. науч. тр. – Х., 1998. – С. 270 – 275.

Надійшла 21.02.2006

Рецензент: к-т техн. наук професор В.Г. Кухтов, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба.