

## СЕКЦІЯ 9

### РОЗВИТОК ТИЛОВОГО ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Керівники секції: генерал-лейтенант В.А. Шатов;  
к.т.н. доцент Б.Г. Васильєв  
Секретар секції: капітан Ю.В. Баїстов

#### АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

*В.А. Шатов<sup>1</sup>; М.М. Момот<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

<sup>1</sup>*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Технічна експлуатація засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів в сучасних умовах, пов'язана з певними труднощами. Існуюча планово-передбачувальна система технічної експлуатації привела до виникнення проблеми зниження справності спеціальної автомобільної техніки. В якості основної технології підтримання справності при суттєвому збільшенні її календарних термінів служби сьогодні застосовується комплекс заходів, який включає дослідження технічного стану техніки, проведення наукового аналізу інформації про її стан і надійність, переведення техніки на більш прогресивні й економічні стратегії експлуатації – експлуатація за станом. У зв'язку з цим доволі важливою та актуальною задачею є розробка алгоритмів управління технічним станом об'єктів. В доповіді розглянуто один із алгоритмів оптимального управління векторним випадковим процесом, який характеризує зміну технічного стану групи однорідних об'єктів при збереженні. Основою якого є ідея управління монотонним випадковим процесом. Для організації управління використовуємо показники, які характеризують ефективність технічного обслуговування об'єктів при зберіганні, затрати на проведення відновлення та профілактичного обслуговування об'єктів при зберіганні й питомі витрати на контроль, відновлення, профілактичне обслуговування та черговий контроль. Запропонований алгоритм оптимального управління забезпечує мінімум витрат на кожному кроці управління та кінцеві витрати на технічне обслуговування технічних об'єктів в процесі експлуатації.

#### ПРИНЦИП ПОСТРОЄННЯ СИСТЕМ МАНЕВРИРОВАНИЯ МАШИН С НЕОГРАНИЧЕННИМИ ФУНКЦИЯМИ МАНЕВРИРОВАНИЯ

*Б.Г. Васильєв, к.т.н., доц.*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

В настоящее время маневрирование машин осуществляется с помощью систем поворота использующих принцип рулевой трапеции Жанто (1878 г.). Этот принцип существенно ограничивает семейство возможных траекторий для маневрирования, что усложняет парковку машин и движение в сложных стесненных условиях. Специальных систем маневрирования до сих пор создать не удавалось, так как для этого требуется найти иные принципы управления криволинейным движением. Предлагаемый принцип решает эту задачу. Его суть заключается в специальном построении конфигурации неголономной системы поворота всех колес, при кото-

---

ром виделяють в любых желеаемых двух точках машины две задающие (реальные или виртуальные) неголономные связи (НГС), поворотом которых управляет водитель или автоматическая система маневрирования. Поворот всех остальных реальных НГС (колес) осуществляет автоматическая система в соответствии с уравнениями голономных связей с задающими НГС. Такая система маневрирования обладает увеличенной подвижностью (до предельной величины) и позволяет осуществлять любые маневрирования без ограничений подобно известному движению тележки со всеми свободно поворотными колесами. Предлагаемый принцип применим не только в автомобильном транспорте, а и в надводном, подводном и в авиации.

### **ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПАТЕНТНОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

*В.В. Коваль, к.т.н., с.н.с.; С.О. Котляр; О.В. Кузнєцова  
Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, м. Вінниця*

В сьогодишніх умовах провідні у військовому відношенні країни світу основні зусилля в розвитку власного озброєння і військової техніки (ОВТ) спрямовують на забезпечення не технічної, а технологічної переваги. За таких умов, для Збройних Сил України важливою є не кількість ОВТ, вироблених або запущених у виробництво, а наявність перспективних науково-технічних напрацювань. В свою чергу, процес розвитку ОВТ протікає в часі і складається із значної кількості взаємозалежних військово-технічних, технічних і технологічних етапів, які визначають необхідність створення нових або модернізації існуючих зразків (комплексів, систем) ОВТ з певними характеристиками: час надходження їх у війська, масштаби та строки серійного виробництва, тривалість експлуатації у війсках тощо. При цьому, особливе значення має застосування сучасних методів прогнозу науково-технічного процесу подальшого розвитку ОВТ, за допомогою яких виявляється (надається) можливість більш об'єктивно виявляти загальні тенденції в розвитку тих чи інших зразків (комплексів, систем) ОВТ. Сьогодні в дослідженнях перспектив розвитку ОВТ на етапі формування (вироблення) оперативно-тактичних (тактико-технічних) вимог до зразків (комплексів, систем) ОВТ широко використовуються загальні методи прогнозування: статистичні методи прогнозування, прогнозування методами моделювання, евристичні методи прогнозування тощо. Поряд з цим, при використанні загальних методів прогнозування потрібно враховувати характерні особливості того чи іншого зразка (комплексу, системи) ОВТ, які обумовлені специфікою техніки родів військ та, в зв'язку з цим, різними масштабами застосування загальних методів прогнозування. За таких умов, важливе місце під час визначення перспектив розвитку ОВТ займають методи прогнозування на основі аналізу патентної та науково-технічної інформації. Доцільність застосування цих методів виникає із самої суті патентів. Тобто, сьогодишній патент – це практика майбутньої техніки. В практиці прогнозування подальшого розвитку ОВТ найбільш широко знайшли застосування такі методи на основі аналізу патентного фонду: прогнозування на основі якісно-кількісного аналізу патентів; прогнозування на основі теоретико-інформаційного аналізу патентів; прогнозування шляхом оцінки інженерно-технічної значимості винаходу. Перший метод передбачає проведення процедури екстраполяції тенденцій, які визначаються в ході проведення аналізу динаміки патентування. При цьому, в основі екстраполяційних процесів обробки рядів динаміки патентування покладено уявлення про статистичний експеримент. Якісна оцінка патенту дається по декількох показниках (критеріях): фундаментальність, економічність, ефективність

тощо. Метод прогнозування на основі теоретико-інформаційного аналізу патентів базується на використанні ідеї теорії інформації. Відповідно до вказаної теорії патент приймається за джерело повідомлень, а за допомогою міри кількості інформації (ентропії) визначається шенноновська надлишковість, яка і використовується для оцінювання патенту. Третій метод передбачає проведення таких етапів досліджень: оцінка новизни патенту та його інженерно-технічної значимості; виділення конкуруючих груп патентних груп патентних рішень та визначення перспективності кожної з них; оцінка рівня патентування. В результаті досліджень формується матриця з кількісними показниками, на підставі яких робиться висновок про доцільність впровадження винаходу в нових (модернізованих) зразках (комплексах, системах) ОВТ. Вказаний метод найбільш доцільно застосовувати для прогнозу на найближчі 5-10 років. Таким чином, використання методів науково-технічного прогнозу розвитку ОВТ на основі аналізу патентів та науково-технічної інформації дозволять, в сукупності з іншими методами прогнозу, забезпечити більш якісне визначення перспективних зразків (комплексів, систем) ОВТ, а також обґрунтувати кількісний та якісний склад ОВТ Збройних Сил України у відповідність з їх потребами та економічними можливостями країни.

### **РОЛЬ І МІСЦЕ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ УСТАНОВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ (МОДЕРНІЗАЦІЇ) ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*А.О. Зварич; А.В. Музиченко, к.т.н., с.н.с.  
Генеральний штаб Збройних Сил України*

Ефективність процесу розроблення (модернізації) визначається багатьма різноманітними факторами. До їх числа відносяться: обґрунтування вимог, формулювання комплексу необхідних вихідних даних, наукова та науково-технічна експертиза проектних і конструкторських рішень, розроблення програм і методик випробувань дослідних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ). Сукупність перелічених факторів складає основний зміст науково-технічного супроводження процесу розроблення (модернізації) ОВТ. Провідну роль у цьому процесі займають науково-дослідні установи та вищі військові навчальні заклади Збройних Сил України. Ефективність науково-технічного супроводження визначається раціональністю розподілу повноважень між науково-дослідними установами, вищими військовими навчальними закладами та координацією їх діяльності, що визначається специфікою зразка (системи, комплексу) ОВТ, який розробляється (модернізується). В доповіді презентуються результати напрацювань із зазначеної тематики та пропонуються шляхи вирішення проблемних питань організації науково-технічного супроводження розробки (модернізації) ОВТ у Збройних Силах України.

### **ДО ПИТАННЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ**

*В.В. Кириченко<sup>1</sup>; В.В. Тюрін<sup>2</sup>, к.військ.н., доц., В.П. Дунтан<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;  
<sup>2</sup>Національний університет оборони України*

Аналіз локальних війн та збройних конфліктів сучасності переконливо свідчить, що прорахунки у визначенні необхідного обсягу озброєння, інших матеріально-технічних засобів і в оцінюванні можливостей економіки щодо задоволення цих потреб, неодмінно призводять до провалу стратегічних планів. Тому, вкрай важливо створити ефективну єдину систему накопичення та збереження мобілізаційних ресурсів, у тому

---

числі, й матеріально-технічних, а також організувати планування розвитку економіки для забезпечення бойових дій Повітряних Сил в ході воєнного конфлікту з максимальним використанням інфраструктури держави. Подальший розвиток системи матеріально-технічного забезпечення Повітряних Сил потрібно розглядати як комплекс узгоджених і взаємопов'язаних заходів, що охоплюють розміщення в певній системі, будівництво, обладнання та підтримання в боєздатному стані різноманітних стаціонарних об'єктів, призначених для застосування Повітряних Сил. Безумовно, технічною основою матеріально-технічного забезпечення Повітряних Сил будуть високотехнологічні інформаційні системи, здатні зберігати, обробляти та аналізувати інформацію в автоматизованому режимі в найкоротші терміни. Завдяки новітнім технологіям значно зростає можливість органів управління, що дозволить керування більшою кількістю різноманітних функціональних об'єктів. Розглядаючи питання матеріально-технічного забезпечення Повітряних Сил як комплекс загальних заходів, потрібно: визначити єдину державну систему забезпечення Збройних Сил та інших військових формувань на особливий період і воєнний час; з'ясувати характер зв'язків між елементами цієї системи в оборонних галузях; знайти важелі впливу на технології, які забезпечать роль воєнного потенціалу Збройних Сил у розвитку економічних відносин у прибутковому аспекті, на новітні технології подвійного призначення та зовнішню і внутрішню торгівлю матеріально-технічними засобами, які відпрацювали свій воєнний ресурс і придатні для використання в національній економіці; вилучити паралелізм і дублювання замовлень у розробленні та постачанні ОВТ і засобів матеріально-технічного забезпечення сумісності за системами управління. Сучасна війна – це воєнні дії “з перевернутим фронтом”. Об'єктами ударів стануть не лише Збройні Сили, але й джерела їх забезпечення, і не лише глибокі тили Збройних Сил, але також промислові центри, транспортні вузли й адміністративні центри з засобами управління та інші важливі для економіки держави об'єкти. Тому, значно зростає вимоги до забезпечення живучості об'єктів матеріально-технічного забезпечення Повітряних Сил. Таким чином, створення в Повітряних Силах досконалої комплексної системи матеріально-технічного забезпечення з урахуванням існуючих державних, політичних і економічних чинників уможливить трансформацію систем основних видів забезпечення й наблизить їх до міжнародних (світових) стандартів.

## ДО ПИТАННЯ ОЦІНЮВАННЯ ГОТОВНОСТІ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ТИЛОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ Авіаційних бригад тактичної авіації

В.В. Тюрін<sup>1</sup>, к.військ.н., доц.; В.В. Кириченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет оборони України;

<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Аналіз локальних війн та збройних конфліктів сучасності переконливо свідчить, що ефективне застосування бригад тактичної авіації (*брТА*) неможливе без оперативного виконання завдань їх тилового забезпечення. За даних умов виникає нагальна необхідність оцінювання виконання завдань тилового забезпечення (ТлЗ) бойових дій *брТА*. Особливе місце під час визначення готовності тилу виконувати завдання за призначенням займає питання своєчасного виконання заходів щодо приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ *авбр*. Часовий процес приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій *авбр* достатньо повно описується сітьовою моделлю. Аналіз сітьової моделі показує, що заходи, які проводяться в тилу в процесі його приведення в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій *брТА* по цільовій ознаці і термінам виконання, можна розділити на п'ять груп. Згідно з цими

групами в сітвовій моделі виділені п'ять тимчасових періодів, які частково перекриваються: управління приведенням тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ *брТА*; приведення підрозділів і служб тилу *брТА* в готовність до виконання завдань за призначенням; забезпечення приведення *брТА* в бойову готовність; забезпечення розосередження *брТА* (забезпечення перебазування *брТА* і переміщення підрозділів тилу *брТА* на оперативний аеродром); відмобілізування і приведення в готовність до виконання завдань за призначенням знову сформованих підрозділів тилу *брТА* (для мирного часу). Оцінка своєчасного приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ *брТА* включає побудову сітвової моделі приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ *авбр* та визначення можливих шляхів виконання окремих заходів. Визначення вихідних даних моделі готовності тилу до виконання завдань щодо ТлЗ *брТА* – статистичних показників термінів виконання окремих заходів – здійснюється за результатами тренувань, перевірок бойової готовності *брТА*, розрахункових даних відповідно обсягів виконуваних заходів і планованій кількості сил і засобів, які виділяються для їх виконання. Адекватність розробленої моделі приведення тилу *брТА* в готовність до виконання завдань за призначенням процесу, який моделюється, визначається: відповідністю переліку і черговості виконання окремих заходів моделі реальному процесу; використанням у моделі в якості тимчасових показників статистичних даних, отриманих у ході реального приведення тилу *брТА* в готовність до виконання завдань за призначенням. Таким чином, запропонована сітвова модель приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій *брТА* дозволяє комплексно оцінювати своєчасність виконання завдань тилового забезпечення бойових дій авіації.

### **НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ КОЛІСНИХ ЗАСОБІВ РУХОМОСТІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

*М.А. Подригало<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; К.Г. Яценко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Харківський національний автомобільно-дорожній університет;*

<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Озброєння та військова техніка, які перебувають на озброєнні Збройних Сил України, в переважній своїй більшості розроблені та виготовлені у колишньому СРСР. Після розвалу СРСР та під час становлення і розвитку незалежної держави України, з кожним роком все більше і більше загострювалася проблема комплектування озброєння та військової техніки надійними засобами рухомості, пов'язана з руйнуванням раніше напрацьованих зв'язків з заводами виробниками та ремонтними підприємствами. Концепцією подальшого реформування Збройних Сил на 2011-2015 роки визначено, що на першому етапі (2011-2015 роки) – пріоритет у фінансуванні надається високотехнологічним видам – Повітряним Силам та Військово-Морським Силам Збройних Сил України. Одна з проблем яку треба вирішувати – це проблема відновлення парку засобів рухомості озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. Виробників з повним циклом виробництва зенітних ракетних комплексів в Україні не було, як наслідок, засобів рухомості озброєння вітчизняного виробництва для них теж практично не було. Таким чином, всі наявні в Україні зенітні ракетні комплекси, змонтовані на старих радянських машинах, які були виготовлені за часів колишнього Радянського Союзу. Відновлення парку засобів рухомості озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ можливо вирішити за наступними варіантами: перший шлях – повернення до закупівель у Росії; другий шлях – закупівля у розвинутих індустріальних державах; третій

---

шлях – налагодження виробництва у нашій державі; четвертий шлях – на умовах розумної кооперації. Разом з цим, кожний із шляхів має низьку як переваг, так і недоліків. У зв'язку з цим, стає актуальним питання щодо розробки концепції розвитку колісних засобів рухомості озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. В доповіді запропоновано, на основі компоновочних схем зразків зенітних ракетних комплексів, стосовно засобів рухомості, на основі тенденцій розвитку, ретроспективного та перспективного аналізу можливих варіантів розвитку зенітних ракетних комплексів, зробити вибір засобів рухомості з числа тих, що виробляються на вітчизняних заводах. Розробку зазначеної концепції планується проводити з урахуванням наступних питань: 1. Аналіз існуючих компоновочних схем; 2. Аналіз навантажень; 3. Розподіл навантажень на ведучі і керовані колеса; 4. Оцінка експлуатаційних властивостей машин у русі по дорогам та бездоріжжю. 5. Оцінка та визначення критичних режимів руху і по можливості таких експлуатаційних властивостей як маневреність, стійкість у русі, тягова динаміка, стійкість проти перекидання ну і обов'язково прохідність. 6. Вибір типорозмірних рядів для потреб зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. Найбільш вірогідним варіантом розвитку колісних засобів рухомості озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України є використання автомобілів сімейства КрАЗ. Розпочати таку роботу можливо з заміни автомобільних тягачів КрАЗ-260 для буксирування озброєння та військової техніки, сідельних тягачів КрАЗ-260В, важких чотирьохвісних сідельних тягачів МАЗ-537, з проведенням на Кременчуцькому автомобільному заводі необхідної модифікації.

### **ПОВЫШЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ И МОБИЛЬНОСТИ МОДУЛЬНЫХ МАШИН АЭРОДРОМНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ АВИАЦИИ**

*Б.Г. Васильев, к.т.н., доц.; Ю.В. Баистов; С.А. Бодько  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Перспективные модульные схемы машин представляют собой автопоезд, состоящий из автомобиля (или трактора) и одноосного прицепа (или полуприцепа) с неповоротными колесами. Возникает задача повышения маневренности таких схем машин. Особенно проблематичным является обеспечение устойчивости и управляемости курсового движения при переднем расположении технологического модуля, а также при движении задним ходом с задним расположением технологического модуля. Предлагается способ управления поворотом автопоезда, позволяющий решить эту задачу без конструктивных изменений модулей. Применение методики преобразования реальной неголономной системы связей (колес) в эквивалентную виртуальную систему позволяет получать наглядную информацию водителю для принятия решений на необходимые управляющие действия. У водителя появляется возможность управлять поворотом вектора скорости в точке сцепки модулей и успешно решать задачу обеспечения курсовой и траекторной устойчивости движения всех модульных звеньев автопоезда.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ОНОВЛЕННЯ ЗР ЗНЗДА В ПС ЗСУ**

*С.І. Борових; І.В. Терентьєва  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Згідно керівних документів по ІАС необхідність частого перекидання засобів аеродромно-технічного забезпечення з одного робочого місця на аеродромі на інше вима-

гає, щоб усі ці засоби були мобільними. Основними вимогами, що пред'являються до ЗР ЗНЗДА є їх висока рухливість, прохідність і маневреність в сукупності з досить необхідною швидкістю пересування. З 60-х років ХХ століття цим якостям відповідали автомобілі багатоцільового напрямку ЗИЛ-131, Урал-375Д, 4320, випуск яких нині або припинений, або вони випускаються в іншій державі. ЗР ЗНЗДА, що знаходяться на озброєнні ПС ЗС України найближчим часом вироблять свій ресурс. Вибір ЗР ЗНЗДА буде залежить від його технічного рівня, якості домінуючих чинників які повинні відбивати властивість цього засобу. До цих властивостей повинні в першу чергу відноситися: міра насиченості нової машини досягненнями технічного прогресу, забезпечуючими ЗР його високі експлуатаційні характеристики, енергоозброєність, багатофункціональність, які могли б дієво впливати на величину корисного ефекту застосування при прийнятній закупівельній ціні. На теперішній час найбільш прийнятним є використання як ЗР для ЗНЗДА тракторів з модельного ряду ХТЗ, які можуть зажадати мінімального доопрацювання.

### **ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЗА ЕКОЛОГІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

*А.А. Ткаченко, к.т.н.; С.В. Федчук*

*Національний університет оборони України*

На сучасний момент у Збройних силах України знаходиться багато застарілих зразків техніки, спроможних виконувати бойове завдання. Однак актуальним лишається питання з підвищення ефективності використання бойового завдання, економії палива та зменшення шкоди навколишньому середовищу. Для покращення існуючого стану потребує впровадження сучасних технологій з технічного обслуговування та експлуатації техніки взагалі. Особливу перспективність пошуку шляхів і способів підвищення безвідмовності, скорочення часу та трудомісткості при обслуговуванні машин заслужують нові способи визначення рівня технічного стану машини та її технічна діагностика з грамотним її впровадженням в практику військ. Одним з нетрадиційних новим способом є визначення несправностей дизельного двигуна за його відпрацьованими газами. Це дозволяє контролювати технічний стан двигуна об'єкту бронетанкового озброєння і техніки, збільшити строки його роботи, підвисити економічні та екологічні характеристики та ефективність використання за призначенням. Аналіз відомих способів очищення відпрацьованих газів свідчить про можливість впровадження засобів контролю за технічним станом дизельних двигунів силових установок за екологічними характеристиками при експлуатації бронетанкового озброєння і техніки. Найбільша можливість у визначенні технічного стану дизельного двигуна досягається при фільтрації випускних газів. За рахунок своєчасного визначення несправностей стає можливим підтримувати справний технічний стан дизельного двигуна силової установки бронетанкового озброєння і техніки постійно.

### **МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ ГТД З УРАХУВАННЯМ ІНТЕНСИВНОСТІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

*В.М. Щербина*

*Національний університет оборони України*

Відомо, що низька інтенсивність використання авіаційної техніки призводить до її тривалої експлуатації, а тривала експлуатація до відносно великої втрати надійності виробів за рахунок старіння, що впливає на їх рівень надійності в процесі експлуатації. Ця особливість повинна враховуватися при визначенні розмірів ресурсу ГТД, що є відмовонебезпечною системою літальних апаратів. Дана обставина вказує на необхід-

---

ність урахування чинника інтенсивності використання (експлуатації) ГТД у моделях надійності, особливо для таких систем, що характеризуються великими розмірами ресурсу і порівняно низькою інтенсивністю їх використання, що властиво військовим виробам авіаційної техніки. Припустимий рівень експлуатаційної надійності авіаційного ГТД у першу чергу обмежується необхідним рівнем безпеки польотів пілотованих ЛА. Відомо, що для авіаційних двигунів раптові відмови розподіляються по експоненційному, а відмови фізичного зносу і природного старіння – по нормальному законам. Таким чином, приведені характеристики надійності ГТД в аналітичному виді дозволяють враховувати вплив розглядуваних відмов на надійність виробів авіаційної техніки при заданій інтенсивності їх експлуатації.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*О.М. Курпіненко, к.т.н., с.н.с.*

*Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Під час обґрунтування технічного обрис перспективного озброєння важливу роль відіграє моделювання процесу його функціонування у воєнних конфліктах на довгострокову перспективу. Зростання складності внутрішньої структури сучасного озброєння та розширення кола завдань, які ним вирішуються приводить до необхідності використання відповідних математичних методів. Традиційно для моделювання процесу функціонування озброєння використовуються кількісні методи аналізу. Проведений аналіз цих методів показав, що вони не дозволяють достатньо враховувати неоднозначність процесу функціонування озброєння на довгострокову перспективу. З метою подальшого розвитку методів моделювання процесу функціонування перспективного озброєння пропонується використовувати методи нечіткої логіки. Складність та різноманітність властивостей та умов функціонування перспективного озброєння не дозволяє описувати його однією універсальною математичною моделлю. В результаті проведення досліджень з використанням методів нечіткої логіки на першому етапі побудовано модель функціонування перспективного зразка озброєння, яка представляє собою систему моделей в конкретно визначених умовах. На другому етапі здійснено настроювання моделі. Запропонований підхід дозволяє описувати процес функціонування перспективних зразків озброєння, як складних технічних систем, які не піддаються точному математичному аналізу.

## **ВПЛИВ ПОСТУПОВИХ ВІДМОВ КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ НА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ КОМПЛЕКСІВ КЕРОВАНОГО ОЗБРОЄННЯ ТАНКІВ**

*А.О. Левченко, к.т.н., с.н.с.; В.В. Хахула*

*Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Переважну більшість парку основних бойових танків Сухопутних військ Збройних Сил України, складають танки Т-64, Т-80, Т-84, з комплексами керованого озброєння (ККО) 9К112 і 9К119. Значна частина ККО та, практично, усі постріли керованими снарядами 9М112 і 9М119, знаходяться в режимі тимчасового або тривалого зберігання. Тому особливого значення набувають заходи обслуговування з визначенням реального технічного стану ККО. Головним елементом ККО, що призначений для контролю стану інших його функціональних елементів, є контрольно-перевірочна апаратура. У зв'язку з цим набуває актуальності задача визначення впливу стану контрольно-перевірочної апаратури як засобу контролю вищого ступеня ієрархії на техні-



чний стан елементів ККО нижчого ступеня ієрархії. Для дослідження використані відомості про стан танків Т-64 двох груп по 32 машини (танки танкового батальйону бригади та танки танкових рот механізованих батальйонів). Аналіз відомостей показує, що загальний процес зміни похибок вимірювань є нестационарним процесом із значенням математичного очікування близьким до нуля для випадкового вимірювання усіх нормованих параметрів. В роботі викладено загальні принципи визначення структурних зв'язків між процесами взаємного впливу метрологічних відмов контрольно-перевірочної апаратури на підсумки контролю танкової апаратури керованого озброєння та однорідної партії однотипних протитанкових керованих ракет.

## **БИОЛОГИЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ЯК ШЛЯХ УДОСКОНАЛЕННЯ ПУНКТИВ МИТТЯ ТА ЧИЩЕННЯ МАШИН У ПАРКАХ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН**

*О.В. Рибчинський; О.М. Леоненко, к.т.н.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Процес чищення та миття машин є невід'ємною складовою процесу ТО машин, що визначається відповідними керівними документами та технічною документацією засобів рухомості. Недостатньо обладнані пункти миття та чищення машин та неефективна за сучасними мірками система фільтрації води на них сприяють забрудненню водних артерій навколо військових частин та ремонтних підприємств, що, як наслідок, призводить до забруднення загальної системи водопостачання. З метою покращення екологічної ситуації системи оборотного використання води на пунктах чищення техніки на підприємствах, та зокрема військових об'єктах, потребують постійного контролю та технологічного вдосконалення. Це сприятиме покращенню ситуації, яка склалася навколо водних ресурсів та буде доцільною з економічної точки зору. На сьогоднішній день найбільш досліджені та використовуються на практиці механічний, фізико-хімічний, хімічний та біологічний методи. Переваги біологічного методу очищення – можливість видаляти зі стічних вод різноманітні органічні сполуки, у тому числі токсичні, простота конструкції апаратури, відносно невисока експлуатаційна вартість. Застосування відповідного обладнання суттєво зменшує витрати на використання води пунктом чищення та миття машин, а також вірогідність потрапляння в навколишнє середовище шкідливих речовин, що в свою чергу призводить до покращення екологічної обстановки.

## **СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОМИНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОПРИВОДА ЭКСКАВАТОРА**

*І.Г. Пимонов, к.т.н., доц.; А.В. Бездетко; А.А. Олейников*

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

Эффективность работы гидропривода экскаватора определяется тепловым состоянием рабочей жидкости, скоростью выхода на необходимый тепловой режим, возможностью стабилизации этого режима, отсутствием её загрязнения механическими частицами, водой и воздухом. Анализ показал, что для быстрого нагрева рабочей жидкости, исключения её контакта с воздухом в баке, дегазации, очистки от воды и механических частиц, – рационально использовать следующую систему: конструкция бака должна иметь вертикально-разделительную перегородку, изолирующую рабочую жидкость от воздуха при её «дыхании» и регулирующая объём рабочей жидкости, циркулирующей в гидроприводе, при помощи специального дросселя. Для удаления воздуха и частично воды из рабочей жидкости применяется дегазатор, совершающий свой рабочий процесс за счёт разрежения, которое создается в его вакуум-камере. Жидкость, проходя через

---

диффузор попадає в камеру дегазатора. По спеціальному каналу через вихідну трубу здійснюється отсос воздуха из вакуумной камеры вакуум-насосом. После обработки дегазатором, рабочая жидкость, скопившаяся над перегородкой, при помощи диффузорной трубки поступает в общий поток. При переполнении камеры дегазатора при помощи специального поплавка закрывается выходная труба вакуум-насоса. Давление в дегазаторе возрастает, и поступление рабочей жидкости прекращается. Очистка рабочей жидкости от твердых загрязнителей осуществляется двухступенчатым фильтром, состоящим из самоочищающегося механического и магнитного фильтра.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ СИЛ ОПОРУ РУХУ АВТОМОБІЛЯ**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; А.І. Коробко  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Раніше нами було запропоновано метод визначення сумарної сили опору руху автомобіля з допомогою бортового обчислювального комплексу. Суть методу в тому, що при русі автомобіля накатом проводились вимірювання лінійних прискорень і швидкості руху автомобіля в різні моменти часу. Указаний метод послідовних спостережень дозволяє отримати хороший статистичний результат завдяки значному збільшенню кількості вимірювань. Але існує теорія, що компоненти сили опору, такі як коефіцієнт сумарного дорожнього опору і фактор обтічності автомобіля, залежать від швидкості руху автомобіля. Тому проявляється систематична помилка вимірювання обумовлена неточністю теоретичної моделі, покладеної в основу експерименту. Дана проблема вирішується тим, що по-перше, в математичну модель експерименту було закладено більш точно ідентифіковані компоненти сили опору руху автомобіля. А саме, в рівнянні руху автомобіля накатом було враховано момент опору в трансмісії, що складається із статичного, кінематичного і динамічного моментів опору. По-друге, під час експерименту, як і раніше, проводиться вимірювання лінійного прискорення і швидкості руху автомобіля. Але при обробці результатів складається не два, а три рівняння регресії, що відповідають трьом моментам часу. Розв'язуючи їх визначаються коефіцієнти регресії які пропорційні значенням компонентів сили опору руху. Повторюючи вимірювання через деякий інтервал часу, отримуємо лінію регресії шуканих параметрів від швидкості руху.

## **ВПЛИВ ТЯГОВИХ МОМЕНТІВ НА ДИНАМІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ВЕРТИКАЛЬНИХ РЕАКЦІЙ МІЖ КОЛЕСАМИ АВТОМОБІЛЯ**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; Д.М. Клец, к.т.н.; О.А. Назарько; Н.Н. Потапов  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Динамічний розподіл вертикальних реакцій між колесами автомобіля суттєво впливає на показники експлуатаційних властивостей автомобіля. При значному розвантаженні задніх коліс погіршується стійкість руху, а передніх – керованість автомобіля. Під час розрахунку динамічного перерозподілу вертикальних реакцій між осями автомобіля раніше не враховувався вплив крутних (тягових) моментів на ведучих колесах, оскільки останні помилково вважалися внутрішніми зусиллями (моментами). Однак з позицій класичної механіки нами доведено, що крутні моменти є зовнішніми зусиллями щодо механізму ходової частини автомобіля. Оскільки їх величини можуть значно перевершувати моменти опору коченню, та нехтування їх дією може привести до значних погрешностей при розрахунках динамічних вертикальних реакцій дороги на колесах автомобіля. В доповіді викладено методику визначення вертикальних реакцій дороги між колесами перед-

ньої і задньої осей автомобіля з урахуванням тягових моментів на ведучих колесах при русі по горизонтальній поверхні, а також при рівномірному русі автомобіля. Для оцінки підвищення точності розрахунку динамічних вертикальних реакцій автомобіля були введені коефіцієнти уточнення  $K_{y1}$  та  $K_{y2}$  для передньої і задньої осей відповідно. Проведені розрахунки показали, що врахування крутних моментів на ведучих колесах призводить до збільшення значень динамічних вертикальних реакцій на передніх колесах на 6 % і до зменшення на задніх на 4 %.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; Д.В. Абрамов, к.т.н., доц.;*

*Д.М. Клец, к.т.н., доц.; А.І. Коробко; В.О. Тесля*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Визначення і контроль технічного стану двигуна без розбірки простим доступним методом дозволяє підвищити ефективність використання автомобілів і більш раціонально побудувати систему їх технічного обслуговування. Важливе значення при цьому має визначення енергетичних параметрів двигуна які являються основними узагальнюючими показниками їх технічного стану. В доповіді викладено метод, що дозволяє визначити потужність двигуна і коефіцієнт корисної дії автомобіля в експлуатаційних умовах. Суть даного методу в тому, що провівши ідентифікацію компонентів які входять в рівняння руху автомобіля, а саме тягова сила на колесах, ефективна потужність двигуна і приведений момент опору в трансмісії, що складається із статичного, кінематичного і динамічного моментів опору, знаходимо вираз для визначення ефективної потужності двигуна  $N_e = m v_a (\dot{v}_a b_1 + b_2 + b_3 v_a + b_4 v_a^2)$ , де  $b_1$ ;  $b_2$ ;  $b_3$ ;  $b_4$  – коефіцієнти, що визначаються в процесі руху автомобіля. Із зазначеного рівняння можна визначити роботу двигуна, проводячи чисельне інтегрування вибираючи раціональний з точки зору мінімальної погрешності інтервал інтегрування. Також дана методика дозволяє визначити потужність двигуна, що затрачується на розгін  $N_p = m_a v_a \dot{v}_a$  і миттєвий ККД автомобіля  $\eta_{\text{мит}} = N_p / N_e$ .

### **ДИНАМІКА ГАЛЬМУВАННЯ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; М.П. Холодов*

*Національний автомобільно-дорожній університет “ХНАДУ”*

Більшість моделей тракторів класичної компоновки класів 6-14 кН мають гальмівні механізми тільки на колесах задньої (найбільш навантаженої) осі. При гальмуванні нормальна реакція опорної поверхні на задніх колесах зменшується, що тягне за собою зменшення граничної по зчепленню гальмівної сили і зниження ефективності гальмування. Причиною зниження вертикального навантаження на вісь є дія опрокидуючого моменту на трактор в поздовжній площині в процесі гальмування. У доповіді подано визначення впливу блокування коліс на зменшення нормальної реакції опорної поверхні, що діє на задні (гальмівні) колеса трактора класичного компоновання. Показано, що найкращим з позиції забезпечення максимально можливої ефективності гальмування є режим гальмування при задніх колесах трактора, що знаходяться на межі блокування. Аналіз отриманих результатів розрахунку, показує, що гальмування трактора класичного компоновання задніми колесами, що знаходяться на межі блокування, дозволяє збільшити середню усталене уповільнення на сухому асфальтобетоні від 39 до 49% (залежно

---

від моделі трактора), в порівнянні з випадком гальмування з заблокованими колесами. Отримані результати дозволяють зробити висновок про необхідність поліпшення керованості гальмівних механізмів трактора, що має забезпечити водієві можливість більш плавного підведення задніх коліс до межі блокування.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ, ЩО ПОГЛИНАЄТЬСЯ ГАЛЬМІВНИМИ МЕХАНІЗМАМИ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; Ю.В. Тарасов, к.т.н., доц.; В.С. Шейн  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Гальмівна система – це активна система безпеки автомобіля і до неї повинні пред'являтися особливі вимоги. Для оцінки відповідності, гальмівна система повинна проходити ряд випробувань. Випробування проводяться двома методами: дорожніми і стендовими. В даній доповіді запропонована методика класифікації натурних інерційних випробувальних стендів для випробування гальмівних механізмів у відповідності до державного стандарту ДСТУ UN/ECE R 90-01:2005. Для досягнення поставленої мети, на першому етапі була вирішена задача точного й достовірного визначення енергії, що поглинається гальмівними механізмами при гальмуванні. Кінетична енергія автомобіля, при гальмуванні, частково поглинається гальмівними механізмами і частково йде на подолання роботи сил опору. Роботою сил опору кочення можна знехтувати, оскільки вона достатньо мала, а ось роботу сили опору повітря враховуємо. Також в математичній моделі враховується дійсний коефіцієнт розподілення гальмівних сил між осями. По отриманим залежностям були проведені розрахунки, в яких приймалося значення сповільнення, яке дорівнює максимально можливому по умовам зчеплення коліс с дорогою. Розрахунки показали, що енергія, що поглинається гальмівними механізмами при гальмуванні для автомобілів особливо малого й великого класів, відрізняється майже на порядок. Це являється основою для класифікації випробувальних стендів по енергетичним показникам з метою їх універсалізації.

### **ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ТРУБОПРОВОДУ ПНЕВМАТИЧНОГО ПРИВОДУ РОБОЧОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБУ РУХОМОСТІ ЗАСОБІВ НАЗЕМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЙ АВІАЦІЇ**

*С.М. Гецович<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; І.В. Рогозін<sup>2</sup>; В.В. Сидоров<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

За умовами експлуатації засобів рухомості (ЗР) засобів наземного забезпечення дій авіації вони можуть отримувати різні пошкодження, у тому числі й пошкодження трубопроводів пневматичного приводу робочої гальмівної системи (РГС), що може привести до негерметичності та втрати з нього повітря до атмосфери, наслідком якого є зниження живучості ЗР (здатності виконувати поставлене завдання з можливими пошкодженнями). За вказаними умовами відбувається зниження вірогідності безвідмовної роботи пневматичного приводу й, відповідно, його експлуатаційної надійності. Запропоновано варіант оцінки надійності з точністю, достатньою для інженерних розрахунків надійності систем, для випадку нормального розподілу навантаження (площі прохідного перерізу пошкодження) по системах при числі її елементів не більше 10 ... 15. Розраховані коефіцієнти вірогідності відмови пневматичного приводу РГС ЗР за площею та глибиною ушкодження. Значення вірогідності безвідмовної роботи трубопроводу пневматичного приводу РГС ЗР визначається за таблицею кван-

тилів нормованого нормального розподілу. Отримані результати можуть бути використані під час проектування та розташування трубопроводів на ЗР ЗНЗДА та оцінки їх безвідмовності за різними умовами їх експлуатації.

## **ВЛИЯНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА**

*В.Г. Семенов, к.т.н., доц.*

*ООО "Научно-исследовательский институт альтернативных топлив"*

Отличительной особенностью биодизельного топлива(БТ) от дизельного(ДТ) является его жирнокислотный состав(ЖКС). В состав БТ в большинстве случаев входит не более 7-10 метиловых эфиров насыщенных и моно (поли-) ненасыщенных жирных кислот, а ДТ содержит сотни индивидуальных углеводов. От рационального сочетания компонентов моторного топлива зависят такие его эксплуатационные показатели, как цетановое число (ЦЧ) и теплота сгорания (высшая  $Q_v$  и низшая  $Q_n$ ) которые, в свою очередь, определяют качество рабочего процесса, топливную экономичность двигателя и его экологические характеристики. Как показали исследования, ЖКС предопределяет значения иодного числа (ИЧ) и числа омыления (ЧО). Для рапсового БТ диапазон изменения ЦЧ 51-59, для животного жира 58-65. Анализ значительного количества зарубежных публикаций позволил обобщить данные по ЦЧ чистых метиловых эфиров жирных кислот- $C6:0=18.0$ ;  $C8:0=33.6$ ;  $C10:0=47.9$ ;  $C12:0=61.1$ ;  $C14:0=69.9$ ;  $C16:0=74.4$ ;  $C16:1=51.0$ ;  $C18:0=76.3$ ;  $C18:1=57.2$ ;  $C18:2=36.8$ ;  $C18:3=21.6$ ;  $C22:1=76.0$ . В работе Clements(1996) ЦЧ БТ предлагается определять пропорционально процентному содержанию  $X_i$  метиловых эфиров. В работе Bamgbode, Hansen(2008) приведено уравнение регрессии для определения ЦЧ растительных и животных жиров. Автором апробирована формула Бертрана применительно к метиловым эфирам, при этом результаты расчетов  $Q_v$  согласуются с данными, полученными по формуле Д.Менделеева. Таким образом, можно сделать вывод о том, что знание ЖКС биодизельного топлива позволяет проводить прогностические расчеты его показателей.

## **ДИНАМИКА ТОРМОЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; М.П. Холодов*

*Національний автомобільно-дорожній університет "ХНАДУ"*

Большинство моделей тракторов классической компоновки классов 6-14 кН имеют тормозные механизмы только на колесах задней (наиболее нагруженной) оси. При торможении нормальная реакция опорной поверхности на задних колесах уменьшается, что влечет за собой уменьшение предельной по сцеплению тормозной силы и снижение эффективности торможения. Причиной снижения вертикальной нагрузки на ось является действие опрокидывающего момента на трактор в продольной плоскости в процессе торможения. В докладе представлено определение влияния блокировки колес на уменьшение нормальной реакции опорной поверхности, действующей на задние (тормозные) колеса трактора классической компоновки. Показано, что наилучшим с позиции обеспечения максимально возможной эффективности торможения является режим торможения при задних колесах трактора, находящихся на пределе блокирования. Анализ полученных результатов расчета, показывает, что торможение трактора классической компоновки задними колесами, находящимися на грани блокирования, позволяет увеличить среднее установившееся замедление на сухом асфальтобетоне от 39% до 49% (в зависимости от модели

---

трактора), по сравнению со случаем торможения с заблокированными колесами. Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости улучшения управляемости тормозных механизмов трактора, что должно обеспечить водителю возможность более плавного подведения задних колес к пределу блокирования.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

*В.П. Коцюба, к.т.н.; О.І. Силаєв*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В доповіді на основі аналізу забезпечення збройних сил США, Великої Британії та Російської Федерації вихідними топогеодезичними даними в локальних війнах і збройних конфліктах останніх десятиліть наведені особливості організації топогеодезичного забезпечення оперативних угруповань військ (сил) (ОУВ (с)), що створюються для проведення операцій. 1. Звичайна топографічна карта як і раніше залишається основним інформаційним документом командирів і штабів, але норми забезпечення військ (сил) топографічними картами, планами міст, спеціальними картами і фотодокументами про місцевість при проведенні сучасних операцій ОУВ (с) не відповідають дійсній потребі та потребують оперативного уточнення. 2. Важливим напрямком удосконалення забезпечення військ (сил) топографічними картами є покращення якості паперу, на якому вони видаються. Тут потрібний пошук різних варіантів створення карт на витривалій, наприклад на синтетичній основі або захищати звичайну топографічну карту синтетичною плівкою. 3. Потребують насичення додатковою інформацією плани міст. На полях або із зворотної сторони аркуша плану доречно показувати схеми основних перехресть, транспортних розв'язок, схеми орієнтування, перелік визначних об'єктів, схеми підземних комунікацій, тощо. 4. Існує нагальна потреба в оперативному виготовленні у польових умовах необхідних документів про місцевість тобто, всі необхідні документи про місцевість повинні виготовлятися там де знаходяться війська. 5. Домінуючим став перехід до цифрових технологій картографічного виробництва. 6. Необхідно широко впроваджувати у війська нетрадиційні види топографічних документів такі, як цифрові ортофотознімки, фотокарти, просторові моделі місцевості, цифрові карти і бази даних, що призначені для використання у автоматизованих системах аналізу місцевості й планування бойових дій.

## **ЗАВИСИМОСТЬ МОЩНОСТИ ГИДРОПРИВОДА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ И ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

*Г.Г. Пимонов, к.т.н., доц.; С.К. Подвысоцкий*

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

Современный прогресс невозможен без строительства новых дорог, мостов, зданий, аэродромов, стадионов и других сооружений. Для осуществления этого строительства используются машины для земляных работ, оснащенные, как правило, гидроприводом. Гидропривод является одним из основных систем современной машины. Эффективность его работы определяется качеством проектирования и эксплуатации. Установление рационального теплового режима работы гидропривода является одним из перспективных и недостаточно исследованных направлений повышения его эффективности. Влияние температуры рабочей жидкости на мощность гидропривода исследовано на примере экскаватора четвертой размерной группы. Сначала были опре-

делены потери давления при циркуляции рабочей жидкостью по кругу бак - насос - гидромотор механизма передвижения экскаватора - бак. Для этого круг был разбит на отдельные участки (элементы), закономерности потерь давления в которых имеют свои особенности. Круг насос - гидромотор - бак состоит из набора последовательно соединённых следующих элементов: линейные участки трубопровода, повороты трубопровода на  $90^\circ$ , переходы трубопровода на рукав высокого давления, рукава высокого давления, гидрораспределитель, центральный коллектор, гидромотор механизма передвижения экскаватора, магистральный фильтр. Также учитывались потери давления при выходе из насоса, на входе и выходе из распределителя, коллектора, фильтра, гидромотора и на входе в сливной бак. Затем были установлены потери мощности при циркуляции рабочей жидкости по этому же кругу с целью определения полезной мощности, идущей на выполнение рабочей операции гидродвигателем. Такие исследования были проведены для трёх насосов, имеющих коэффициенты подачи:  $-0.98$  (новый, исправный насос);  $-0.8$  (предельное состояние насоса по экономическому критерию);  $-0.65$  (потеря насосом работоспособности вследствие его износа). Проведенными исследованиями было установлено, что рациональная температура рабочей жидкости зависит от технического состояния гидропривода (в основном – насоса). Только для новых насосов, имеющих коэффициент подачи  $0.98 - 0.9$  – температура  $50 \pm 5^\circ\text{C}$  является рациональной и соответствует рекомендациям нормативных документов. С ухудшением технического состояния гидропривода (насоса) рациональная температура рабочей жидкости уменьшается и достигает примерно  $30...45^\circ\text{C}$  для насосов с предельным техническим состоянием по экономическому критерию и продолжает уменьшаться, доходя до  $20^\circ\text{C}$  для насосов, теряющих работоспособность вследствие износа.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В СЦЕПНОМ УСТРОЙСТВЕ СКРЕПЕРНОГО ПОЕЗДА**

*С.Г. Ковалевский; В.Ю. Томазов*

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

Повышение производительности пневмоколесных скреперов достигается за счёт работы в составе поезда. Соединение машин в единый агрегат происходит на время набора грунта при помощи сцепного устройства. На первом этапе заполняется передний скрепер, а задний выполняет роль толкача, затем набор грунта производит задняя машина, а передняя является дополнительным толкачом. После окончания заполнения ковшей скреперы рассоединяются и отдельно производят транспортировку грунта. Работа скреперов в составе поезда предполагает возникновение повышенных динамических нагрузок в металло-конструкциях машин и сцепном устройстве, величина которых является основой для выбора параметров и расчетов на прочность. Сцепный поезд представляет собой сложную динамическую систему, рассматривая которую следует ввести ограничения, позволяющие упростить решение задачи. Упрощённая расчётная схема составлена с учетом предположений, что жёсткость металлоконструкций скреперов значительно превышает жёсткость упругого элемента сцепного устройства, а сила тяги машины равна силе тяги по сцеплению и определяется сцепным весом агрегата и коэффициентом сцепления. В результате преобразований, получаем дифференциальные уравнения четвертого порядка, характеристические уравнения которых приводятся к биквадратным, что позволяет получить решения в общем виде. В результате исследований, определены величины жёсткостей упругих элементов и скоростей движения машин, при которых показатели режимов нагружения узлов металлоконструкций скреперного поезда не превышают допустимых значений.

---

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ ГИДРОПРИВОДА АВТОГРЕЙДЕРА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОЧИХ ОПЕРАЦИЙ**

*В.А. Шевченко, к.т.н., доц.; В.Н. Рагулин; В.Н. Рагулина; И.В. Лобко  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

Во время работы на автогрейдер действуют разнообразные нагрузки, которые в значительной степени влияют, как на эксплуатационные свойства, так и на производительность автогрейдера в целом. Специфика конструкции основного рабочего оборудования машины приводят к появлению сложных моделей нагружения гидропривода управления. На полигоне ХНАДУ была реализована серия экспериментальных исследований нагруженности гидропривода автогрейдера ДЗк-251. В ходе экспериментов и анализа полученных экспериментальных данных отмечены особенности нагружения гидроцилиндров управления основным отвалом: характер наложения высокой частоты дает возможность судить влиянии на рабочий орган не постоянства действия грунта и его не однородности воздействия; с увеличением площади резания увеличивается и нагрузка на не выполняющий резание, борт, что отражается и на полостях гидроцилиндра выноса тяговой рамы в сторону; при выполнении стандартных рабочих операций прослеживается перераспределение изменения давления между тремя гидроцилиндрами. В результате исследований, определены величины изменения давления в полостях гидроцилиндров управления грейдерным отвалом при выполнении стандартных операций. Полученная информация вступает в противоречие с общепринятыми подходами, используемыми при теоретическом исследовании нагруженности гидропривода автогрейдера, и требует совершенствования математических моделей.

## **ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІЙСЬКОВОГО ПАЛИВОЗАПРАВНИКА ДЛЯ ОДНОЧАСНОГО ПЕРЕВЕЗЕННЯ РІЗНИХ ВИДІВ НАФТОПРОДУКТІВ**

*В.О. Табуненко, к.т.н., с.н.с.; В.О. Дем'янишин; Р.О. Куровський  
Академія внутрішніх військ МВС України*

Автомобільні транспортні засоби (АТЗ) з цистернами (резервуарами) призначені для транспортування нафтопродуктів і інших рідин, експлуатація яких пов'язана з доставкою від складів або баз постачальників до споживачів. Більша частина цих рідин є небезпечною тому, що вони є токсичними і легкозаймистими. Тому в сучасних умовах актуальною вважається задача наземного транспортування палива АТЗ та заправка військової гусеничної техніки різними видами нафтопродуктів в районі їх бойового використання. Прохідність АТЗ є однією з найважливіших показників, що визначають область їх застосування в умовах бездоріжжя. Аналіз умов можливого бездоріжжя, та негативний вплив природних умов на покриття привів до необхідності оцінити фактори, що впливають на динамічні характеристики прохідності АТЗ при транспортуванні рідинних вантажів. Моделювання коливаний механічної системи типу АТЗ – рідина, що транспортується, вивчення ефектів та закономірностей впливу коливаний рідини на автомобіль привело до формулювання вимог по створенню перспективного мобільного паливозаправника з можливістю одночасного перевезення різних видів нафтопродуктів на базі одного АТЗ. Розроблена методика дозволяє визначити параметри паливозаправника з урахуванням статичної та динамічної стійкості за різними умовами навантаження при врахуванні шляхових ухилів та спусків, подовжньої та поперечної стійкості.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РУХОМІЙ ЦИСТЕРНІ З РІДИНОЮ

С.А. Соколовський

Академія внутрішніх військ МВС України

Окреме місце в системі перевезень автомобільною технікою займає перевезення рідких вантажів в цистернах. При рівномірному русі цистерни з рідиною коливання стінок цистерни викликають коливання рідини, яка, у свою чергу, впливає на стінки цистерни. При цьому до ступенів вільності цистерни, як твердого тіла, додаються нові ступені, які характеризують коливання рідини. Тому при дії одних і тих же зовнішніх навантажень динаміка руху цистерни з рідиною може суттєво відрізнятись від її руху як твердого тіла. Рухома рідина у цистерні додатково до гідродинамічного тиску додає гідростатичні явища, що спричиняють появу додаткових силових факторів, напруження від яких, підсумовуючись з напруженнями статичних навантажень можуть перевищувати граничну міцності матеріалу конструкції. Це стає ще більш актуальним при екстремальних навантаженнях: розгоні автомобіля з цистерною або подоланні одиничних перешкод. Для дослідження динамічних процесів у цистерні з рідиною застосовано енергетичний метод Релея. Запропонована пружинно-масова модель системи "цистерна-рідина" параметри якої знаходяться з рівнянь збуреного руху цистерни з рідиною. Розв'язання поставленої задачі запропоновано вирішувати поетапно: спочатку досліджується коливання приведених мас рідини, потім - знаходяться амплітудно-частотні характеристики пружної цистерни з рухомою рідиною. Для ілюстрації запропонованого методу наводиться приклад динамічного розрахунку системи "цистерна – рухома рідина" бензовозу на шасі автомобіля типу МАЗ для двох екстремальних випадків: розгону автомобіля та наїзду на шляхову перешкоду. Для розрахунку власних кругових частот  $\Omega_k$  застосована комп'ютерна програма. За даними розрахунків отримані залежності  $\Omega_k = f(t)$  при розтягуючих ( $F > 0$ ) і стискаючих ( $F < 0$ ) осьових силах, що діють на цистерну. Запропонований метод дає можливість оцінити якісний і кількісний характер динамічного навантаження рухомої цистерни з рідиною і рекомендувати безпечні режими руху в екстремальних ситуаціях.

## ОБґРУНТУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ВИРОБІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ЗАКУПІВЕЛЬ В УМОВАХ ФІНАНСОВИХ ОБМЕЖЕНЬ

С.В. Герасимов<sup>1</sup>, Д.М. Ізосімов<sup>2</sup>, В.П. Данилевич<sup>2</sup>;

В.В. Мороз<sup>3</sup>, С.С. Рошупкін<sup>1</sup>, В.В. Старцев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

<sup>2</sup> в/ч А2504;

<sup>3</sup> в/ч А0287

В доповіді розглянуті питання вибору стратегії закупівель та критерію оптимальності, згідно з якими будуть визначені номенклатура та кількість виробів при здійсненні закупівель в умовах фінансових обмежень. Обґрунтовано введення «узагальненого коефіцієнту забезпеченості» та наведено порядок проведення його розрахунку. Запропоновано порядок вибору номенклатури та кількості виробів при здійсненні закупівель в умовах фінансових обмежень, оптимальних за критерієм максимуму узагальненого коефіцієнту забезпеченості.

---