

УДК 629.114.2 : 658.581

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

А. И. ПЕЛЕНКОВ

УралНИИС НПО НАТИ

Для сложных технических систем находят применение в основном следующие модели режимов технического обслуживания (ТО): регламентный, по техническому состоянию, надежности, достижению календарных сроков, потребности и наибольшей производительности. Использование вида модели для конкретной системы зависит от ее функционального назначения. Основная функция трактора состоит в выполнении заданного объема работ. Определяющими факторами при этом являются уровень надежности трактора и расходы на поддержание его в работоспособном состоянии, которые зависят от оптимальности применяемого режима ТО.

В. М. Михлиным разработана целевая функция оптимизации для трех режимов ТО трактора: регламентного, по техническому состоянию и надежности [1]. При выборе режима ТО могут также оптимизироваться приведенные затраты на ТО, ремонт и реновацию трактора [4]. С. А. Иофинов при обосновании периодичности ТО использует производительность трактора [1].

Применительно к тракторам существенным недостатком всех перечисленных режимов является несогласованность периодичности их обслуживания с периодичностью планирования работы эксплуатирующей организации.

Для трелевочных тракторов из-за более сложных условий эксплуатации по сравнению с другими тракторами эта несогласованность особенно отрицательно отражается на процессе его использования. Установлено, что наработка трактора является случайной величиной [5, 6]. В силу этого потребность в проведении ТО может наступить в любой момент эксплуатации тракторов, что вызывает нарушение непрерывности производственного процесса и ритмичности работы организации, а выполнение плана становится вероятностным. Все это приводит к несоблюдению периодичности большинства операций ТО, а некоторая их часть вообще не проводится, что вызывает отказы, связанные с этими нарушениями [2].

В целях повышения ритмичности работы организации и качества проведения ТО для исследований был принят режим ТО по достижении календарных сроков. Он представляется наиболее целесообразным как в технико-экономическом, так и организационном аспектах.

При теоретическом обосновании названного режима ТО в качестве целевой принята функция выполнения трактором полезного объема работ в k -й календарный период Q_n^k , максимальное значение которого стремится к плановому объему Q^k , заданному на этот период T_k :

$$\max Q_n^k \rightarrow Q^k. \quad (1)$$

Календарными здесь приняты периоды, разделенные по длительности на уровни: высший, средний и низший. Структурная схема периодов представлена на рис. 1.

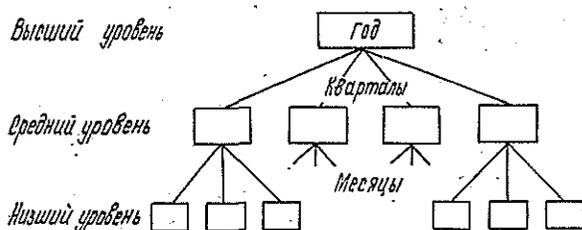


Рис. 1. Структурная схема календарных периодов

Рассмотрим процесс выполнения планового объема работ Q^k при действующем регламентном по наработке режиме ТО.

Графически использование времени календарного периода представлено на рис. 2, а, а уравнение использования времени календарного периода при этом режиме ТО запишется в следующем виде:

$$T_k = \int_{-\infty}^{\infty} t_k f(t_k) dt_k + \sum_{i=1}^s T_{\text{оп}_{\text{ТО}i}},$$

где первое слагаемое — математическое ожидание наработки трактора при выполнении полезного объема работ в k -м календарном периоде; второе — средняя суммарная оперативная продолжительность операций i -го вида ТО ($i = 1, 2, 3, \dots, s$) или время выполнения фиктивного объема работ в k -м календарном периоде. Переходя к объемам работ через объем работы в единицу наработки \bar{f} , получим:

$$\max Q_n = Q_k - Q_\phi \geq Q^k. \quad (2)$$

Уравнение (2) будет выполняться только при строгом соблюдении режима ТО, в противном случае, как указывалось выше, возникают отказы, и график использования календарного времени будет иметь другой вид (рис. 2, б).

При этом время календарного периода расходуется на выполнение не в полном объеме ТО, устранение отказов, вызванных несоблюдением режима ТО, и все составляющие времени переходят в случайные величины.

Уравнение объема выполненной работы имеет вид

$$Q'_k = Q'_n + Q_{\text{ТО}} + Q_{\text{от}} = Q'_n + Q'_\phi,$$

отсюда

$$\max Q'_n = Q'_k - Q'_\phi < Q^k. \quad (3)$$

Неравенство (3) показывает, что максимально возможный полезный объем работ будет всегда меньше заданного планового объема, подлежащего выполнению в k -м календарном периоде, из-за затрат времени на устранение отказов, которые всегда значительно выше затрат на техническое обслуживание.

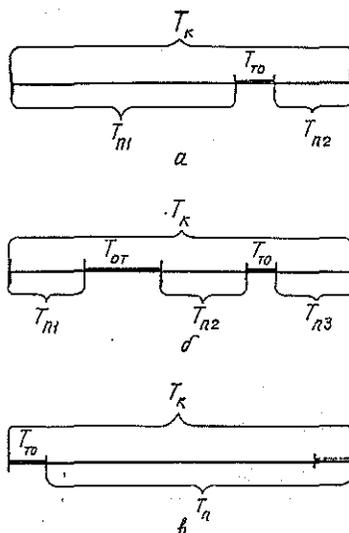


Рис. 2. Графики использования календарного времени

Неравенство (3) не может удовлетворить эксплуатирующую организацию и исполнителя. Добиваясь приведения объемов $\max Q'_n$ и Q^k в соответствие, исполнители вынуждены переходить к режиму по потребности, т. е. эксплуатировать трактор до отказа. При этом неопределенность выполнения заданного полезного объема работ еще больше возрастает, а доверительная вероятность выполнения задания резко снижается.

Рассмотрим процесс использования календарного времени при проведении профилактических работ по достижении календарных сроков, график которого приведен на рис. 2, в.

При этом режиме, как и было рассмотрено,

$$T_k = T_n + \sum_{i=1}^s T_{\text{торк},i}^{\text{оп}},$$

но здесь T_n — наработка трактора в календарном периоде, определенная на основе статистических данных и принятая постоянной величиной.

Целевая функция при использовании рассматриваемого режима имеет вид

$$\max Q_n = Q_k - Q_{\text{ф}} \geq Q^k. \quad (4)$$

Цель (4) при этом режиме достигается за счет: проведения технического обслуживания в начале или конце календарного периода; повышения ритмичности работы трактора и лучшей организации ТО.

Для оценки эффективности рассматриваемых режимов ТО введем понятие коэффициента использования времени календарного периода, $K_{\text{икв}}$

$$K_{\text{икв}} = K_p K. \quad (5)$$

Коэффициент K_p характеризует ритмичность работы трактора, а коэффициент K — время, расходуемое на выполнение фиктивного объема работ.

Коэффициент ритмичности рассчитывают по следующим формулам: для календарного периода низшего уровня

$$K_p = 1 / \sum_{i=1}^a n_{pi} = 1 / \left[\left(\sum_{j=1}^b n_{oj} \right) + 1 \right] = \omega / (1 + \omega);$$

для календарного периода более высокого уровня

$$K_p = n / \sum_{\nu=1}^n \sum_{i=1}^a n_{pi\nu} = n / \left[\left(\sum_{\nu=1}^n \sum_{j=1}^b n_{oj\nu} \right) + 1 \right] = n\omega / (1 + \omega),$$

где $\sum_{i=1}^a n_{pi}$ — число периодов работы ($i = 1, 2, 3, \dots, a$);

$\sum_{j=1}^b n_{oj}$ — число остановок трактора для выполнения ТО и устранения отказов, вызванных нарушениями режима ТО, в календарном периоде низшего уровня ($j = 1, 2, 3, \dots, b$);

n — число календарных периодов низшего уровня в календарном периоде более высокого уровня;

$$\omega = 1 / \sum_{j=1}^b n_{oj} \text{ или } \omega = 1 / \sum_{\nu=1}^n \sum_{j=1}^b n_{oj\nu}; \quad \nu = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Время, расходуемое на выполнение фиктивного объема работ $Q_{\text{ф}}$ в календарном периоде, оценивается долей во времени, затрачиваемом

на выполнение полезного объема работ $Q_{п.}$ Эту долю вычисляют по формуле

$$K = 1/(1 + \varepsilon),$$

где $\varepsilon = \sum_{j=1}^b T_{\phi j} / \sum_{i=1}^a T_{ni}$ (для календарного периода низшего уровня);

$\varepsilon = \sum_{v=1}^n \sum_{j=1}^b T_{\phi jv} / \sum_{v=1}^n \sum_{i=1}^a T_{niv}$ (для календарного периода более высокого уровня).

Для вычисления ε при наличии данных об объемах работ можно воспользоваться следующими зависимостями:

$$\varepsilon = \sum_{j=1}^b Q_{\phi j} / \sum_{i=1}^a Q_{ni}; \quad \varepsilon = \sum_{v=1}^n \sum_{j=1}^b Q_{\phi jv} / \sum_{v=1}^n \sum_{i=1}^a Q_{niv}.$$

После подстановки значений K_p и K формула коэффициента $K_{нкв}$ (5) примет вид:

для календарного периода низшего уровня

$$K_{нкв} = \omega / (1 + \omega)(1 + \varepsilon),$$

для календарного периода более высокого уровня

$$K_{нкв} = n\omega / (1 + \omega)(1 + \varepsilon).$$

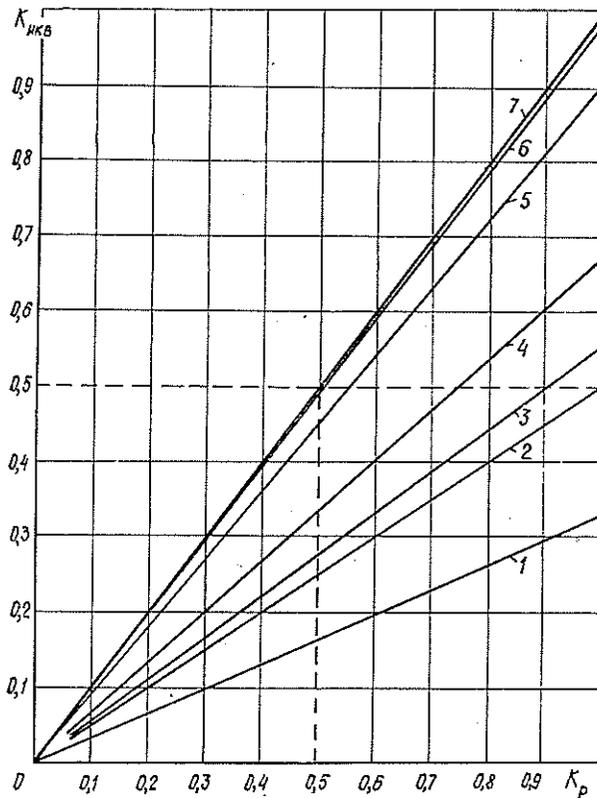


Рис. 3. Зависимость коэффициента использования времени календарного периода $K_{нкв}$ от K_p и K : 1 — $K = 0,33$ ($\varepsilon = 2,0$); 2 — $K = 0,5$ ($\varepsilon = 1,0$); 3 — $K = 0,56$ ($\varepsilon = 0,8$); 4 — $K = 0,67$ ($\varepsilon = 0,5$); 5 — $K = 0,91$ ($\varepsilon = 0,1$); 6 — $K = 0,99$ ($\varepsilon = 0,01$); 7 — $K = 1,0$ ($\varepsilon = 0$)

Проведем анализ зависимости $K_{\text{нкв}} = f(K_p, K)$. Для этого рассчитаем коэффициент $K_{\text{нкв}}$ для значений $n_0 = 0, 1, 2, \dots, 17$ и $\varepsilon = 0; 0,01; 0,1; 0,5; 0,8; 1,0; 2,0$. Результаты расчета представлены графиком (рис. 3).

Из него следует, что функция $K_{\text{нкв}} = f(K_p, K)$ — прямая линия, имеющая с осью K_p угол

$$\alpha = \arctg(K_{\text{нкв}}/K_p) = \arctg(1 + \varepsilon).$$

С увеличением угла α эффективность режима ТО повышается и достигает максимального значения при $\alpha = 45^\circ$, при этом $K = 1,0$. Это означает, что время календарного периода использовано полностью для выполнения трактором полезного объема работ Q_n . Рассмотренный случай невозможен при существующем регламентном режиме ТО трактора.

Известно [6], что наработка трактора в календарном периоде низшего уровня равна примерно 100 мото-ч. При периодичности ТО 60 мото-ч будет выполнено одно обслуживание в середине этого периода, что соответствует коэффициенту ритмичности 0,5. Таким образом, при регламентном режиме ТО значения $K_{\text{нкв}}$ и K_p не могут быть выше 0,5.

На рис. 3 зона значений $K_{\text{нкв}}$ и K_p для режима ТО по регламенту находится слева от вертикальной штриховой линии.

Для режима ТО по достижении календарных сроков коэффициент ритмичности K_p будет всегда равен 1, так как обслуживание трактора при этом режиме производится в начале или конце месяца. В случае, когда выполненные полезный и фиктивный объемы работ равны ($\varepsilon = 1,0$), $K_{\text{нкв}} = 0,5$. Такое состояние может наступить только по причине неудовлетворительной эксплуатации трактора. При удовлетворительной эксплуатации коэффициент $K_{\text{нкв}}$ будет колебаться в пределах 0,8...0,95.

Следовательно, выполнение целевой функции (1) может быть обеспечено при использовании для трелевочного трактора режима ТО по достижении календарных сроков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иофинов С. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка.— М.: Колос, 1974.— 480 с. [2]. Кавьяров И. С., Пеленков А. И. Некоторые результаты исследований периодичности технического обслуживания трактора ТТ-4 // Исследование конструкций тракторов и автомобилей и их использование в сельском хозяйстве: Тр. ЧИМЭСХ.— Челябинск, 1980.— Вып. 162.— С. 39—44. [3]. Михлин В. М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники.— М.: Колос, 1984.— 335 с. [4]. Пасечников Н. С. Научные основы технического обслуживания машин в сельском хозяйстве.— М.: Колос, 1983.— 304 с. [5]. Пеленков А. И. Некоторые результаты исследований по обоснованию рациональной структуры ТО тракторов ТТ-4 // Ремонт промышленных и сельскохозяйственных тракторов с использованием новых методов и средств: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.— Челябинск, 1981.— С. 334—337. [6]. Пеленков А. И. Исследование наработки трелевочного трактора класса 40 кН (4тс) // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 122—124.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 28 июня 1985 г. ⁶

УДК 621.86.06.001.24

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОПОГРУЗЧИКА БАШЕННОГО ТИПА
В СЛУЧАЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКИ ГРЕЙФЕРА**

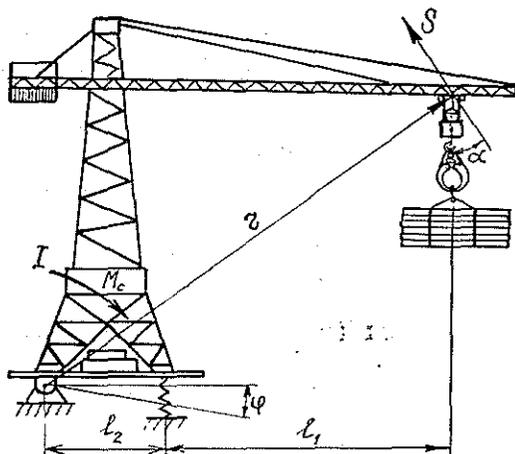
З. Д. ВТЮРИНА

Архангельский лесотехнический институт

Общезвестны обязательные при расчете всех стреловых и башенных кранов методика Госгортехнадзора СССР и методика расчета башенных кранов, разработанная ВНИИстройдормашем и вошедшая в ГОСТ 13984—75.

Однако эти методики, предназначенные для определения устойчивости кранов «при действии опасной комбинации нагрузок» (наиболее неблагоприятном сочетании их) «относительно ребра опрокидывания, при которой кран по устойчивости максимально приближается к предельному состоянию», не могут быть использованы для исследования динамических коэффициентов устойчивости крана в процессе выполнения им различных технологических операций с учетом возможности получения не только экстремальных, но и промежуточных значений динамических коэффициентов устойчивости.

Поэтому исследования динамических коэффициентов устойчивости лесопогрузчика башенного типа (крана) при различных вариантах освобождения от пачки круглых лесоматериалов проведены автором с использованием двух критериев оценки устойчивого состояния: предельного угла опрокидывания и соотношения удерживающих и опрокидывающих моментов, действующих на лесопогрузчик.



При определении предельного угла опрокидывания лесопогрузчика использована методика проф. М. С. Комарова [5].

Исследуем наиболее опасный случай разгрузки лесопогрузчика башенного типа, оснащенного грейфером, — внезапный обрыв груза (пачки бревен, подвешенной к грейферу, что равнозначно обрыву замыкающего грейфер каната, т. е. случай экстремальной разгрузки грейфера).