

УДК 615.478.004 (045)

В.Д. КУЗОВИК, В.Л. КУЧЕРЕНКО

Національний авіаційний університет, м. Київ

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ МЕДИЧНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА ФАКТИЧНИМ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

Анотація: Проведений аналіз виробничої діяльності експлуатаційних та ремонтних підприємств, в результаті якого визначені певні недоліки технологічних процесів обслуговування та ремонту медичного діагностичного обладнання, яке розміщене на мобільних медичних комплексах. Показані ефективні методи та засоби вдосконалення технологій ремонту медичного діагностичного обладнання, впровадження яких забезпечує перехід на ремонт за фактичним технічним станом.

Ключові слова: система ремонту, виробнича та інформаційна технології ремонту, фактичний технічний стан, засоби автоматизації.

Аннотация: Проведен анализ производственной деятельности эксплуатационных и ремонтных предприятий, в результате которого определены недостатки технологических процессов обслуживания и ремонта медицинского диагностического оборудования, которым оснащены мобильные медицинские комплексы. Показаны эффективные методы и средства усовершенствования технологий ремонта медицинского диагностического оборудования, внедрение которых обеспечит переход на ремонт по фактическому техническому состоянию.

Ключевые слова: система ремонта, производственная и информационная технологии, фактическое техническое состояние, средства автоматизации.

Abstract: The analysis of production activity of operating and repair enterprises, as a result of which the certain are certain lacks of technological processes of service and repair of medical diagnostic equipment which is placed on mobile medical complexes is conducted. Basic principles of construction of the system of repair are resulted by development and introduction of the newest information and production technologies. The topology model of the system of service and repair of medical diagnostic equipment is developed.

Keywords: system of repair, production and information technologies of repair, actual technical state, facilities of automation.

Вступ

Проблема розробки та впровадження ефективних систем ремонту (СР) медичного діагностичного обладнання (МДО) являється актуальною, оскільки вона пов'язана з вірогідністю оцінювання стану здоров'я людини. Особливого значення проблема набуває для мобільних медичних комплексів (ММК), які призначені для своєчасного діагностування стану здоров'я населення у віддалених регіонах країни.

Аналіз виробничої діяльності експлуатаційних та ремонтних підприємств показує, що технологічні процеси обслуговування та технологічні процеси ремонту МДО мають низьку продуктивність. Рівень якості робіт з обслуговування та ремонту не завжди відповідає встановленим вимогам, а також зазначені технологічні процеси мають високу собівартість. Як показує досвід експлуатації, значна кількість ММК знаходяться в непрацездатному стані через відмови МДО, яке на них розміщене. Така ситуація недопустима, оскільки стан експлуатаційної готовності як ММК, так і автомобілів швидкої медичної допомоги повинен бути на високому рівні.

Враховуючи результати аналізу виробничої діяльності підприємств, що здійснюють на теперішній час ремонт МДО, можна відмітити характерні недоліки [1]:

- низький рівень автоматизації технологічних операцій, що не дає можливість отримати необхідний рівень якості ремонтних робіт;
- невідповідність обсягу ремонтних робіт технічному стану виробів, в результаті чого відбувається необґрунтоване виконання підвищених обсягів ремонтних робіт;
- відсутність методів та засобів об'єктивної оцінки технічного стану (ТС) МДО при ремонті, що призводить до помилкових рішень щодо працездатного стану зазначеного обладнання;
- недосконалість або відсутність інформаційних систем, що призводить до нерациональних витрат елементної бази, енергоресурсів та трудових ресурсів;
- відсутність методів та засобів прогнозування технічного стану МДО;
- в існуючих виробничих технологіях роботи з обслуговування та ремонту здійснюються за встановленим регламентом або за ресурсом.

Актуальність

Проведений аналіз показує, що у нинішній час в системі ремонту МДО має місце проблемна ситуація, при якій рішення приймаються в умовах ризику та невизначеності. Іншими словами, рішення приймаються або при недостовірній, або при неповній інформації щодо ТС як складових МДО, так і МДО загалом. Така ситуація накладає принципові обмеження на можливість досягнення необхідного рівня експлуатаційної надійності МДО.

Вибірковий перелік недоліків вказує на необхідність переходу на ремонт МДО за фактичним технічним станом (ФТС).

Мета

Визначити основні принципи побудови новітніх технологій ремонту медичного діагностичного обладнання шляхом аналізу топологічної моделі системи обслуговування та ремонту МДО.

Основна частина

Реалізація методу ремонту МДО за фактичним технічним станом полягає у розробці перспективної системи ремонту, яка включає в контур ремонту МДО не тільки ремонтні підприємства (заводи-виробники), а і сервісні підприємства (експлуатаційні підприємства). Система будується на основі розроблення та впровадження новітніх інформаційної та виробничої технологій і призначена для підвищення ефективності експлуатації ММК. В запропонованій системі ремонту демонтовані вироби (ДВ) МДО об'єднуються в керуємі потоки, які переміщуються в замкнутому контурі експлуатація-ремонт-експлуатація.

При переході на ремонт за ФТС необхідно створити комп'ютеризовану інформаційну систему (КІС), що забезпечує оцінювання технічного стану МДО за різних режимів експлуатації. Така КІС є базовою при створенні інформаційної технології і включає засоби збору технологічних та експлуатаційних даних, мережі зв'язку та системи передачі даних для формування інформаційного ресурсу.

Таким чином, процес перетворення інформації в інформаційний ресурс відбувається за рахунок розроблення та впровадження інформаційної технології (ІТ). Така інформаційна технологія забезпечує необхідний рівень ефективності застосування виробничої технології (ВТ) як базової складової технологічного процесу ремонту. При переході на ремонт за ФТС виробнича технологія формується при широкому впровадженні засобів автоматизації – автоматизованого комплексу.

Автоматизований комплекс (АК), який включає сучасні ЕОМ, є багатofункціональним пристроєм, який можна застосувати як засіб автоматизації ТПП і, разом з тим, як засіб реалізації функцій КІС. Такі АК доцільно застосовувати при реалізації ВТ на етапах вхідного контролю технічного стану та при здійсненні вихідних випробувань. Контроль технічного стану МДО включає послідовність таких етапів як вимірювання контрольованих параметрів, визначення виду технічного стану та технічного діагностування.

Впровадження автоматизованих комплексів в процесі експлуатації ММК дозволяє:

- реалізувати прогресивні методи технічного обслуговування за фактичним технічним станом на основі прогнозування та попередження відмов;
- реалізувати діагностування та регулювання основних параметрів МДО без демонтажу блоків;
- зменшення трудомісткості та скорочення часу діагностування, а як наслідок, підвищення ефективності експлуатації і МДО, і ММК в цілому.

Зазначені новітні технології необхідно впроваджувати як на експлуатаційних підприємствах, так і на підприємствах, що здійснюють ремонт ММК.

Оскільки для здійснення ремонту за ФТС необхідно володіти всією інформацією щодо технічного стану МДО, яку і акумулює КІС, то для отримання початкової інформації потрібно здійснити аналіз системи ремонту, яку можна представити у вигляді топологічної моделі. Структура такої моделі представлена на рис. 1.

Як відомо [2], обсяг ремонтних робіт можна розподілити як роботи поточного ремонту (обслуговування), середнього і капітального ремонтів. Для забезпечення ефективності кожного із видів ремонту при переході на ремонт за фактичним технічним станом використовується інформаційний ресурс щодо ФТС МДО. Як показують результати аналізу техніко-економічних характеристик процесу застосування методу ремонту за ФТС, саму систему ремонту МДО доцільно організувати за наступною структурою: обсяги поточного та середнього ремонтів (обслуговування) виконувати в умовах експлуатаційних підприємств (ЕП), а в нашому випадку – це безпосередньо на ММК, а обсяги капітального ремонту виконувати на спеціалізованих ремонтних підприємствах (РП). Процес реалізації методу ремонту за ФТС базується на використанні інформаційного ресурсу щодо оцінювання функціональних режимів МДО: контроль працездатності, діагностування і прогнозування технічного стану. Інформаційний ресурс для зазначеного методу ремонту має, принаймні, три складові:

- інформація, яка отримана від засобів автоматизованого контролю технічного стану МДО, і яка інтегрується в базах даних КІС (режим контролю працездатності і діагностування);
- інформація, яка оперативним обробляється від засобів контролю технічного стану з метою прогнозування можливих відмов МДО;
- інформація прогнозування відмов за результатами обробки статистичних даних.

Комп'ютеризована інформаційна система необхідна для ефективної організації перспективної системи ремонту та управління автоматизованою виробничою технологією як на експлуатаційних підприємствах, так і на підприємствах з ремонту ММК. Для виконання перерахованих функцій необхідно володіти інформацією щодо технічного стану МДО в процесі експлуатації в контурі ММК – ремонтне підприємство – ММК, а також інформацією щодо зміни техніко-економічних показників виробничої технології ремонту в процесі впровадження засобів автоматизації.

Враховуючи викладене, мета даної статті полягає у проведенні аналізу системи обслуговування та ремонту МДО в замкнутому контурі ММК – ремонтне підприємство – ММК для визначення принципів побудови новітніх технологій ремонту МДО. Для досягнення поставленої мети розроблено топологію

системи обслуговування та ремонту МДО, що розміщується на ММК (рис.1). Як видно із топології, виробнича технологія ремонту є базовою для обслуговування і ремонту, а інформаційна технологія призначена для збору, оброблення та зберігання експлуатаційної інформації та перетворення її в інформаційний ресурс.

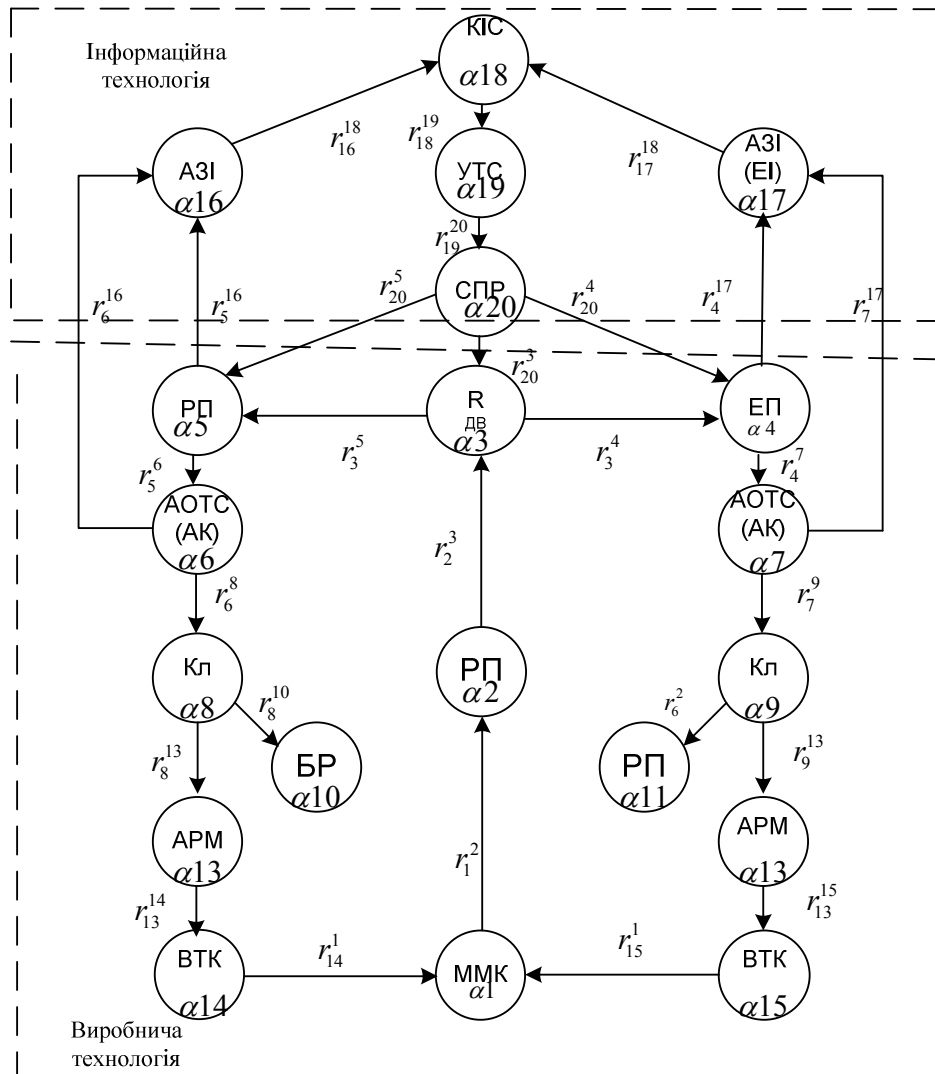


Рисунок 1 – Топологія системи обслуговування та ремонту МДО

На топології кожна з вершин відповідає подіям, які мають місце при експлуатації МДО в замкнутому контурі: ММК – ремонтне підприємство – ММК. Дуги відтворюють причинно-наслідкові зв'язки між відповідними подіями. Необхідно зауважити, що вершини та дуги такої топології не є ідентичними в розумінні ступеню важливості при функціонуванні системи, яка розглядається. Проаналізуємо за допомогою топологічної моделі взаємозв'язок виробничої технології з інформаційною, які пропонується впровадити як на експлуатаційних підприємствах, так і на підприємствах, що здійснюють ремонт МДО. Управління процесом переміщення МДО при експлуатації здійснюється системою прийняття рішень (СПР) (вершина $\alpha 20$), функціональна основа якої побудована на використанні інформаційного ресурсу, який формується в КІС (вершина $\alpha 18$). Початкова експлуатаційна інформація в КІС поступає із підсистем автоматизованого збору інформації (АЗІ, вершина $\alpha 17$). На вершину $\alpha 17$ поступає інформація з експлуатації МДО (вершина $\alpha 1$). Початкова інформація в КІС (дуги r_{16}^{18} , r_{17}^{18}) перетворюється в інформаційний ресурс. Наприклад, для системи прийняття рішень ($\alpha 20$) інформаційний ресурс представляється:

- розрахунком обслуговування і ремонту МДО;
- алгоритмом управління технічним станом (УТС) (вершина $\alpha 19$);

розрахунком обсягів ремонтних робіт V_{pp} ;

розрахунком обсягів ремонтних групових комплектів $V_{дгк}$.

Таким чином, для топології дуги (r_{16}^{18} , r_{17}^{18}) ідентифікують формування інформаційного ресурсу для побудови керуючих алгоритмів в системі прийняття рішень.

В якості таких алгоритмів можуть бути:

планування обсягів ремонтних робіт, обсягів ремонтних групових комплектів, обсягів запасного обладнання як для ЕП, так і для РП;

доцільний (економічно обґрунтований) розподіл МДО для обслуговування і ремонту між ЕП та РП. При цьому, формується два потоки МДО. Один потік організується для обслуговування на ЕП (вершина $\alpha 4$), а другий потік організується для ремонту на РП (вершина $\alpha 5$).

На основі викладеного, визначимо, що практична реалізація функцій КІС та СПР організує інформаційну технологію процесу ремонту МДО за фактичним технічним станом. Виробнича технологія процесу експлуатації МДО об’єднує функціональні властивості технологічних процесів обслуговування і ремонту. Накопичення МДО здійснюється безпосередньо на ММК (експлуатаційних підприємствах (вершина $\alpha 1$)). Таке МДО характеризується станом відмови. За керуючим рішенням (дуга r_{20}^4) системи прийняття рішень (вершина $\alpha 20$) МДО проходить процедуру оцінювання технічного стану (ОТС) – вершина $\alpha 7$. Після виконання цієї операції та у відповідності з необхідністю виконання планових обсягів ремонтних робіт МДО розподіляються класифікатором (Кл -вершина $\alpha 9$) за рівнями ремонту та обслуговування.

Таким чином, формуються два потоки МДО, один з яких містить у собі обладнання, ремонт та обслуговування якого доцільно проводити на ММК (дуга r_9^{13}), а другий (дуга r_9^{11}) – МДО, ремонт і обслуговування якого доцільно виконувати на РП – вершина $\alpha 11$. Як уже зазначалось, на етапі виробничого процесу $\alpha 3$ здійснюється розподіл МДО для РП (вершина $\alpha 5$) і для ЕП (вершина $\alpha 4$). Для кількісних розрахунків доцільності ремонту на РП або ЕП вводиться коефіцієнт ефективності ремонту, аналітичне представлення якого має вид:

$$K_{ef} = \frac{\tau_n \lambda_1 t_{np} (t_{pc} K_{кр} - t_{pm}) C_{рем}}{\lambda_2 t_{pc} (t_{mp} t_{рем}) C_{вир}}$$

де λ_1 – інтенсивність відмови ДВ 1-ої категорії; λ_2 – інтенсивність відмови ДВ, що пройшла капітальний ремонт; t_{np} – час простою МДО через відмову виробу; t_{pm} – міжремонтний ресурс виробу; $K_{кр}$ – кількість проведених капітальних ремонтів до моменту відмови; t_{mp} – час транспортування ДВ від РП до ЕП і назад; $t_{рем}$ – час проведення ремонтних робіт; $C_{рем}$ – вартість ремонту; $C_{вир}$ – вартість виробу з урахуванням транспортування.

Встановлено, якщо $K_{ef} < 1$, то МДО доцільно ремонтувати в умовах ЕП, якщо ж $K_{ef} > 1$, то МДО відправляється для ремонту до РП. Реалізація процедури розподілу МДО для ремонту та розрахунок обсягу ремонтних робіт здійснюється на основі інформації про технічний стан МДО. Така інформація і складає основу комп’ютеризованої інформаційної системи

Оскільки автоматизована оцінка ТС виконується на автоматизованому комплексі (АК) – вершина $\alpha 7$, то інформація про ТС апаратури (дуга r_7^{17}) поступає в підсистему збору інформації (АЗІ). В цю ж підсистему паралельно надходять дані щодо кількості та номенклатури обладнання, що демонтується (дуга r_4^{17}), та інформація (ЕІ – вершина $\alpha 17$) щодо ТС виробів, яка формується в процесі експлуатації ($\alpha 1$). Інформація із $\alpha 17$ поступає в КІС системи ремонту і обслуговування (вершина $\alpha 18$). Ремонтні роботи в РП виконуються на автоматизованому робочому місці (АРМ) – вершина $\alpha 13$. Після перевірки відремонтованого обладнання у відділі технічного контролю (ВТК) – вершина $\alpha 15$, вони відправляються на експлуатацію. Вироби для РП групуються у потоки відповідно рівням ремонту і обслуговування. Ці вироби у сукупності з виробами (дуга r_2^3), що на РП (вершина $\alpha 2$), створюють матеріальний потік (r_3^5), який надходить на ремонт. Ремонт і обслуговування на РП здійснюється за етапами, що аналогічні відповідним етапам в ЕП. Додатковим є те, що класифікатором виділяється та частина виробів (дуга r_8^{10}), ремонт і обслуговування якої недоцільний, тобто для подальшої експлуатації вироби бракуються (БР –

вершина α_{10}). Динамічні характеристики процесу переміщення матеріальних потоків у контурі ММК – ремонтне підприємство – ММК характеризують рівень рентабельності і ступінь автоматизації виробничої технології. Аналіз топології системи обслуговування і ремонту є основою для формування задачі побудови перспективних виробничої та інформаційної технологій ремонту МДО для застосування на мобільних медичних комплексах.

Висновок

1. З практичної точки зору, для мобільних медичних комплексів, в залежності від вирішення задач експлуатації, можливі наступні варіанти застосування новітньої системи ремонту за ФТС. Якщо ставиться задача, що в процесі експлуатації достатньо проводити тільки роботи з обслуговування, то доцільно для організації системи ремонту застосовувати структуру ЕП. Якщо ж необхідно виконувати роботи капітального ремонту, то економічно доцільно застосовувати структуру РП.
2. Таким чином, якщо ремонт МДО здійснюється на мобільних медичних комплексах, то економічно доцільно, використовуючи сучасні методи та засоби автоматизації (автоматизовані комплекси та автоматизовані робочі місця), комп'ютеризації, впроваджувати новітні виробничу та інформаційну технології, які забезпечують перехід на ремонт МДО за фактичним технічним станом, що, в свою чергу, сприяє підвищенню рівня експлуатаційної надійності та готовності мобільних медичних комплексів.

Список літератури

1. Кузовик В.Д. Методика оцінювання рівня якості процесу ремонту медичного обладнання / В.Д. Кузовик, Л.О. Кошева, В.Л. Кучеренко // Системи обробки інформації. – 2011. – №6(96). – С. 64-67.
2. Кучеренко В. Автоматизована виробнича технологія ремонту для забезпечення якості експлуатації медичного діагностичного обладнання / Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2012. № 06 (82). – С. 216-220.

Відомості про авторів

Кузовик Вячеслав Данилович – д.т.н., проф., завідувач кафедри біокібернетики та аерокосмічної медицини, Національний авіаційний університет, просп. Космонавта Комарова, 1. м. Київ, 03058. тел: 044406-71-98, e-mail: bikam_nau@mail.ru.

Кучеренко Валентина Леонідівна – асистент кафедри біокібернетики та аерокосмічної медицини, Національний авіаційний університет, просп. Космонавта Комарова, 1. м. Київ, 03058. тел: 044406-74-42, e-mail: kvl20@yandex.ru.