

УДК 502/504:631.311.5:621.3.019.3

А. М. ТИМОФЕЕВ, А. С. АПАТЕНКО

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Московский государственный университет природообустройства»

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПАРКА СТРОИТЕЛЬНЫХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

*Рассматривается вопрос определения эксплуатационных затрат парка строительных и мелиоративных машин с учетом показателей надежности. Разработана методика, позволяющая корректировать парк, доукомплектовывая либо сокращая его. Предложенная методика позволяет учитывать затраты на unplanned repairs thus optimize the cost of the machinery operation on the whole.*

*Формирование парка машин, эксплуатационные затраты, показатели надежности, оптимизация, отказ, потери от простоев.*

*There is considered a question of cost estimation of the building and reclamation machinery fleet taking into account their reliability indices. The method is developed allowing adjusting the fleet by adding or taking away some units. The proposed methodology allows take into account the cost of unplanned repairs thus optimize the cost of the machinery operation on the whole.*

*Formation of the machinery fleet, operating cost, reliability indices, optimization, failures, down time cost.*

Комплексная механизация – метод полностью механизированного выполнения специализированных технологических процессов. Комплексная механизация может осуществляться одной или несколькими машинами. При комплексной механизации ручной труд сохраняется лишь на операциях, механизация которых не вызывает значительного прироста производительности труда по всему комплексу работ и для реализации которой нет экономически приемлемого технического решения.

Обеспечение выполнения планируемых объемов работ в установленные сроки с минимальными затратами является основным требованием, предъявляемым к составу и структуре парка строительных и мелиоративных машин. Формирование парка строительных машин проводится с учетом этого требования. На основе заданного уровня механизации работ устанавливается годовой объем каждого вида механизированных работ, подлежащих выполнению.

По данным о состоянии парка принимают решения о замене выбывающих машин, внедрении новых машин и средств малой механизации. Потребность в новых

строительных машинах определяют по годовым объемам механизированных работ различных видов и с учетом работы наличных машин в парке за вычетом выбывающих и создаваемых заново.

Эффективность машин для производства зависит от их способности в ограниченные сроки и на требуемом качественном уровне выполнить заданный объем работ. Критерием, наилучшим образом удовлетворяющим этим требованиям, по мнению авторов, являются суммарные приведенные затраты, при расчете которых учитывается основная специфическая особенность строительных и мелиоративных машин. При производстве работ потребность в средствах механизации в значительной степени определяется необходимостью выполнить работы в кратчайший срок [1].

Парк строительных и мелиоративных машин для выполнения установленной программы строительных работ должен определяться с учетом объемов работ в физических измерителях, принятых способов механизации и эксплуатационной производительности машин. Состав парка строительных и мелиоративных машин целесообразно комплектовать так,

чтобы обеспечить комплексную механизацию массовых и трудоемких работ, применение частичной автоматизации, а также механизацию мелких объемов работ. Особое внимание необходимо обращать на взаимное соответствие машин, используемых в одном комплексе, по их мощности, основным параметрам, количеству.

В сельских строительных организациях, ведущих строительство рассредоточенных объектов с небольшими объемами работ на каждом, необходимо иметь машины, обладающие достаточной мобильностью и необходимыми качествами. Средства механизации выбирают на основании сопоставления вариантов механизированного выполнения заданных объемов работ в установленные сроки. Экономическую эффективность вариантов механизации определяют по минимальному значению приведенных затрат [2].

В связи с этим появляется необходимость в разработке методики, позволяющей оценить (рассчитать) возможные эксплуатационные затраты на вновь сформированный либо доукомплектованный парк строительных и мелиоративных машин. Наиболее емкий критерий оптимизации – минимум приведенных затрат – затрат организации при эксплуатации парка машин. По этим затратам впоследствии можно определить, насколько эффективно использовался комплекс машин.

При универсальности большинства методик для определения оптимального состава парка машин необходимо отметить, что они не учитывают затрат на внезапные отказы, которые состоят из а) непосредственно затрат на устранения отказа и б) потерь, связанных с ожиданием ремонта (последние в значительной мере могут превышать затраты на устранение отказов).

Сравнительная диаграмма эксплуатационных затрат и затрат от внезапных (неплановых) отказов на примере комплекса машин для строительства водопропускного сооружения представлена на рис. 1.

Авторами начата методическая работа по расчету парка машин с учетом показателей надежности машин и затрат от внезапных отказов (при этом минимизировались общие эксплуатационные затраты, приведенные к единице выполненных работ).

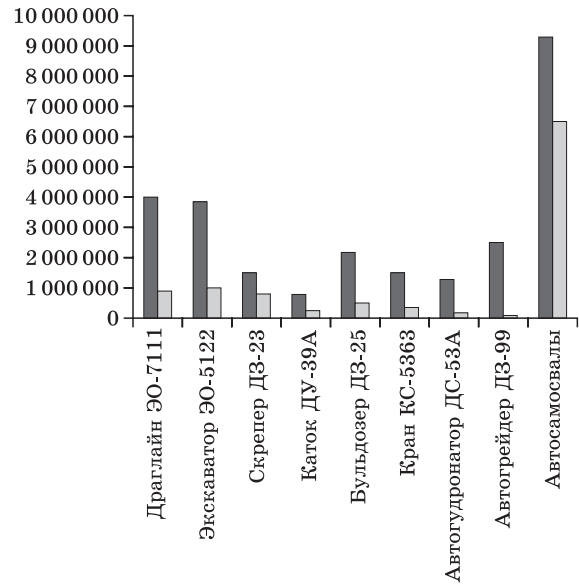


Рис. 1. Сравнение эксплуатационных затрат и затрат от внезапных (неплановых) отказов: ■ эксплуатационные затраты; □ неучтенные затраты на ремонт и простоя техники

Целевая функция предлагаемой методики имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 F &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k C_{ijk} \cdot x_{ijk} \cdot t_k + \\
 &= \sum_{i=1}^m (A_i + E) \Pi_{mi} \cdot x_i + \\
 &+ \sum_{i=1}^n (C_p) \cdot x_i \rightarrow \min, \tag{1}
 \end{aligned}$$

где  $C_{ijk}$  – текущие затраты на эксплуатацию  $i$ -го типоразмера машин на  $j$ -й работе в  $k$ -й период (затраты на эксплуатацию включают следующие виды затрат: затраты на транспортирование машин с объекта на объект; затраты на замену и ремонт сменной оснастки, приспособлений инструмента; затраты на топливо; затраты на смазочные материалы; затраты на заработную плату машинистов и помощников машинистов; затраты на хранение машины; затраты на плановое техническое обслуживание и ремонт);  $x_{ijk}$  – число машин  $i$ -го типоразмера на  $j$ -й работе в  $k$ -й период;  $i, j, k$  – индексы типоразмера машин, виды работ и периода соответственно ( $i_e | I, j_e | J, k_e | K$ );  $t_n$  – продолжительность  $k$ -го периода;  $A_i$  – норма амортизационных отчислений на  $i$ -ю машину;  $E$  – нормативный коэффициент экономической эффективности,  $E = 0,12$ ;  $\Pi_{mi}$  – цена  $i$ -й машины [3];  $C_p$  – затраты на проведение ремонта –

$$C_p = C_{BP} + \Pi_{пр}, \tag{2}$$

где  $C_{BP}$  – затраты на неплановый ремонт, р.;  $\Pi_{пр}$  – потери от простоев машин по техническим причинам, р./ч, которые рассчитываются по методике эксплуатации и ремонта мелиоративных и строительных машин –

$$C_{BP} = C_{pp} + C_{зч}, \tag{3}$$

где  $C_{pp}$  – затраты на заработную плату ремонтных рабочих, р.;  $C_{зч}$  – стоимость запасных частей и ремонтных материалов, р.;

$$C_{pp} = \sum_{i=1}^n C_{чp} K_{п} T_T, \tag{4}$$

где  $C_{чp}$  – часовая тарифная ставка средневзвешенного разряда ремонтных рабочих, р./ч;  $K_{п}$  – коэффициент, учитывающий премиальную надбавку;

$T_T$  – среднее время проведения ремонта, ч;

$$C_{зч} = \sum_{i=1}^n C_{pp} K_{pm}, \quad (5)$$

где  $K_{pm}$  – переходный коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости запасных частей и ремонтных материалов [4].

На рисунке 2 представлены примеры расчетов затрат на эксплуатацию комплекса строительных и мелиоративных машин с помощью традиционной и разработанной методик.

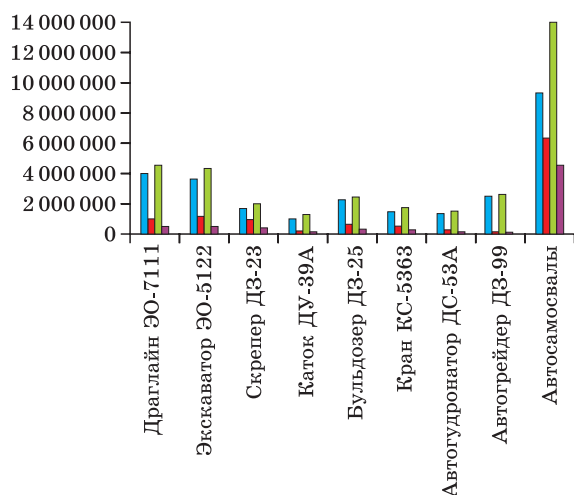


Рис. 2. Затраты на эксплуатацию комплекса строительных и мелиоративных машин на примере строительства водопропускного сооружения: ■ методика, не учитывающая затраты на ремонт и от простоя; ■ неучтенные затраты на ремонт и от простоя техники; ■ предложенная методика; ■ учтенные затраты на проведение ремонта и от простоя техники

Из данных, представленных на рис. 2, видно, что общие эксплуатационные затраты для самосвалов, рассчитанные по традиционной методике, имеют значение 9 395,76 тыс. р., что ниже, чем затраты, рассчитанные по предлагаемой методике, составляющие 14 085,36 тыс. р. При этом неучтенные затраты на устранение внезапных отказов составляют 6 565,44 тыс. р., что выше учтенных затрат на проведение unplanned repairs, составляющих 4 689,6 тыс. р., в 1,4 раза. Если просуммировать эксплуатационные затраты и затраты на unplanned repairs по каждой методике, мы получим по традиционной методике 15 961,2 тыс. р., что в 1,13 раз выше, чем затраты, рассчитанные по предлагаемой методике, имеющие значение 14 085,36 тыс. р.

Кроме этого, необходимо учитывать, что в условиях эксплуатации машин потери от простоев значительно увеличивают-

ся, так как выход из работоспособного состояния одной машины ведет к остановке всей технологической цепочки комплекса.

Величина затрат на проведение ремонта зависит от варианта устранения (например, отказы устраняются: на месте работы машины силами машиниста; в центральной ремонтной мастерской; на месте работы машины силами мобильных постов ремонтно-технического обслуживания и т. д.) и группы сложности отказов и рассчитывается соответственно.

### Выводы

Разработанная методика позволяет определить оптимальный состав парка строительных и мелиоративных машин как для вновь формируемого парка, так и с учетом имеющейся в организации техники. С помощью данной методики можно корректировать парк, доукомплектовывая либо сокращая его. Это снижает затраты на его эксплуатацию с учетом затрат на устранение внезапных (неплановых) отказов и затрат, связанных с простоем техники по техническим причинам.

1. Методические рекомендации по комплектованию парка машин для текущего ремонта и содержания автомобильных дорог. – М.: Министерство строительства и эксплуатации автомобильных дорог РСФСР, Государственный дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт ОФО «ГИПРОДОРНИИ», 1996. – 63 с.

2. Алексеев А. А. Технология и организация сельского строительства. – М.: Стройиздат, 1983. – 440 с.

3. Ашхотов Э. Ю. Обоснование состава парка мелиоративных и строительных машин в производственных организациях (на примере производственного строительного объединения «Каббалкводмелиорация»: дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГМИ, 1994. – 156 с.

4. Апатенко А. С. Повышение эффективности работы культуртехнических агрегатов с учетом надежности базовых и агрегатируемых машин: дис. ... канд. техн. наук. – М.: ФГО ВПО МГУП, 2005. – 167 с.

Материал поступил в редакцию 15.05.12.  
Тимофеев Артем Михайлович, ассистент кафедры «Тракторы и автомобили»

Тел. 8 (499) 976-21-61

Апатенко Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология металлов и ремонт машин»  
Тел. 8 (499) 976-22-85