

УДК 621.869

С.Л. Абдула, В.М. Краснокутський, В.Г. Кухтов

## ОЦІНЮВАННЯ МІЦНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ШАРНІРНО-З'ЄДНАНИХ МОДУЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ

*Розглянуті питання застосування універсальних програмних комплексів для оцінювання міцності та довговічності елементів конструкцій засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів, побудованих за модульним принципом.*

### Вступ

За сучасних умов особливого значення набуває підвищення ефективності використання всього комплексу засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП), скорочення матеріальних та трудових витрат на підготовку літальних апаратів (ЛА) до польотів, їх обслуговування, зберігання. У зв'язку з цим при плануванні матеріального та аеродромно-технічного забезпечення, а також при замовленні в промисловості спеціальних машин та агрегатів особливе значення має їх правильний вибір для забезпечення польотів ЛА, як тих, що експлуатуються, так і перспективних.

Повітряні Сили (ПС) Збройних Сил (ЗС) України мають на озброєнні порівняно невелику кількість типів ЛА. Для підвищення їх живучості та мобільності доцільно, щоб на кожному аеродромі ПС ЗС України аеродромно-технічні частини в будь-який час були спроможні забезпечити обслуговування й виліт ЛА кожного типу без перебазування авіаційних комендатур. Це можливо лише при створенні універсальних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів, що можуть забезпечити польоти літальних апаратів усіх типів. Засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів доцільно оснастити єдиною енергетичною базою вітчизняного виробництва, що створена за сучасними технологіями. Перехід від нероздільного агрегування до побудови засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів на базі колісних енергетичних модулів (ЕМ) дозволить розширити їх номенклатуру при порівняно невеликій кількості енергетичних і технологічних модулів (ТМ). У цьому випадку ЕМ проектується, виходячи з необхідності забезпечення вимог усіх ТМ.

### Постановка проблеми

Для забезпечення надійного функціонування сучасної авіаційної техніки на сьогодні утримується більше 70 зразків спеціальних ЗАТЗП, які агрегуються з досить великою кількістю базових автомобі-

льних шасі різних типів та марок, зокрема: УАЗ-452, ГАЗ-66, ЗіЛ-130, ЗіЛ-131, УРАЛ-4320, МАЗ-5335, КрАЗ-255, КрАЗ-260 та інші. Це створює велику кількість проблем, які виникають при експлуатації всіх, без винятку, ЗАТЗП. Такими є:

1. Надійність базових автомобільних шасі (внаслідок тривалої експлуатації) на порядок нижче, ніж надійність спеціального обладнання.

2. Нераціональне використання техніки, яка простоює внаслідок виходу з ладу базового автомобільного шасі (або спеціального обладнання) чи сезонно.

3. Велика кількість базових автомобільних шасі вимагає широкої номенклатури запасних частин для ремонту та відповідної підготовки обслуговуючого персоналу.

4. Низька економічність базових автомобільних шасі.

5. Базові шасі автомобілів, за винятком КрАЗ, виготовляються в інших державах.

Раціональним шляхом вирішення вищевказаних проблем є переведення комплексу ЗАТЗП на базу колісних ЕМ. Ефективність від введення в дію нового покоління ЗАТЗП дуже висока, має низку суттєвих переваг перед існуючою на даний час системою:

1. Уніфікація сприятиме більш раціональному, у плані завантаженості кожної енергетичної частини на протязі року, використанню техніки та підвищить живучість ЗАТЗП в умовах бойових дій завдяки взаємозаміні ідентичних енергетичних частин.

2. Розробка та впровадження в серійне виробництво комплексу ЗАТЗП на базі колісних ЕМ приведе до значного зменшення номенклатури запасних частин та зменшення штату обслуговуючого персоналу внаслідок уніфікації енергетичної частини більшості спеціальних агрегатів ЗАТЗП.

3. За рахунок використання модульного принципу формування техніки зменшується вплив сезонності застосування та завантаження техніки протягом року, тому що до одного і того ж ЕМ у літній період приєднуються ТМ, що використовуються тільки літом (наприклад, вакуумно-нагнітальна машина), а

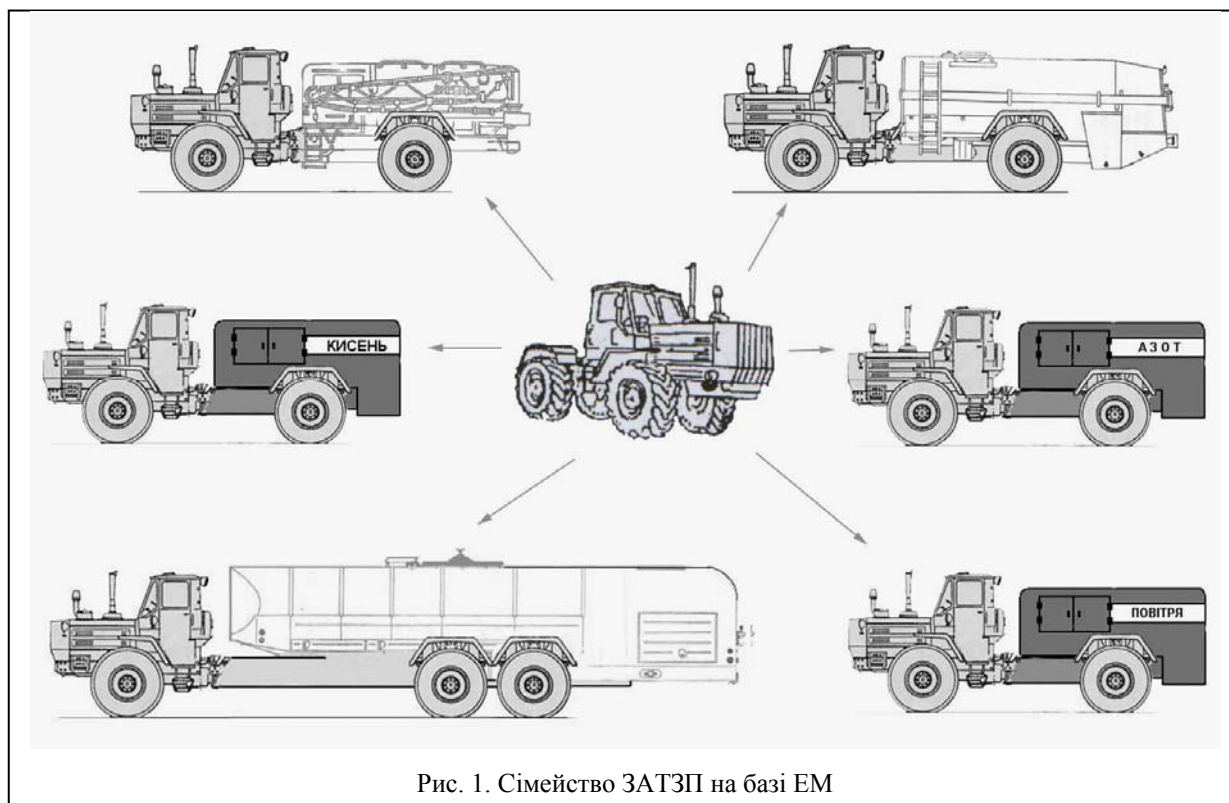


Рис. 1. Сімейство ЗАТЗП на базі ЕМ

в зимовий період ці ТМ відстикуються та ставляться на зберігання, а до ЕМ приєднуються ТМ, що використовуються тільки взимку (наприклад, шнекороторний снігоочисник).

4. Застосування модульного принципу дасть можливість при виході з ладу ЗАТЗП ремонтувати окремо ТМ чи ЕМ, при цьому справний модуль за потреби може приєднуватися до іншого модуля та використовуватися для забезпечення польотів.

5. Поновлювати парки базовими автомобільними шасі відповідних марок та типів менш доцільно, бо переважна більшість базових автомобілів виробляється за межами України (у Росії та Білорусії), що зумовлює значні витрати на імпорт і, що дуже важливо, залежність від іншої держави; до того ж сучасне економічне становище України та загальносвітові тенденції стосовно збереження енергоресурсів (зокрема, нафтопродуктів) вимагають більш економічної техніки й раціонального її використання.

Переведення комплексу ЗАТЗП польотів на базу колісних ЕМ дозволяє значно підвищити економічні показники використання системи обслуговування ЗАТЗП, підвищити її економічність, універсальність та живучість під час бойових дій.

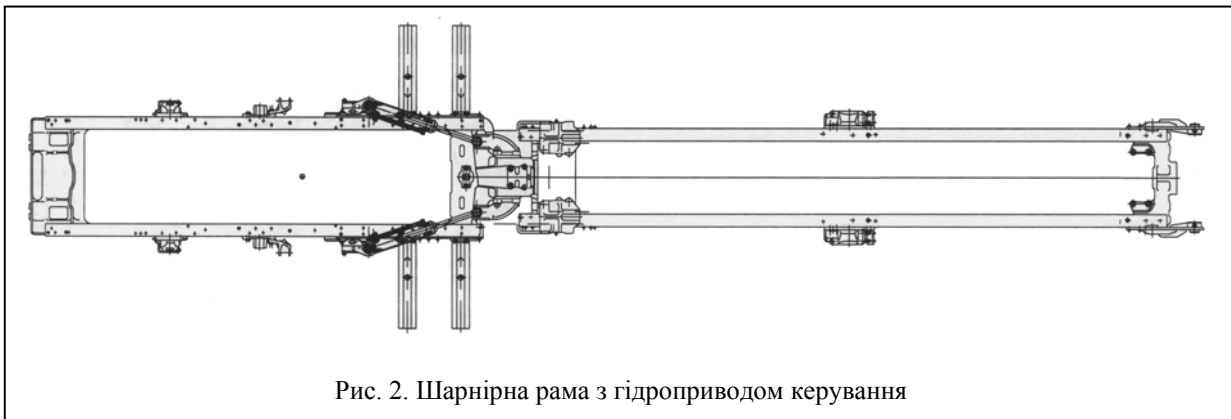
Як базовий ЕМ доцільно використати вітчизняний шарнірно-з'єднаний модуль середньої потужності серії Т-155М, на базі вузлів і агрегатів якого може бути створено сімейство модульних машин для аеродромно-технічного забезпечення польотів, що включає в себе до 20 типів ЗАТЗП. Спеціальне об-

ладнання ЗАТЗП монтується на технологічному модулі (ТМ), який виконаний з використанням задньої піврама та заднього ведучого моста колісного трактора Т-155М. Отримане сімейство модульних енергетично-технологічних засобів (рис. 1) буде відрізнятися збільшеною поздовжньою базою порівняно з дорожно-будівельними модульними машинами, навантаження на шарнірне з'єднання суттєво збільшиться, тому виникає потреба в проведенні оцінювання міцності і довговічності.

#### Аналіз літератури

У науково-технічній літературі побудова комплексу ЗАТЗП на базі ЕМ не розглядалась, але існує ряд робіт, присвячених проектуванню дорожно-будівельних та сільськогосподарських машин за модульним принципом. Протягом тривалого серійного виробництва шарнірно-з'єданого трактора Т-150К були здійснені спроби поширення сфери його застосування та поліпшення його експлуатаційних якостей. Вирішенню цих питань присвячені роботи [1 – 3]. Дослідженням динамічної навантаженості дорожніх машин присвячені роботи [4 – 5].

**Мета статті.** Пропонується альтернатива експериментальним дослідженням міцності і довговічності елементів конструкцій ЗАТЗП – чисельні дослідження вказаних характеристик на основі кінцево-елементного аналізу з використанням універсальних програмних комплексів (УПК), таких, як SolidWorks, Cosmos, Mechanical Desktop. В основі



таких досліджень лежать результати аналізу статистичних даних про відмови, отримані при різних випробуваннях і спостереженнях у реальній експлуатації.

**Основний матеріал**

Одним з найбільш навантажених і підданих руйнуванням від утомленості є шарнірне з'єднання піврам.

Проведений аналіз статистичних даних про відмови несучої системи показав, що найчастіше з ладу виходять елементи шарнірного зчленування піврам (рис. 2) і гідроприводу механізму складання піврам (рис. 3).

Нижче наведена методика оцінювання навантаженості корпусу шарнірного зчленування й оптимізація його конструктивних параметрів. Послідовність оцінювання наведена на рис. 4.

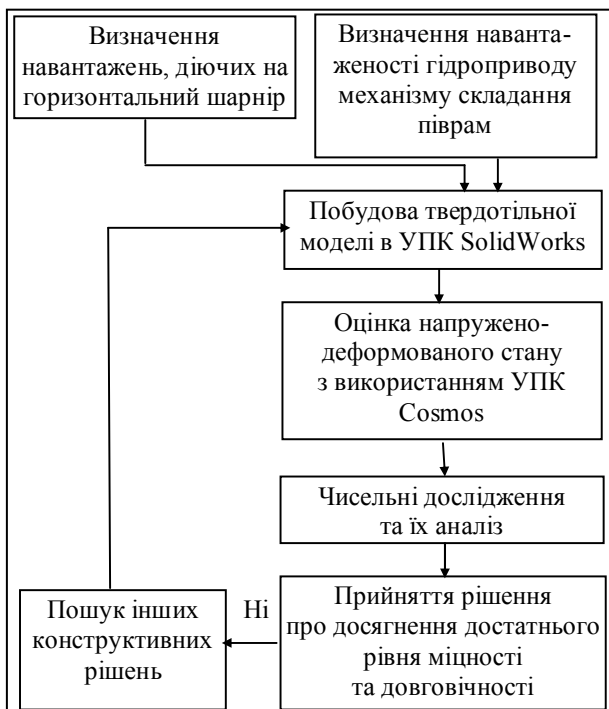
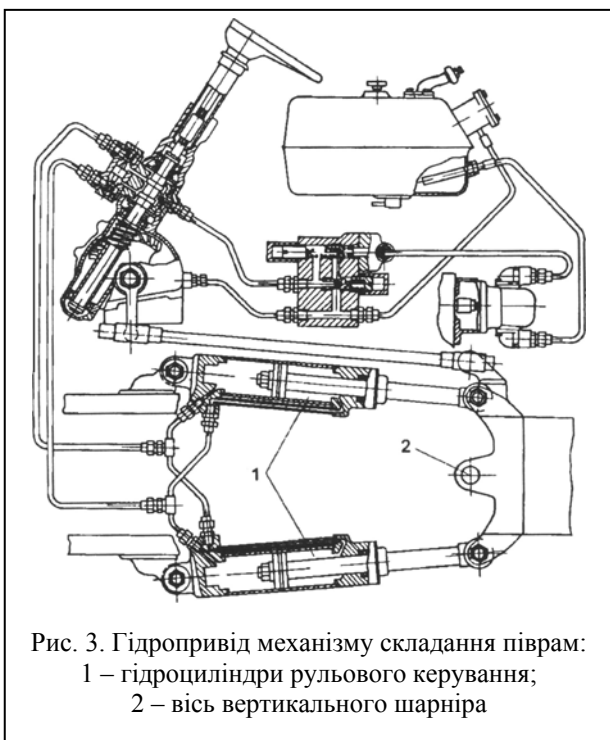


Рис. 4. Послідовність оцінювання навантаженості корпусу шарнірного зчленування



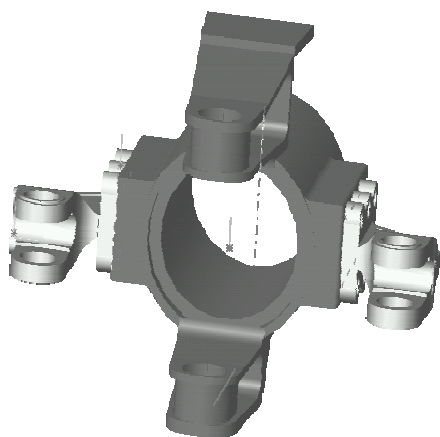
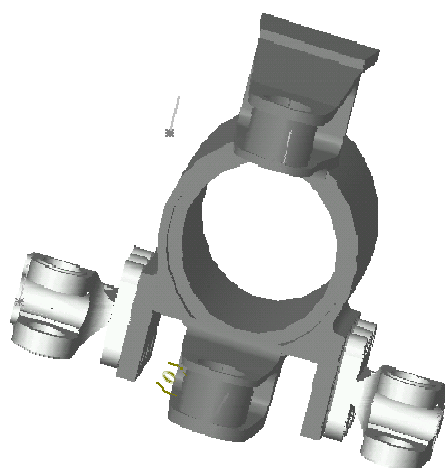
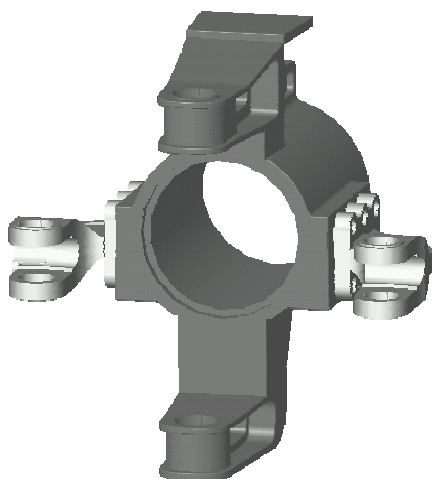


Рис. 6. Твердотільна модель корпусу зі зміщеними до центру вушками кріплення гідроциліндрів



а



б

Рис. 7. Твердотільні моделі корпусу з рознесеними вушками:  
а – вушка кріплення гідроциліндрів знизу;  
б – вушка кріплення гідроциліндрів по центру

Найбільш важливим, з точки зору вірогідності розрахунків, є завдання адекватної схеми навантаження, що враховує дію зусиль з боку гідроприводу механізму складання піврам [6]. Розрахункова схема навантаження корпусу наведена на рис. 5.

Проведений аналіз показав надмірні напруження нижніх втулок і пальця вертикального шарніра. Це пояснюється насамперед великою навантаженістю нижнього вушка. Розглянемо два варіанти зменшення навантаженості нижнього вушка. Перший – зсув „вух” кріплення гідроциліндрів до середини корпусу (рис. 6), що дозволяє перерозподілити дію зовнішнього зусилля і зменшити навантаження. Другий варіант передбачає „рознос” вушок (рис. 7).

Мінімальна навантаженість і деформація були отримані у варіанті з рознесеними вушками і зміщеними до центру «вухами» гідроприводів.

### Висновок

У заключенні відзначимо, що використання УПК істотно підвищує продуктивність і точність розрахунків, а також дозволяє оперативно аналізувати прийнятні альтернативні конструкторські рішення.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ксєневич И.П., Яцкевич В.В. О перспективах развития унификации и создания модульных энергетических средств // Тракторы и сельхозмашины. – 1974. – № 12. – С. 14 – 16.
2. Результаты исследований модульного энерго технологического средства (МЭС) / Кутьков Г.М. и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 1989. – № 12. – С. 9 – 11.
3. 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.
4. Назаров Л.В. Динамические нагрузки на трактор Т-150К, агрегатируемый с бульдозерным оборудованием // Тракторы и сельхозмашины. – 1978. – № 3. – С. 17 – 19.
5. 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.
6. Кириченко И.Г., Кухтов В.Г., Щербак О.В. Экспериментальное исследование нагруженности гидроприводов фронтального погрузчика // Тракторная энергетика в растениеводстве: Сб. науч. тр. – Х. – 1998. – С. 270 – 275.

Надійшла 18.05.2005

Рецензент: д-р техн. наук професор А.С. Полянський, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.