



УДК 615.47-7.004.54(045)

• © В.Л. Кучеренко, канд.техн. наук (НАУ)

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Проаналізовано фактори впливу на процес експлуатації транспортних засобів спеціального призначення. Визначено критерії їх ефективності та запропоновано шляхи їх ефективного забезпечення.

Ключові слова: ефективність експлуатації, транспортні засоби спеціального призначення, автомобіль швидкої медичної допомоги; технічне обслуговування та ремонт, фактичний технічний стан, технологічний процес.

Аннотация. Проанализированы факторы влияния на процесс эксплуатации транспортных средств специального назначения. Определены критерии их эффективности и предложены пути их эффективного обеспечения.

Ключевые слова: эффективность эксплуатации, медицинское оборудование, передвижные биомедицинские комплексы, обслуживания и ремонт, фактическое техническое состояние, технологический процесс.

Annotation. The factors of influence are analysed on the process of exploitation of transport vehicles of the special setting; the criteria of efficiency of exploitation of transport vehicles of the special setting are certain; the ways of providing of efficiency of exploitation of transport vehicles of the special setting offer.

Keywords: efficiency of exploitation, medical equipment, movable biomedical complexes, services and repair, actual technical state, technological process.

Вступ

На сьогодні проблема розвитку територіально-дільничного принципу надання амбулаторно-поліклінічної допомоги населенню України є актуальною, оскільки своєчасне діагностування стану здоров'я людини призводить до успішного та ефективного лікування. Однак, через велику відстань між містами з медичними центрами, які надають можливість повного медичного обслуговування, нині стає неможливим забезпечення високоякісними лікувально-діагностичними медичними послугами всього населення України без використання транспортних засобів спеціального призначення (далі – ТЗСП), до яких належать автомобілі швидкої медичної допомоги та мобільні діагностичні кабінети [1]. В результаті, сучасні методи та засоби діагностування – комп'ютерна і магніто-резонансна томографія, ультразвукове та рентгенівське дослідження, лабораторний аналіз, які необхідні для правильної постановки діагнозу та подальшого лікування – стають недоступні для широкого загалу. Вирішити ситуацію можна завдяки інтенсивному впровадженню у сферу охорони здоров'я зазначеного транспорту, обладнаного сучасною медичною реанімаційною та діагностичною апаратурою [2].

Основна частина

Було вирішено дослідити процес експлуатації транспортних засобів спеціального призначення, до яких належать автомобілі швидкої медичної допомоги (далі – АШМД) і мобільні діагностичні кабінети (далі – МДК).

Ефективність експлуатації таких АШМД та МДК залежить від двох складових – від рівня надійності автомобілів та від рівня ефективності експлуатації власне медичного обладнання. Відповідно до державного стандарту [1], автомобілі швидкої медичної допомоги поділяються на:

- Тип А – автомобіль швидкої медичної допомоги, який розроблено та обладнано для транспортування пацієнтів, у стані яких не передбачають змін, що можуть призвести до переходу в стан екстрених пацієнтів. Є два типи АШМД: А₁: призначено для транспортування лише одного пацієнта; А₂: призначено для транспортування одного чи більше пацієнтів.

- Тип В – автомобіль екстреної швидкої медичної допомоги, який розроблено та обладнано для транспортування, здійснення основного медичного догляду та нагляду за пацієнтами.

- Тип С (реанімобіль) – автомобіль швидкої медичної допомоги, який розроблено та обладнано для транспортування, здійснення ускладненого догляду та нагляду за пацієнтом.

На **рис. 1** показано загальний вигляд ТЗСП вітчизняного виробництва.

Як показує досвід експлуатації ТЗСП, рівень ефективності їх експлуатації залежить від своєчасного та якісного процесу обслуговування та ремонту, що своєю чергою відображається на результатах постановки медичного діагнозу пацієнтам. Проблема якісного обслуговування та ремонту набуває свого особливого значення, оскільки такі ТЗСП експлуатуються на далеких



а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Транспортні засоби спеціального призначення:

а) Апарат рентгено-флюорографічний перевізний “Індіарс-П” на шасі автобуса А092 “Богдан” (завод “КВАНТ”, м. Харків);

б) Апарат рентгено-флюорографічний, пересувний (КВО “Медапаратура”, м. Київ);

в) Мобільна жіноча консультація (ПрАТ НВО “Практика”, м. Київ);

г) Комплектація автомобілів швидкої допомоги за класами А,В,С (Науково-практичний центр “Кардіо”, м. Київ)

відстанях від сервісних центрів, а їх несправність має високу ціну для життя людини. Для цього необхідно організувати такі заходи, які б забезпечили ефективне використання ТЗСП. Враховуючи те, що вони експлуатуються в умовах зовнішніх впливів, то необхідно приділити особливу увагу методам і засобам їх обслуговування та ремонту.

Технічне обслуговування ТЗСП є планово-профілактичним заходом, призначеним для підтримки їх у справному стані. Періодичність технічного обслуговування залежить від пробігу ТЗСП. Дотримання періодичності та якісне виконання технічного обслуговування в повному обсязі – головна умова забезпечення високої технічної готовності, безвідмовності та тривалого терміну служби ТЗСП. Технічне обслуговування поділяється на такі етапи: технічне обслуговування в початковий період експлуатації та технічне обслуговування в основний період експлуатації. В основний період експлуатації повинні виконуватись такі види обслуговувань: щоденне (ЩО); перше технічне обслуговування (ТО-1); друге технічне обслуговування (ТО-2) та сезонне технічне обслуговування (СТО). Основним призначенням зазначених видів обслугову-

вання є виявлення і попередження несправностей своєчасним виконанням контрольно-діагностичних, крипильних регулювальних та мастильно-очисних робіт.

На сьогодні обслуговування і ремонт таких транспортних засобів здійснюється “за фактом відмови”, що не є ефективним з позиції надання екстреної (швидкої) медичної допомоги або діагностування стану здоров'я пацієнтів. Така обставина в нинішній системі ремонту не дає змоги забезпечити необхідний рівень ефективності експлуатації парку ТЗСП; не забезпечує продуктивності процесів ремонту, а також якості виконання ремонтних робіт для ТЗСП [3].

Отже, постає потреба у зміні стратегії ремонту ТЗСП, основою якої може бути впровадження перспективного методу ремонту за фактичним технічним станом.

Ефективність ТЗСП – одна з найважливіших складових, що визначає поряд з професіоналізмом медичного персоналу, якість медичних послуг, які надаються населенню. Можна виділити дві складові, від яких залежить ефективність ТЗСП: *клінічна ефективність та техніко-економічна ефективність*. Клінічна ефективність ТЗСП визначається сукупністю функційних



Рис. 2. Структура переміщення потоку матеріального ресурсу

можливостей та якістю виконання цих функцій. Техніко-економічна ефективність залежить від собівартості експлуатації ТЗСП, якості їх виготовлення, ефективності використання в лікувальному закладі, технічного стану та вартості технічного обслуговування і ремонту ТЗСП у процесі їх експлуатації. Для визначення рівня *технічної ефективності* експлуатації ТЗСП, доцільно використати аналітичні залежності для коефіцієнта технічного використання $K_{\text{тв}}$ [4]. Як показують результати проведених досліджень і досвід експлуатації ТЗСП, за існуючої системи ремонту коефіцієнт технічного використання (протягом одного року експлуатації) має значення: $K_{\text{тв}} = 0,66$. При переході на експлуатацію (ремонт) за фактичним технічним станом, коефіцієнт технічного використання за такий же період часу має значення: $K_{\text{тв}} = 0,97$. Очевидно, що при переході на ремонт за фактичним технічним станом, коефіцієнт технічного використання збільшується завдяки скороченню часу простою, що своєю чергою підвищує рівень готовності ТЗСП до виконання своїх функцій, а, отже, тим самим, підвищує рівень ефективності їх експлуатації. Враховуючи структуру виробничої діяльності експлуатаційних і ремонтних установ сфери охорони здоров'я та функційне призначення ТЗСП і ремонтного підприємства, в якості критерію *економічної ефективності* прийнятий рівень якості виконання ремонтних робіт при фіксованій собівартості [5]. Під якістю виконання ремонтних робіт у нашому випадку розуміється відсоток повернення ТЗСП на повторний ремонт. При цьому під обслуговуванням будемо розуміти мілкий та середній ремонт. Під собівартістю розуміються витрати

на виконання ремонтних робіт одного ТЗСП протягом встановленого періоду часу. В такій ситуації отримуємо міні-максну структуру синтезу технологічного процесу експлуатації та ремонту. Синтез цієї структури здійснюється за умов оптимізації параметрів якості та собівартості виконання ремонтних робіт. При цьому необхідно реалізувати принцип: при мінімальному значенні собівартості необхідно досягти максимального рівня якості виконання ремонтних робіт. За таких умов, для реалізації процесу синтезу необхідно визначити критерій сталості системи ремонту. Із цією метою проведено дослідження динаміки процесу переміщення ТЗСП у контурі "експлуатація-ремонт-експлуатація" як матеріального ресурсу. Враховуючи викладене, для визначення кількісних характеристик критерію сталості, необхідно провести моделювання процесу експлуатації зазначених транспортних засобів. Для побудови математичної моделі представимо структуру переміщення матеріального ресурсу в контурі "експлуатація-ремонт-експлуатація", як це подано на **рис. 2**.

На структурі позначено: $\bar{V}(t)$ – потік матеріального ресурсу у вигляді запасного обладнання; $\bar{W}(t)$ – матеріальний потік ТЗСП; $\bar{U}_1(t)$ – впливовий фактор-ризик на виробничу технологію експлуатаційного підприємства; $\bar{X}_1(t)$ – обсяг матеріального потоку, що надходить з експлуатації на ремонтне підприємство; $\bar{P}(t)$ – обсяг матеріального ресурсу, що надходить на виробничу технологію ремонтного підприємства; $\bar{U}_2(t)$ – впливовий фактор-ризик на процес виробничої технології ремонтного підприємства; $\bar{X}_2(t)$ – частина ТЗСП, що пройшли ремонт; $\bar{Z}(t)$ – частина відбракованих блоків або модулів.



Враховуючи властивості процесу побудови системи ремонту ТЗСП, модель динаміки повинна відображати процес визначення сукупності необхідних і достатніх експлуатаційних умов, за яких новітній процес ремонту буде визначатись як сталий. Для того, щоб забезпечити зазначені умови, повинна виконуватись балансова рівновага потоків $X_1(t)$ і $X_2(t)$, пов'язаних між собою співвідношенням:

$$\alpha X_1(t) = X_2(t) + V(t), \text{ де } \alpha \leq 1. \quad (1)$$

Представлене рівняння характеризує таку ситуацію, що потужність множини $X_2(t)$, з урахуванням надходження нових виробів $V(t)$ повинна бути рівна певній частці ($\alpha \leq 1$) множини $X_1(t)$ однотипних виробів, які поступають на ремонт із експлуатації. В результаті проведених досліджень отримано систему диференціальних рівнянь, яка описує зазначену динаміку:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = -ax_1 + bx_2; \\ \frac{dx_2}{dt} = cx_1 - dx_2, \end{cases} \quad (2)$$

де a – коефіцієнт, що характеризує відносну інтенсивність виходу ТЗСП з експлуатації; коефіцієнт b характеризує відносну інтенсивність вводу в експлуатацію ТЗСП, ремонт яких вже здійснено; коефіцієнт c характеризує ступінь зміни інтенсивності потоку ТЗСП на виході ремонтного підприємства; коефіцієнт d характеризує інтенсивність потоку відбракованих модулів і блоків. Встановлено нерівність, яка характеризує сталість системи ремонту:

$$R \Rightarrow \frac{b}{a} \geq \frac{d}{c} \Rightarrow bc \geq ad. \quad (3)$$

Для оцінки економічної ефективності результатів експлуатації можна також скористатися таким поняттям як економічність, що характеризує витрати на експлуатацію ТЗСП. Вони включають: вартість утримання обслуговуючого персоналу; адміністративні витрати; витрати на процес оцінювання фактичного технічного стану; витрати на транспортування; вартість витраченої електроенергії; витрати на ЗІП, допоміжну апаратуру; витратні матеріали. Економічна оцінка експлуатаційних властивостей ТЗСП проводиться за допомогою коефіцієнта вартості експлуатації, під яким розуміється відношення вартості експлуатації протягом року і вартості його виробництва. Економічна оцінка експлуатаційних властивостей дуже важлива при обґрунтуванні вимог до надійності. Відомо, що створення надійнішого ТЗСП вимагає додаткового збільшення економічних витрат на його виробництво. При цьому, підвищення надійності та збільшення витрат на створення ТЗСП зменшують вартість експлуатації, оскільки надійніше обладнання вимагає менших експлуатаційних витрат. Тому при встановленні вимог до надійності з урахуванням економічних чинників, необхідно керу-

ватися сумарною вартістю економічних витрат, пов'язаних із виробництвом і експлуатацією ТЗСП.

Практичне значення проведених досліджень полягає у тому, що розроблені заходи до забезпечення експлуатації ТЗСП дають змогу ефективно реалізувати технологічні процеси їх обслуговування та ремонту, що своєю чергою передбачає в перспективі управління технічним станом ТЗСП. Ефективність запропонованих заходів дає змогу застосувати їх у процесі експлуатації ТЗСП, які функціонують на далеких відстанях від сервісних (ремонтних) центрів.

Висновки

Для ефективної реалізації заходів, спрямованих на своєчасну діагностику стану здоров'я населення, необхідно підтримувати транспортні засоби спеціального призначення на високому рівні експлуатаційної надійності. Безперечним фактом є те, що від технічного стану таких транспортних засобів значною мірою залежать якість, ефективність і безпека медичних послуг, які надаються у лікувально-профілактичних установах.

Для забезпечення ефективності експлуатації транспортних засобів спеціального призначення необхідно змінити стратегію їх ремонту, основою якої може бути впровадження перспективного методу ремонту за фактичним технічним станом.

Визначено критерій сталості, який характеризує рівень ефективності процесу експлуатації транспортних засобів спеціального призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 7032:2009 Колісні транспортні засоби. Автомобілі швидкої медичної допомоги та їхнє устаткування. Технічні вимоги та методи випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 49 с.
2. Кузовик В.Д. Новітні технології ремонту медичного діагностичного обладнання за фактичним технічним станом/ Кузовик В.Д., Кучеренко В.Л. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2012. – Вип. 3 (25). – С. 10-14.
3. Кучеренко В.Л. Автоматизована виробнича технологія ремонту для забезпечення якості експлуатації медичного діагностичного обладнання / Кучеренко В.Л./ Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2012. – Вип. 06 (82). – С. 216-220.
4. Леонов А.И. Основы технической эксплуатации бытовой радиоэлектронной аппаратуры [Текст]/ А.И. Леонов, Н.Ф. Дубровский. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 272 с.
5. Кучеренко В. Методика побудови новітнього технологічного процесу ремонту медичного діагностичного обладнання [Текст]/ В.Кучеренко // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 5 (103). – С. 38-41.