

Билей П.В., Рокунь Р.А. Динамика изменений температуры профильных заготовок из древесины при нагревании в газовой среде

Рассмотрено физическое явление нагрева древесины. Определены физические свойства (влажность и плотность) и удельная теплоемкость древесины бука при нагревании. Уяснено, что при нагревании изменяется (в незначительных величинах) влажность древесины и соответственно – плотность, удельная теплоемкость и удельные расходы теплоты. Исследование проведено в лабораторной сушильной установке. Свойства древесины определены по классической методике до и после процесса нагрева. Для экспериментального определения динамики изменения температуры древесины выбраны два экспериментальных образца (буковые поленья). По середине образцов вставлялись два датчики температуры (термопары) на глубину $x=0,15R$ и $x=R$. Температура древесины фиксировалась прибором через определенный промежуток времени. Таким образом, получена зависимость изменения температуры поверхностных и центральных слоев древесины от продолжительности процесса нагрева. Экспериментальные зависимости описаны эмпирическими формулами.

Ключевые слова: температура, нагрев, влажность, плотность, удельная теплоемкость древесины, продолжительность процесса, эмпирическая зависимость.

Biley P.V., Rokun R.O. Changes in Temperature of Profile Workpieces of Wood during Heating in a Gaseous Environment

We consider the physical phenomenon of heating wood. Some physical properties such as density and moisture on the specific heat of beech wood during heating are defined. It was found that when heated in small quantities moisture content and relative density, specific heat and specific consumption of heat change. The study was conducted in laboratory drying plant. Wood properties were determined by the classical method before and after heating. For the experimental determination of the dynamics of change in the temperature of two experimental samples of wood (beech logs) with an equivalent diameter of 20 and 12 centimetres were chosen. Two temperature sensors (thermocouple) were inserted in the middle of samples to a depth $x=0,15R$ and $x=R$. Wood temperature was recorded over a certain period of time. Thus, we have obtained a temperature dependence of the surface and central layers of wood depending on the duration of heating. Experimental dependence was described by empirical formulas.

Keywords: temperature, heat, humidity, density, specific heat of wood, the duration of the process, empirical relationship.

УДК 614.84:658

Доц. О.І. Башиїнський, канд. техн. наук;

доц. С.Я. Вовк, канд. техн. наук; доц. М.З. Пелешко, канд. техн. наук –

Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

ПРОЕКТ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ: ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИЙ ПІДХІД

Досліджено особливості диференціації робіт із обслуговування і ремонту пожежної та аварійно-рятувальної техніки за станом. Проаналізовано організаційні схеми виконання робіт із обслуговування і ремонту пожежної та аварійно-рятувальної техніки за станом. З'ясовані причинно-наслідкові зв'язки чинників впливу на систему технічного обслуговування і ремонту пожежної та аварійно-рятувальної техніки під час диференціації робіт за станом. Встановлено, що для ефективних імітаційних моделей потрібно провести якісний аналіз причинно-наслідкових зв'язків між чинниками, що мають вплив на технічне обслуговування та ремонт пожежної та аварійно-рятувальної техніки.

Ключові слова: пожежно-рятувальна техніка, технічний стан, технічне обслуговування, ремонт, система.

Постановка проблеми. На сьогодні термін експлуатації значної частини сучасного парку пожежних автомобілів в Україні становить понад 20 років. Підтримка такої техніки у працездатному стані та ремонт потребує істотних капіталовкладень. На основі стратегії за терміном експлуатації пожежних та аварійно-рятувальних автомобілів у рамках ДСНС створено виробничу систему, у якій здійснюють планово-запобіжні, обслуговуючі та ремонтні втручання. У рамках цієї системи актуальним завданням є економія матеріальних ресурсів.

Задачі досліджень. Для вирішення такого завдання потрібно створити проект системи, здійснити моделювання її функціонування і розкрити причинно-наслідкові зв'язки між її складовими елементами та чинниками впливу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На ефективність економії матеріальних ресурсів впливає багато факторів [5]. Можна констатувати, що основою мінімізації матеріальних затрат є застосування принципу диференціації робіт за технічним станом. За такого підходу можна поділити модель на два процеси – об'єктивної зміни технічного стану машини внаслідок її використання та суб'єктивного впливу на цей стан обслуговуючих та ремонтних втручань з метою повернення його до попереднього (справного або роботоздатного) [3]. Зв'язок між цими процесами характеризується затратами часу на виробничу експлуатацію пожежних автомобілів під час гасіння ними пожеж та тренувань особового складу пожежників, а також затратами часу, живої праці, запасних частин, матеріалів (зокрема паливно-мастильних) на діагностування, технічне обслуговування та ремонт цих машин. Науково-методичні засади розроблення проектів виробничої системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів за технічним станом відсутні.

Мета дослідження – розкрити причинно-наслідкові зв'язки у процесі технічного обслуговування та ремонту (ТОР) пожежних автомобілів за технічним станом.

Науково-методичні підстави дослідження. Виконання технічного обслуговування і ремонту пожежних автомобілів за станом може відбуватися за такими організаційними схемами: 1) пожежні автомобілі через певне напрацювання (Н) доїжджають до стаціонарного діагностичного центру, що знаходиться при загоні технічної служби, там діагностуються, за результатами чого призначаються обслуговувально-ремонтні втручання, які виконують безпосередньо у стаціонарній майстерні загону технічної служби; 2) із пожежних частин надходить інформація в загін про потреби чергового діагностування того чи іншого автомобіля, виїзна ланка щодоби формує план і виїздить у пожежні частини, де виконують діагностування окремих автомобілів, а також здійснює потрібні обслуговувально-ремонтні втручання; 3) виїзна ланка почергово виїжджає в пожежні частини, де виконує діагностування всіх автомобілів та здійснює потрібні обслуговувально-ремонтні втручання.

Результати аналізу за критерієм ресурсовитрат переваг та недоліків цих організаційних схем свідчать про те, що, на жаль, жодна з них не має абсолютної переваги над іншими (рис.).

Організаційна схема					
З виїздом пожежних автомобілів до центру обслуговування		З виїздом обслуговчої ланки до окремих автомобілів		З виїздом обслуговчої ланки до сукупності автомобілів пожежних частин	
Переваги	Недоліки	Переваги	Недоліки	Переваги	Недоліки
Забезпечується концентрація обслуговчо-ремонтних робіт у реммайстерні	Кожне діагностування та обслуговчо-ремонтне втручання вимагає витрат коштів на транспортування автомобілів	Зменшуються витрати коштів на транспортування	Не використовуються переваги виконання обслуговчо-ремонтних втручань у реммайстерні	Суттєво зменшуються витрати коштів на транспортування	Збільшується обсяг діагностичних робіт. Не використовуються переваги виконання обслуговчо-ремонтних втручань у реммайстерні

Рис. Порівняння організаційних схем ТОР

Це зумовлює потребу розроблення методу визначення їх пріоритету на основі моделювання системи ТОР. З цією метою розробляють концептуальну модель системи та розглядають відповідний процес [4]. Процес ТОР пожежних автомобілів за технічним станом зумовлюється такими групами чинників: 1) предметною (П); 2) технологічною (Тл); 3) природно-виробничою (Пв); 4) технічною (Тх); 5) ресурсною (Р); 6) інформаційною (І); 7) організаційною (О) [5]. Предметну групу чинників характеризують: 1) марковий склад пожежних автомобілів, які потрібно обслуговувати і ремонтувати (m); 2) види обслуговувально-ремонтних втручань, що потрібно здійснювати для підтримання пожежних автомобілів у роботоздатному стані φ ; 3) річна потреба в φ -х обслуговувально-ремонтних втручаннях ($\Lambda_{m\varphi}$). Технологічна група чинників визначається: 1) змістом та трудомісткістю виконання окремих видів обслуговувально-ремонтних втручань (θ_{φ}); 2) тривалістю виконання цих втручань за різної чисельності виконавців ($t_{\varphi i}$); 3) послідовністю одночасного виконання кількох обслуговувально-ремонтних втручань над одним автомобілем (Ψ_{φ}). Природно-виробничу групу чинників процесу ТОР репрезентують: 1) число пожежних частин, що обслуговуються загonom технічної служби (N_{Π}); 2) територіальне розташування та відстань між окремими частинами (l_{Π}); 3) відстань між місцем дислокації загону технічної служби та окремими частинами ($l_{3\Pi}$). Технічну групу чинників характеризують: 1) швидкість руху пересувної реммайстерні (V_p); 2) тривалість виконання окремих обслуговувально-ремонтних втручань за допомогою певного виду ремонтно-технологічного обслуговування ($t_{\varphi r}$). Ресурсну групу чинників репрезентує наявність на складах загону технічної служби потрібних вузлів і агрегатів для агрегатного ремонту пожежних автомобілів (Z_3). Інформаційний чинник визначає періодичність наявності інформації у загоні технічної служби про потребу у ремонтних втручаннях (T_{ii}). Щодо організаційних чинників процесу ТОР, то їх характеризують: 1) організаційна схема технічного обслуговування і ремонту пожежних автомобілів за ста-

ном (U); 2) організаційний режим її роботи, тривалість зміни (T_3) та кількість змін роботи (h_3).

Результати дослідження. Розкриття сукупної дії зазначених чинників можливе тільки на основі імітаційного моделювання процесу ТОР. Для розроблення алгоритму та програми моделювання виділяють керовані та некеровані чинники. До керованих чинників потрібно віднести чинники технічної, ресурсної, інформаційної та організаційної груп. Усі інші є некерованими. Окрім того, варто зауважити, що технічну групу чинників потрібно віднести до частково керованих, оскільки і швидкість тих і інших пересувних ремонтних майстерень. Тривалість ремонтно-обслуговчих втручань за допомогою використання того чи іншого виду ремонтно-технологічного обладнання (оснастки, інструменту) можна змінити тільки в певних межах.

Розглядаючи систему ТОР, виділяють у ній потік вимог на виконання обслуговувально-ремонтних втручань. Він характеризується: 1) щоденною потребою у виконанні діагностичних робіт; 2) щоденною потребою у заміні тих чи інших вузлів та агрегатів; 3) щоденною потребою виконання ремонтів (поточних і капітальних) тих чи інших вузлів чи агрегатів; 4) щоденною потребою виконання капітальних ремонтів пожежних машин. Ці характеристики $\{\lambda\}$ залежать від маркового складу автомобілів (m), їх кількості (N_m), надійності (H_{BM}), а також річного напрацювання (H_m)

$$\{\lambda_{m\varphi}\} = f(m, N_m, H_{bm}, H_m). \quad (1)$$

З огляду на те, що H_{bm}, H_m є величинами ймовірними, то $\lambda_{m\varphi}$ буде також ймовірною, що створює труднощі у дослідженні системи ТОР та вимагає використання статистичних методів.

Окремі замовлення на виконання процесу ТОР розосередженні в просторі та часі. Просторова розосередженість замовлень є головною підставою диференційованого розгляду витрат часу ($t_{m\varphi}$) на виконання кожного з них

$$t_{m\varphi} = t_{Tm\varphi} + t_{om\varphi}, \quad (2)$$

де $t_{Tm\varphi}, t_{om\varphi}$ – відповідно витрати часу на транспортування пожежного автомобіля або пересувної майстерні та виконання операцій φ -го виду ТОР для m -го автомобіля, год.

Не акцентуючи уваги на тривалості, $t_{Tm\varphi}$ зауважимо, що тривалість $t_{om\varphi}$ залежить від виду ТОР, а також матеріальних ресурсів для його виконання, а тому мусимо розглядати такі причинно-наслідкові зв'язки:

$$t_{om\varphi} = f[(\theta_{\varphi}, u) + \Delta t_0]; \quad (3)$$

$$t_{om\varphi} = f[(\theta_{\varphi}, u) + \Delta t_0]; \quad (4)$$

$$\Delta t_{Tm\varphi} = f(Z_{3m\varphi}), \quad (5)$$

де: V_m – швидкість руху пожежного автомобіля (за умови, що ТОР виконується у загоні технічної служби), км/год; Δt_0 – тривалість очікування запасних частин (деталей, вузлів, агрегатів) та в черзі на обслуговування, год; $Z_{3m\varphi}$ – обсяг запасних частин, од.

Від тривалості обслуговування (ремонту) залежать витрати ресурсів на резервування резервних автомобілів у частинах для забезпечення надійності протипожежного захисту. Окрім того, за умови реалізації другої та третьої організаційних схем виконання ТОР матимемо неефективні витрати часу кваліфікованих майстрів-ремонтників на їх переїзди між загоном технічної служби та пожежними частинами. Водночас скорочення тривалості процесу ТОР потребує резерву запасних частин (деталей, вузлів, агрегатів). Таким чином, маємо залежність витрати ресурсів:

$$R_u = f(\{\lambda_{mp}\}, \{Q_{mp}\}, \{t_{T,mp}\}, \{\Delta t_{o,mp}\}, O_{mp}); \quad (6)$$

$$R_z = f(\{\lambda_{mp}\}, \{t_{pmi}\}); \quad (7)$$

$$R_e = f(\{\lambda_{mp}\}, O_{mp}, I_n, I_{zn}), \quad (8)$$

де: R_u, R_z, R_e – відповідно витрати ресурсів людських (трудових), уречевлених у резервних агрегатах, вузлах, деталях та поточних на транспортування, МДж; O_{mp} – організація (організаційна схема) виконання ТОР.

Окрім того, обслуговувально-ремонтні втручання пов'язані з вилученням пожежних автомобілів зі сфери перебування їх в експлуатації у сферу обслуговування-ремонту. Перебування автомобілів у цій сфері оцінюється в автомобіле-днях, а саме

$$R_{np} = f(\{\lambda_{mp}\}, \{t_{mp}\}). \quad (9)$$

Обґрунтовані причинно-наслідкові зв'язки у проекті системи ТОР пожежних автомобілів за станом є важливим етапом обґрунтування її параметрів.

Висновки:

1. Система технічного обслуговування пожежної та аварійно-рятувальної техніки із диференціацією за технічним станом потребує розроблення відповідного проекту та моделі.
2. Розроблення та впровадження зазначеної вище системи на регіональному рівні можна втілена у життя завдяки розкриттю комплексної дії факторів процесу обслуговування та ремонту шляхом створення статистичних імітаційних моделей.

Література

1. Настанова з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України (Наказ ДСНС від 27.06.2013 р., № 432).
2. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е.Ю. Барзилович. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1982. – 231 с.
3. Смирнов Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М. : Изд-во "Транспорт", 1987. – 272 с.
4. Альянах И.И. Моделирование вычислительных систем / И.И. Альянах. – Л. : Изд-во "Машиностроение", 1988. – 223 с.
5. Сидорчук О.В. Наукові основи інженерного менеджменту технічного сервісу рільництва / О.В. Сидорчук, С.Р. Сенчук, О.В. Кухарук. – Львів : Вид-во Львів. ДАУ, 2001. – 172 с.

Башинский О.И., Вовк С.Я., Пелешко М.З. Проект системы технического обслуживания и ремонта пожарной и аварийно-спасательной техники: причинно-следственный подход

Исследованы особенности дифференциации работ по обслуживанию и ремонту пожарной и аварийно-спасательной техники в зависимости от состояния. Проанализированы организационные схемы выполнения работ по обслуживанию и ремонту пожарной и аварийно-спасательной техники в зависимости от состояния. Выявлены причинно-следственные связи факторов влияния на систему технического обслуживания и ремонта пожарной и аварийно-спасательной техники при дифференциации работ по состоянию. Установлено, что для эффективных имитационных моделей необходимо провести качественный анализ причинно-следственных связей между факторами, влияющими на техническое обслуживание и ремонт пожарной и аварийно-спасательной техники.

Ключевые слова: пожарно-спасательная техника, техническое состояние, техническое обслуживание, ремонт, система.

Bashynskyy O.I., Vovk S.Ya., Peleshko M.Z. The Project of Maintenance and Repair of Fire and Rescue Equipment: Causal Approach

The features of maintenance service and repair of fire and rescue equipment according to its condition are described. The organizational scheme of maintenance and repair works of fire and rescue equipment according to its condition is shown and analysed. The relationships of cause and effect in the project of system of maintenance service and repair of fire and rescue equipment according to its condition are revealed. It is established that for the efficient simulation models it is necessary to carry out a qualitative analysis of causal relationships between factors having an impact on maintenance and repair of fire and rescue equipment.

Keywords: fire automobiles, technical condition, maintenance service, repair, system.

УДК 004.94:674.047

Ст. викл. В.І. Криштанович;

ст. викл. О.В. Мокрицька, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНЕСЕННЯ У ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ ЯК БАГАТОФАЗНОЇ СТРУКТУРИ

Наведено математичну модель реологічної поведінки деревини як трифазного середовища, що складається з твердої (деревної речовини), рідкої і пароповітряної фаз з урахуванням анізотропії тепломеханічних характеристик. На основі розроблених математичних моделей і прикладних програмних засобів досліджено динаміку зміни температури, вологовмісту, концентрації рідини, пари та пароповітряної суміші і в'язкопружного деформування деревини у процесі сушіння. Встановлено закономірності впливу технологічних факторів конвективного процесу сушіння на процеси тепломасоперенесення деревини різних фаз.

Ключові слова: математична модель, в'язкопружне деформування, тепломасоперенесення, багатофазна система, деревина, сушіння деревини.

Актуальність досліджень. Математичне моделювання реологічної поведінки колоїдних капілярно-пористих матеріалів має ґрунтуватися на врахуванні особливостей їх анатомічної та структурної будов. Представником капілярно-пористих матеріалів є деревина з "непостійною" полікапілярною структурою клітинних стінок, які характеризуються значною питомою поверхнею. Відомо, що навіть незначна зміна вологості для значень, що є меншими від границі гігроскопічності, істотно впливає на механічну поведінку деревини. Зміна температурно-вологісних умов та напружено-деформівного стану зумовлює перетворення складної капілярно-пористої структури деревних клітин, пов'язаних з особливостями руху вологи у системі капілярів і порожнин. З огляду на це, актуальною задачею є побудова математичної моделі реологічної поведінки дере-