

УДК 666.97

I.I. Назаренко, д.т.н., проф. КНУБА
Т.С. Шаляпіна, аспірант КНУБА

МОНІТОРИНГ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСУ МАШИН ТА АСПЕКТИ ЇХНЬОЇ НАДІЙНОСТІ

АНОТАЦІЯ. Розроблені основні положення методів організації ефективного управління робочого комплексу машин будівельного підприємства на основі теорії надійності систем. Запропоновано методи моніторингу основних параметрів робочого процесу комплексу машин.

Ключові слова: комплекс машин, моніторинг, критерії оцінки, надійність.

ANNOTATION. Developed the main provisions of methods of efficient management of complex machinery working construction on the theory of reliability. The methods of monitoring the main parameters of the workflow of complex machines.

Key words: complex machines, monitoring, evaluation criteria, reliability.

Актуальність роботи. В сучасному будівельному комплексі широко використовуються машини і механізми, які об'єднуються в комплекси та комплекти. Нагальною проблемою є розробка методів моніторингу ефективності використання комплексу машин будівельного підприємства, що і є предметом даної статті.

Аналіз досліджень. Формування машин у вигляді парку машин і механізмів будівельного підприємства присвячені роботи [1,2,3]. Оцінці їх експлуатаційних можливостей, проведення моніторингу стану машин з метою розробки завдань оптимізації формування запасних частин виконання значно менше робіт. На ринку України і у практичному використанні будівельної техніки збільшилася кількість іноземної техніки, що підлягає оцінці технологічних та конструктивних параметрів шляхом моніторингу.

Першочерговою задачею моніторингу показників комплексу машин (КМ) є виділення тих витрат, які знижують ефективність використання КМ, до яких відносяться втрати якості та продуктивності, втрати через простої з технічних та зовнішніх причин. З'ясовано, що втрата якості виконаної роботи може компенсуватися подовженням часу роботи КМ, що може привести до втрати продуктивності. З іншої сторони, якщо будівельна машина (БМ) робить паузи в роботі або зупиняється на короткий час, наприклад на 10 хв, то це теж можна вважати втратою продуктивності роботи, а не простоем.

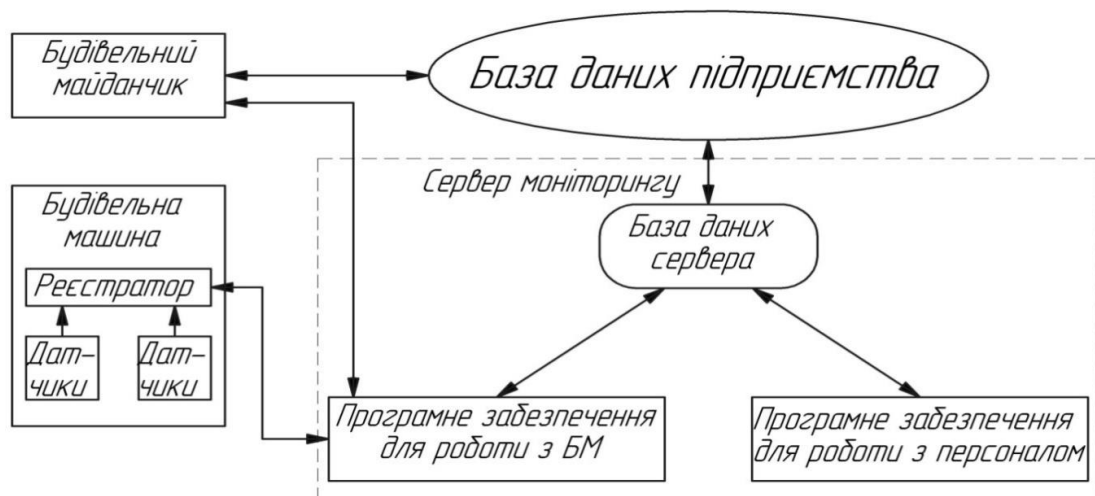


Рисунок 1. Структурна схема моніторингу ефективності використання будівельної машини.

У більшості випадків ці втрати пов'язані з нераціональними параметрами робочих майданчиків, неузгодженістю продуктивності основного і допоміжного обладнання, не



синхронно робочих процесів і т.п. Наприклад, кран переміщається і піднімає вантаж (баддю із бетонною сумішшю) протягом 5 хв. Тоді протягом цього часу автобетонозмішувачі знаходяться в працездатному стані і фактично використовуються за призначенням, але еталонна їх продуктивність не досягається, так як вони простоюють в черзі для вивантаження суміші. Інша ситуація наприклад, із екскаватором-зниження потужності двигуна і проблем з гідросистемою екскаватор працює із збільшеною на 10% тривалістю робочого циклу. Тобто екскаватор працездатний і фактично експлуатується, проте еталонна його продуктивність не досягається.

Наведені приклади свідчать про те, що є втрати в період часу, навіть коли будівельна техніка (БТ) використовується за призначенням. Ці незначні зупинки і вимушені холості ходи відбуваються не з причин логістики експлуатації БТ. Невеликі зупинки (наприклад, для очищення робочих органів, незначних регулювань і т.п.) зазвичай коротше, ніж 5-10 хв, і викликані не технічними відмовами БТ, які, як правило, вимагають залучення персоналу обслуговування і ремонту. Оператор БТ може легко усунути виниклі проблеми. Однак часті такі паузи в роботі і зупинки можуть значно зменшити ефективність використання БТ, так як в цьому випадку машина працює нестійко, знижується рівномірність, регулярність і швидкість виконання будівельних процесів. Одним із наслідків згаданих причин виходу із заданої програми виконання будівельного проекту є: втрати від простою, якщо ж БТ не використовується протягом досить тривалого часу, наприклад більш ніж 10-20 хв, то можна говорити про втрати від простою БМ. Якої величини має бути цей межовий відрізок часу (у нашому прикладі середнє – 15 хв), вирішується безпосередньо працівниками БП, які використовують при оцінці ефективності використання машини. Такі тривалі зупинки БМ можуть відбуватися з технічних причин (наприклад, через її відмову або виконання запланованого обслуговування), або за зовнішніми причинами, наприклад через відсутність попиту на продукцію машини, несприятливих погодних умов і т.п.

Якщо безперервний моніторинг оцінки ефективності роботи БМ не відбувається, то зменшена продуктивність БМ може бути не помічена, або буде прийнята як нормальна. Система моніторингу експлуатації БМ передбачає сітьову підтримку і має багаторівневу організацію для можливості роботи з нею фахівців різних рівнів кваліфікації і відповідальності. Наявність сітьової підтримки дозволяє об'єднати системи контролю використання різних БМ і будівельних ділянок в одну систему моніторингу підприємства, до якої підключені комп'ютери різних менеджерів (виконробів, фахівців технічного нагляду, керівників окремих виробничих служб і підприємства в цілому).

Інтегрування моніторингу експлуатації БМ у виробничу виконавчу систему підприємства дає можливість здійснення автоматизованого планування ресурсів будівельного підприємства з урахуванням планів будівельних робіт, технічного стану БМ, планів ТО і ремонту БМ, забезпечення персоналом, паливом, запчастинами та ін.

Моніторинг ефективності використання БМ вимагає не тільки відповідне апаратне та програмне забезпечення із застосуванням ІТ-технологій, але і розробку необхідних методичних передумов для фіксування та ідентифікації різних станів БМ.

Наступним етапом моніторингу є вимір і аналіз втрат ефективності, який дозволяє прийняти обміркований розв'язок про їхню вірогідність і прийнятність в поточних бізнес-цілях експлуатації, а також створити потрібні ключові виробничі індикатори роботи.

Для вирішення задачі визначення стратегії експлуатації використана динамічна модель у вигляді:

$$\bar{B}_\tau(t, t_1) = \left\{ \begin{array}{l} K_H = \frac{B_{\text{опт.}\tau}(0,0) + B_\tau(t, t_1)}{\Pi_{\text{опт.}\tau}(0,0)} + B_{\tau+1}(1,0) \\ K_3 = \frac{B_{\text{опт.}\tau}(t, t_1)}{\Pi_{\text{опт.}\tau}(0,0)} + B_{\tau+1}(1, t_1) \\ K_P = \frac{B_{\text{опт.}\tau}(t, t) + P_\tau(t, t_1)}{\Pi_{\text{опт.}\tau}(t, t_1)} + e_{\tau+1}(t+1, t) \end{array} \right\} \rightarrow \min. \quad (1)$$

де $\bar{B}_\tau(t, t_1)$ – витрати коштів на одиницю напрацювання в рік τ і за період після року τ при оптимальному використанні рf період, що залишився, включаючи рік τ , віку машини t , якщо останній ремонт був у віці t_1 ; K_H, K_3, K_P – параметри впливу на машину, які визначають заміну старої машини новою, збереження і ремонту; $B_{\text{онт.}\tau}(t, t_1)$, $\Pi_{\text{онт.}\tau}(t, t_1)$ – відповідно: оптимальні експлуатаційні витрати, оптимальна продуктивність на рік τ машини за віком t , яка пройшла ремонт у віці t_1 ; $S_\tau(t, t_1)$ – витрати на заміну в рік τ машини за віком t , що пройшла останній капітальний ремонт у віці t_1 , аналогічно новій; $P_\tau(t, t_1)$ – витрати на ремонт в рік τ машини за віком t , що пройшла ремонт у віці t_1 ; $\varepsilon_{\tau+1}(1, 0)$, $\varepsilon_{\tau+1}(1, t_1)$, $\varepsilon_{\tau+1}(t+1, t)$ – витрати коштів за період після року τ і до кінця розглянутого періоду при експлуатації за оптимальним варіантом машини, що мала в рік τ відповідно вік 0 (нова машина) і пройшла ремонт у віці t_1 , і вік t і пройшла ремонт у віці t ; $t_{\text{гр}}$ – гранично допустимий вік машини, t_0 – початковий вік машини.

Для розв'язку моделі (1) необхідно мати значення початкової продуктивності, експлуатаційних витрат, вартості ремонту і надійності, для конкретного технологічного процесу і на цій основі визначати оптимальну стратегію експлуатації. Отже для вирішення методологічних підходів та визначених методів дослідження виникає першочергова задача дослідження надійності КМ.

Головна задача надійності роботи КМ будівельного підприємства полягає у забезпеченні заданої програми робіт, непередбачених будівельним проектом, що для КМ є умовою безвідмовної роботи в межах будівельного майданчика.

Номенклатура запасних частин визначається методом послідовного приближення. Відповідно до існуючих методик у розробці номенклатури запасних частин є два напрямки рішення даного питання. Один із них у визначенні номенклатури за показниками надійності, таких як середнє напрацювання на відмову $t_{\text{вд}}$, середня кількість відмов $m_{\text{вд}}$ до напрацювання t , інтенсивність відмов $\lambda(t)$, коефіцієнт технічного використання машин $K_{\text{дв}}$, а у випадку необхідності – ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ і параметр потоку відмов $\omega(t)$.

Критерій оптимізації J представлено в наступній формі:

$$J = \sum_{i=1}^{\omega} E_i \bar{P}\{i\} \pm B_{3,д} \quad (2)$$

де ω – можливе число станів машини; i – 1, ω – символи стану КМ (у стані використання, у стані відмови і т.д.); E_i – компоненти критерію оптимізації (витрати на експлуатацію, доходи від виконаних робіт і т.п), відповідні до стану i ; $\bar{P}\{i\}$ – ймовірність того, що система перебуває в стані; $B_{3,д}$ – сумарні витрати на поповнення запасів деталей (знак + або – вибирається залежно від конкретного змісту критерію оптимізації).

Висновок

Сформульовані основні положення методів організації ефективного управління роботою **МКБМ** методами теорії надійності системи, моніторингу основних параметрів технологічного процесу, коефіцієнтів використання машини.

Література

1. Инструкция по организации и проведению ремонта строительно-дорожных машин агрегатно-узловым методом. – М.: Минпромстрой СССР, 1975. – 284 с.
2. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. СН 509-78. – М.: Стройиздат, 1979. – 65 с.
3. Канюка Н.С. К оптимальной структуре машинных парков управлений и трестов механизации / Н.С. Канюка, И.В. Красонтович // Механизация строительства. – 1989. - №1. – С. 18-20.