

*А.М. Тимофеев*

Московский государственный университет природообустройства

## **МИНИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПАРКА СТРОИТЕЛЬНЫХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ УЧЕТА НЕПЛАНОВЫХ ПРОСТОЕВ МАШИН**

**К**омплексная механизация — метод полностью механизированного выполнения специализированных технологических процессов. Комплексная механизация может осуществляться одной или несколькими машинами. При комплексной механизации ручной труд может сохраниться 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.

По данным о состоянии парка принимаются решения о замене выбывающих машин, внедрении новых машин и средств малой механизации. Потребность в новых строительных машинах определяется по годовым объемам механизированных работ различных видов с учетом работы наличных машин в парке, вычетом выбывающих и создаваемых заново.

Эффективность машин для производства определяется их способностью в ограниченные сроки и на требуемом качественном уровне выполнить заданный объем работ. Критерием, наилучшим образом удовлетворяющим этим требованиям, по мнению автора, 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 на основе объемов работ в физических измерителях, принятых способов механизации их и эксплуатационной производительности машин. Состав парка строительных машин должен комплектоваться с учетом обеспечения комплексной механизации массовых и трудоемких работ, применения частичной автоматизации, а также механизации мелких объемов работ. Особое внимание необходимо обращать на взаимное соответствие машин, используемых в одном комплексе, по их мощности, основным параметрам, численности [2].

Мелиоративные и строительные машины при эксплуатации из-за специфики их работы подвергаются значительным динамическим нагрузкам. В связи с этим даже незначительные дефекты деталей приводят к преждевременному нарушению работоспособности машин.

Также следует заметить, что особенностью эксплуатации этих машин является работа вдали от ремонтных баз. Это предъявляет повышенные требования к безотказности и долговечности всех деталей и механизмов.

По виду все простои исследуемых машин можно разделить на несколько групп: плановые; по метеорологическим причинам; из-за отсутствия кадров; из-за отсутствия фронта работ; из-за отсутствия запасных частей; аварийные.

Анализ данных эксплуатации из отчетов позволил выявить причины простоев мелиоративных и строительных машин: аварийные простои — 40 %, отсутствие запчастей — 23 %, отсутствие фронта работ — 17 %, отсутствие кадров — 10 %, метеорологические условия — 7 %, ТО и Р — 3 %.

Плановые простои, связанные с необходимостью проведения технического обслуживания или текущего ремонта, составляют незначительную часть от общего годового фонда рабочего времени, ориентировочно 2...3 %.

Простои из-за отсутствия кадров достигают 10 %.

Простои по метеорологическим условиям составляют в среднем 5...8 %.

Простои из-за отсутствия фронта работ составляют 15...19 %.

Простои из-за отсутствия запасных частей составляют 21...26 %.

Аварийные простои — 35...45 %.

Проанализировав статистическую информацию, можно видеть, что большее количество простоев связано с аварийными отказами, это приблизительно 35...45 % от всех простоев машин.

Таким образом, в первую очередь необходимо рассмотреть простои, связанные с аварийными отказами [3].

Как известно, на техническое состояние машин также существенное влияние оказывает и температура окружающей среды.

По данным [4] затраты на топливосмазочные и ремонтные материалы возрастают на 50 % при по-

нижении температуры воздуха с +10 до –20 °С. После длительных перерывов число отказов бульдозеров зимой увеличивается на 16...20 %, экскаваторов — на 30...35 %.

До 50 % износа приходится на пуск холодного двигателя [5].

Также было выявлено существенное отличие технико-экономических показателей парков машин при эксплуатации их в зимний период и летом.

Сравнение характера изменения затрат на ремонт и ТО в течение года, проведенное по паркам машин главных управлений строительства Новосибирской, Омской областей и Алтайского края, показал общую закономерность их распределения для землеройных машин. При этом затраты на Р и ТО в холодный период времени в среднем на 25...30 % больше, чем в период положительных температур [6].

В то же время расходы на запасные части не всегда соответствуют финансовым затратам на ТО и ТР машин, это связано с характером проведения текущего ремонта.

В зимний период текущий ремонт выполняется из расчета обеспечить надежную работу техники летом. Летом ремонт выполняется с целью быстрого ввода машин в эксплуатацию [7], поэтому появляется необходимость в разработке методики, позволяющей оценить (рассчитать) возможные эксплуатационные затраты на вновь сформированный либо доукомплектованный парк строительных и мелиоративных машин.

При универсальности большинства методик для определения оптимального состава парка машин они не учитывают затраты на внезапные отказы, которые в свою очередь состоят из непосредственно затрат на устранение отказа и потерь, связанных с ожиданием ремонта, последние могут в значительной мере превышать затраты на устранение отказов по причине своей внезапности.

Автор поставил задачу разработать методику для расчета парка машин с учетом показателей надежности машин, которая способна учитывать затраты от внезапных отказов, тем самым минимизируя общие эксплуатационные затраты, приведенные к единице выполненных работ.

Алгоритм методики оптимизации парка строительных и мелиоративных машин имеет следующую схему:

1. Определение начального (исходного) типоразмерного ряда машин.
2. Определение годовой эксплуатационной производительности машин.
3. Определение стоимости машино-часа эксплуатации  $i$ -й машины.
4. Определение начальных (исходных) объемов работ, выполняемых каждым  $i$ -м типоразмером машин.

5. Определение исходных объемов работ, выполняемых на  $j$ -х объектах  $i$ -ми типоразмерами машин.

6. Определение оптимального количества  $i$ -х машин, выполняющих  $j$ -е работы, и суммарных минимальных приведенных затрат на выполнение заданных объемов  $j$ -х работ (первый этап определения оптимального парка).

7. Определение оптимального состава парка машин с учетом имеющейся в организации техники.

8. Определение и корректировка эксплуатационных затрат на содержание парка машин, отличного от оптимального.

9. Определение затрат от простоя техники в неработоспособном состоянии: затрат на транспортировку к месту ремонта, затрат на ремонт и затраты на ввод в эксплуатацию, затраты от простоя работ в ожидании техники, определение затрат на устранение неплановых отказов [8].

Целевая функция предлагаемой методики имеет следующий вид:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k C_{ijk} x_{ijk} t_k + \sum_{i=1}^m (A_i + E) \Pi_{mi} x_i + \sum_{i=1}^n (C_p)_i x_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $C_{ijk}$  — текущие затраты на эксплуатацию  $i$ -го типоразмера машин на  $j$ -й работе в  $k$ -й период;  $x_{ijk}$  — количество машин  $i$ -го типоразмера на  $j$ -й работе в  $k$ -й период;  $i, j, k$  — индексы типоразмера машин, виды работ и периода соответственно ( $i \in I, j \in J, k \in K$ );  $t_n$  — 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 [8];  $C_p$  — затраты на проведение ремонта, т. е.

$$C_p = C_{вр} + \Pi_{пр}, \quad (2)$$

где  $C_{вр}$  — 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.

Затраты на эксплуатацию включают:

- транспортирование машин с объекта на объект;
- замену и ремонт сменной оснастки, приспособлений инструмента;
- топливо;
- смазочные материалы;
- заработанную плату машинистов и помощников машинистов;
- хранение машины;
- плановое ТО и ремонт.

Затраты на неплановый ремонт находят так:

$$C_{вр} = C_{pp} + C_{зч}, \quad (3)$$

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

Затраты на заработную плату ремонтных рабочих

$$C_{pp} = \sum_{i=1}^n C_{чp} K_{п} T_{т}, \quad (4)$$

где  $C_{чp}$  — часовая тарифная ставка средневзвешенного разряда ремонтных рабочих, р./ч;  $K_{п}$  — коэффициент, учитывающий премиальную надбавку;  $T_{т}$  — среднее время проведения ремонта, ч.

Стоимость запасных частей и ремонтных материалов такова:

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

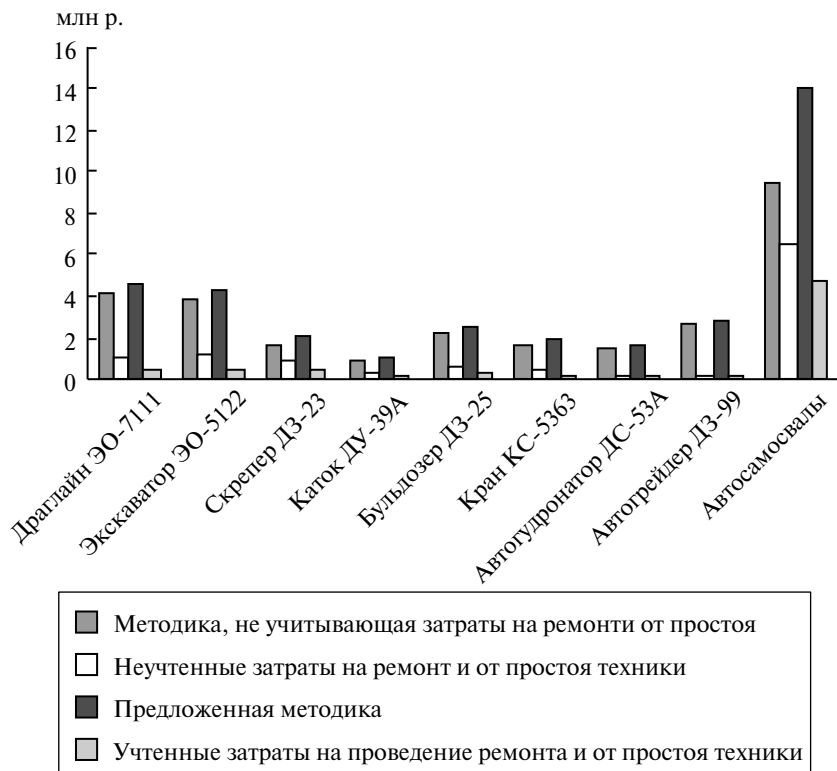
где  $K_{pm}$  — переходной коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости запасных частей и ремонтных материалов [3].

На рисунке представлены примеры расчетов затрат на эксплуатацию комплекса строительных и мелиоративных машин традиционной и разработанной методиками.

Из данных, представленных на рисунке, видно, что общие эксплуатационные затраты для самосвалов, рассчитанные по традиционной методике, имеют значение 9395,760 тыс. р., что ниже, чем затраты, рассчитанные по предлагаемой методике, составляющие 14 085,360 тыс. р. При этом неучтенные затраты на устранение внезапных отказов составляют 6565,440 тыс. р., что выше учтенных затрат на проведение непланового ремонта, составляющих 4689,600 тыс. р., т. е. в 1,4 раза. Если просуммировать эксплуатационные затраты и затраты на неплановый ремонт по каждой методике, получают по традиционной методике 15 961,200 тыс. р., что в 1,13 раз выше, чем затраты, рассчитанные по предлагаемой методике, имеющие значение 14 085,360 тыс. р.

Кроме этого, необходимо учитывать, что в условиях эксплуатации машин потери от простоев машин значительно увеличиваются, так как выход из работоспособного состояния одной машины влечет к остановке всей технологической цепочки комплекса, тем самым значимость разработанной методики усиливается.

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



Затраты на эксплуатацию комплекса строительных и мелиоративных машин на примере строительства водопропускного сооружения

Разработанная методика призвана обеспечить определение оптимального состава парка строительных и мелиоративных машин как для вновь формируемого парка, так и с учетом имеющейся в организации техники. Использование методики позволит корректировать парк, доукомплектовывая либо сокращая его, тем самым уменьшая затраты на его эксплуатацию с учетом затрат на устранение внезапных (неплановых) отказов и затрат, связанных с простоем техники по техническим причинам, тем самым минимизируя общие эксплуатационные затраты.

#### Список литературы

1. Методические рекомендации по комплектованию парка машин для текущего ремонта и содержания автомобильных дорог. — М.: ГИПРОДОРНИИ, 1996. — С. 10–12.
2. Алексеев, А.А. Технология и организация сельского строительства / А.А. Алексеев. — М.: Стройиздат, 1983. — 54 с.
3. Апатенко, А.С. Повышение эффективности работы культуртехнических агрегатов с учетом надежности базовых и агрегатируемых машин: дис. ... канд. техн. наук / А.С. Апатенко. — М.: МГУП, 2005. — С. 110–112.
4. Бардышев, О.А. Организация обслуживания техники на транспортных стройках Севера / О.А. Бардышев, Н.Г. Гаркави, А.М. Ратнер. — М.: Транспорт, 2003. — 272 с.
5. Аринин, И.Н. Диагностирование технического состояния автомобилей / И.Н. Аринин. — М.: Транспорт, 2005. — 176 с.

6. Семченко, А.И. Методические рекомендации по управлению техническим обслуживанием и ремонтом машин в трестах строймеханизации / А.И. Семченко // Совершенствование технического обслуживания и ремонта строительных машин: сборник. — М.: МДНТП имени Ф.Э. Дзержинского, 1983. — С. 55–62.

7. Ким, Б.Г. Повышение готовности парков строительных машин путем совершенствования системы тех-

нической эксплуатации: дис. ... доктора техн. наук / Б.Г. Ким. — Владимир: ВГТУ, 1996. — 364 с.

8. Ашхотов, Э.Ю. Обоснование состава парка мелиоративных и строительных машин в производственных организациях /на примере производственного строительного объединения каббалководмелиорация: дис. ... канд. техн. наук / Э.Ю. Ашхотов. — М.: МГМИ, 1994. — С. 76–78.

УДК 631.353.2

*М.В. Стречень, аспирант*

*И.В. Кокунова, канд. техн. наук, доцент*

Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛЮЩИЛКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ

Для ускорения сушки скошенной травяной массы в поле путем повышения интенсивности влагоотдачи стеблями растений осуществляется их расплющивание. Исследования показывают, что при плющении стеблей многолетних злаковых трав время сушки сокращается на 25 %, бобовых (люцерны и клевера) — на 35 %, а толстостебельных культур, таких как донник — на 50 % [1].

Чаще всего плющение стеблей производят одновременно со скашиванием трав. Однако в дождливую погоду такой подход не пригоден, так как, попадая под атмосферные осадки, расплющенные стебли еще больше впитывают влагу, при этом увеличивается продолжительность сушки трав и происходит вымывание питательных веществ.

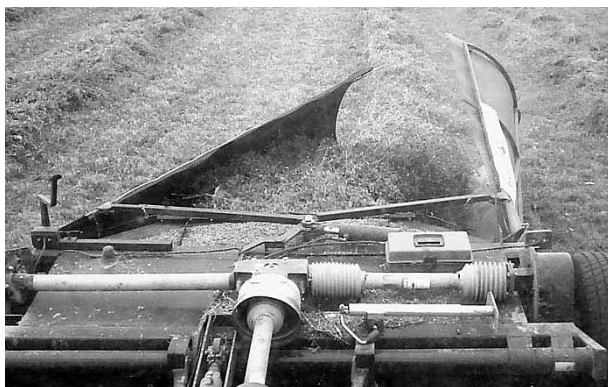
Анализ научно-технической литературы и патентной документации показали, что на сегодняшний день существует ряд машин, осуществляющих плющение уже скошенной растительной массы. Например, машина Re Con 300 канадской

компании AG Shild (рис. 1). Она предназначена для повторного плющения скошенных бобовых трав.

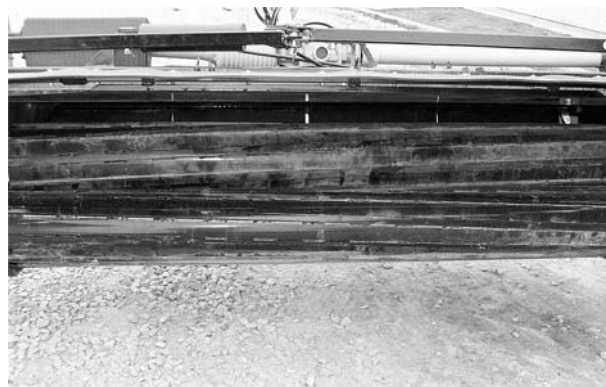
Подбор и плющение скошенной растительной массы выполняют плющильные вальцы с наклонными металлическими бичами. Однако в связи с их низким расположением над поверхностью поля часто происходит захват земли и камней, что загрязняет заготавливаемый корм и ухудшает его качество.

Известна еще одна машина для плющения стеблей трав после скашивания ПТП-2 (рис. 2). Она содержит барабанный подборщик с пружинными пальцами и два плющильных вальца. Верхний валец может перемещаться в направляющих в зависимости от толщины поступающего слоя стеблей. Нижний валец имеет продольные пазы, улучшающие захват массы. Недостатком данной машины является большая металло- и энергоемкость.

Широкого распространения на сельскохозяйственных предприятиях северо-запада Российской



а



б

Рис. 1. Машина для повторного плющения скошенных трав Re Con 300 (компания «AG Shild»):

а — общий вид машины; б — плющильный аппарат