
УДК 625.08

В. В. Кутузов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБСЛУЖИВАНИЙ И
РЕМОНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН С УЧЕТОМ ИХ
НАРАБОТКИ С НАЧАЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

UDC 625.08

V. V. Kutuzov

**DETERMINATION OF LABOR INPUT INTO MAINTENANCE AND REPAIRS OF
CONSTRUCTION AND ROAD BUILDING EQUIPMENT TAKING INTO
ACCOUNT THEIR RUNNING TIME SINCE THE START OF OPERATION**

Аннотация

Рассматриваются изменения трудоемкости технических обслуживаний и ремонтов строительных и дорожных машин с увеличением их наработки с начала эксплуатации и предложен метод ее определения.

Ключевые слова:

строительные и дорожные машины, трудоемкость, технические обслуживания и ремонты, поддержание и восстановление работоспособности, эксплуатация.

Abstract

The paper deals with changes in labor input into maintaining and repairing of construction and road building equipment with the increase of their running time since the start of operation. The method of determining annual labor input into maintenance and repairs is presented which takes into account these changes.

Key words:

construction and road building equipment, labor input, maintenance and repairs, maintaining and restoring of operating capacity, vehicle running.

Введение

Повышение требований к уровню качества и уменьшение сроков строительства требуют обеспечения дорожно-строительных организаций строительных и дорожных машин (СДМ) с большей производительностью и показателями надежности. Поддерживать заданный уровень надежности и работоспособности существующих СДМ возможно при своевременном проведении технических обслуживаний (ТО) и ремонтов. В настоящее время выполнение данных работ осуществляется в рамках систем: планово-предупредительных

обслуживаний и ремонтов; фирменного и сервисного обслуживания; гарантийного и послегарантийного обслуживания и ремонта.

Однако при реализации данных систем в основе учета и планирования показателей используются усредненные данные. Так, в нормативной документации значения простоев машин в ТО и ремонтах и значения их трудоемкостей равномерно распределяются на межремонтный цикл при фактическом изменении их с увеличением наработки с начала эксплуатации.

Анализ изменения трудоемкости проведения технических обслуживаний и ремонтов СДМ в зависимости от их наработки с начала эксплуатации

Значения трудоемкости используются в расчетах при определении заработной платы рабочим, связанным с ТО, ремонтами и диагностикой, общей стоимости поддержания и восстановления работоспособности СДМ, в расчете потребности материально-технического обеспечения отделов или предприятий по обслуживанию и ремонту машин.

В настоящее время существующие методики равномерно распределяют значения трудоемкости за межремонтный цикл [1–3], в то время как фактически они значительно изменяются в зависимости от наработки машин с начала эксплуатации. Например, по исследованиям Е. С. Локшина [4], трудоемкость текущего ремонта (ТР) дорожных машин с наработкой, близкой к капитальному ремонту (КР), более чем в 3 раза превышает трудоемкость ТР машин с наработкой, составляющей 15...25 % от наработки КР.

Проведенные исследования по парку машин филиалов ОАО ДСТ № 3 показали, что значения трудоемкости, а также время простоя машин в ТО и ремонтах изменяются с увеличением наработки с начала эксплуатации. Так, время простоя в ТО и ТР составляет: для автогрейдеров – от 2,2 до 28,9 %; асфальтоукладчиков – от 13,7 до 71,2 %; бульдозеров – от 7,2 до 35,2 %; катков – от 19,3 до 62,5 %; скреперов – от 5,1 до 35,1 %; экскаваторов – от 3,6 до 23,1 %; автосамосвалов – от 13,9 до 33,9 % годовой наработки в зависимости от процесса старения машин. Проведенные исследования по данной технике показали, что с ростом наработки трудоемкость проведения ТО и ремонтов увеличивалась: для автогрейдеров – в 2,2 раза; погрузчиков – 1,8 раза (отечественные) и 2,7 раза (зарубежные); бульдозеров – 2,8 раза; экскава-

торов – 4,4 раза; скреперов – 2 раза. Такое изменение существенно влияет на стоимость поддержания и восстановления работоспособности машин, что, в свою очередь, приводит к изменению значений себестоимости машиночаса [5–8].

Сравнение фактических значений трудоемкости со средними значениями по нормативной документации показывает, что в начале эксплуатации и перед наработкой, равной среднему ресурсу, она отличается почти в два раза. Среднее значение по нормативной документации соответствует значению при 3000...4000 моточасов, т.е. середине ресурса большинства СДМ. Такая разбежка связана с тем фактом, что на начальных этапах эксплуатации машина не нуждается в серьезных ремонтах, а в дальнейшем трудоемкость на поддержание и восстановление работоспособности возрастает в связи с выходом из строя основных сборочных единиц (СЕ) машины, а также взаимным влиянием износа одних СЕ на другие.

Для использования фактических значений трудоемкости и продолжительности простоев машин в ТО и ремонтах необходимо вести подробный индивидуальный учет данных значений по каждой машине в зависимости от наработки с начала эксплуатации. Точная информация позволяет четко выявлять динамику изменения и повысить точность прогноза данных показателей на планируемый год.

Методика определения годовой трудоемкости проведения технических обслуживаний и ремонтов СДМ в зависимости от их наработки с начала эксплуатации

Оценка трудоемкости поддержания и восстановления работоспособности СДМ зависит от точности учета продолжительности проводимых обслуживаний, ремонтов и диагностики, а также учета количества человек, задействованных при выполнении данных операций.

По факту единичное значение **трудоемкости** $Tr_{\text{тор}}$ можно определить произведением количества часов, затраченных на ТО, ремонт или диагностику, на количество человек, выполнявших данные операции. В численном виде это можно выразить формулой

$$Tr_{\text{тор}} = D_{\text{тор}} \cdot P_{\text{тор}}, \quad (1)$$

где $D_{\text{тор}}$ – продолжительность проведения ТО, ремонта или диагностики, ч; $P_{\text{тор}}$ – количество человек, выполняющих ТО, ремонт или диагностику.

В большинстве случаев данные значения трудоемкостей уже определены для ТО и ремонтов и приведены в нормативных документах [9, 2] и руководствах по обслуживанию и ремонту СДМ и их СЕ. В расчетах в основном используются значения трудоемкости за год или месяц для конкретной машины. **Значения за месяц** можно определить по формуле

$$Tr_{\text{тор}}^m = \sum_{j=1}^{D_{\text{рм}}^m} D_{\text{рj}} \cdot P_{\text{рj}}^m + \sum_{j=1}^{D_{\text{тоj}}^m} D_{\text{тоj}} \cdot P_{\text{тоj}}^m, \quad (2)$$

где $P_{\text{рj}}^m$ и $P_{\text{тоj}}^m$ – количество людей, выполняющих ремонты и ТО соответственно; $D_{\text{рj}}$ и $D_{\text{тоj}}$ – продолжительность одного ремонта и ТО соответственно, проводимых в j -е сутки, чел.-ч.

В данном случае подразумевается, что диагностирование либо не проводится, либо проводится совмещенно с ремонтами. При диагностировании, не совмещенном с ТО и ремонтами, формула (2) приобретает следующий вид:

$$Tr_{\text{тор}}^m = \sum_{j=1}^{D_{\text{рм}}^m} D_{\text{рj}} \cdot P_{\text{рj}}^m + \sum_{j=1}^{D_{\text{тоj}}^m} D_{\text{тоj}} \cdot P_{\text{тоj}}^m + \sum_{j=1}^{D_{\text{дj}}^m} D_{\text{дj}} \cdot P_{\text{дj}}^m, \quad (3)$$

где $P_{\text{дj}}^m$, $P_{\text{рj}}^m$, $P_{\text{тоj}}^m$ – количество людей, выполняющих диагностирование, ремонт и ТО в j -е сутки соответственно;

$D_{\text{дj}}$, $D_{\text{рj}}$, $D_{\text{тоj}}$ – продолжительность проводимых диагностирований, ремонтов и ТО в j -е сутки соответственно, чел.-ч.

Значение годовой трудоемкости можно в этом случае определить по формуле

$$Tr_{\text{тор}}^g = \sum_{i=1}^{12} Tr_{\text{тор}}^{mi}, \quad (4)$$

где $Tr_{\text{тор}}^{mi}$ – трудоемкость за i -й месяц, чел.-ч; i – порядковый номер месяца, $i = 1 \dots 12$.

В итоге по формулам (2)...(4) можно определить фактические значения единичной, месячной и годовой трудоемкостей мероприятий, направленных на поддержание и восстановление работоспособности для конкретной машины.

Для целей планирования в организациях, эксплуатирующих СДМ, производится расчет годовой трудоемкости отдельных машин и парка в целом, а также удельных трудоемкостей на машиночас и моточас. **Для парка машин годовая трудоемкость ТО и ремонтов** $Tr_{\text{парка}}^g$ может определяться по формуле

$$Tr_{\text{парка}}^g = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^d \left(K_{\text{тор}} \cdot Tr_{\text{тор}}^{\text{cp}} \cdot k_{\text{рем}} + K_{\text{кр}} \cdot Tr_{\text{кр}} \right)_{jil}, \quad (5)$$

или с учетом проводимых конкретных мероприятий по ТО и ремонту по формуле

$$Tr_{\text{парка}}^g = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left((K_{\text{тр}} \cdot Tr_{\text{тр}}^{\text{cp}} + K_{\text{то-2}} \cdot Tr_{\text{то-2}}^{\text{cp}} + K_{\text{то-1}} \cdot Tr_{\text{то-1}}^{\text{cp}} + 2 \cdot Tr_{\text{со}}) \cdot k_{\text{рем}} + K_{\text{кр}} \cdot Tr_{\text{кр}} \right)_{ij}, \quad (6)$$

где m – количество типов машин; n – количество машин одного типа; d – количество мероприятий по ТО или ремонтам; $K_{\text{тор}}$ – количество ТО или ремонтов; $Tr_{\text{тор}}^{\text{cp}}$ – среднее значение трудоемкости ТО и ремонтов по годам за межремонтный цикл, чел.-ч; $k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий продолжительность простоя машины в ТО и ре-

монтах с увеличением наработки ее с начала эксплуатации; $Tr_{кр}$ – трудоемкость КР, чел.-ч; $Tr_{тр}^{cp}$, Tr_{co} , $Tr_{то-2}^{cp}$, $Tr_{то-1}^{cp}$ – среднее значение трудоемкости ТР, сезонных обслуживаний, ТО-2 и ТО-1 по предприятию (при их отсутствии принимается нормативная трудоемкость по рекомендациям [9]) соответственно, чел.-ч; $K_{кр}$, $K_{тр}$, $K_{то-2}$, $K_{то-1}$ – количество КР, ТР, ТО-2 и ТО-1 соответственно.

Планируемое значение годовой трудоемкости ТО и ремонтов для одной машины с учетом процесса ее старения определяется по формуле

$$Tr_{гор}^r = K_{кр} \cdot Tr_{кр} + (K_{тр} \cdot Tr_{тр}^{cp} + K_{то-2} \times Tr_{то-2}^{cp} + K_{то-1} \cdot Tr_{то-1}^{cp} + 2 \cdot Tr_{co}) \cdot k_{рем}. \quad (7)$$

Коэффициент $k_{рем}$ основан на учете изменения простоев в ТО и ремонтах (кроме КР) с увеличением наработки с начала эксплуатации и может определяться по формуле

$$k_{рем} = \frac{D_{рем}}{D_{рем.ср}}, \quad (8)$$

где $D_{рем}$ – количество рабочих суток нахождения машины в ТО и ремонтах на планируемый год, сут; $D_{рем.ср}$ – среднее значение рабочих суток нахождения машины в ТО и ремонтах по годам за межремонтный цикл, сут.

Количество рабочих суток нахождения машины в ТО и ремонтах на планируемый год, учитывая процесс старения машин через изменения комплексного показателя надежности – коэффициента технического использования и коэффициента внутрисменного режима работы в зависимости от наработки с начала эксплуатации, определяется по формуле

$$D_{рем} = (D_k - D_n) \cdot (1 - K_{ти}) \cdot K_n, \quad (9)$$

где D_k – общее количество суток в году, сут; D_n – продолжительность всех перерывов в работе машины, за исключени-

ем простоев в ТО и ремонтах, сут; $K_{ти}$ – комплексный показатель надежности – коэффициент технического использования; K_n – коэффициент перехода от продолжительности смены в машиночасах к наработке двигателя в моточасах, моточас/маш.-ч.

Для оценки эффективности поддержания и восстановления работоспособности СДМ определяется удельная трудоемкость на моточас $Tr_{гор}^{мгч}$ и машиночас $Tr_{гор}^{мч}$ по формулам

$$Tr_{гор}^{мгч} = \frac{Tr_{гор}^r}{H_{пл}}; \quad (10)$$

$$Tr_{гор}^{мч} = \frac{Tr_{гор}^r}{T_ч} = Tr_{гор}^{мгч} \cdot K_n. \quad (11)$$

Планируемое значение трудоемкости ТО и ремонтов на 1 моточас для одной машины с учетом процесса старения на год ее эксплуатации определяется по формуле

$$Tr_{гор}^{мгч} = ([K_{тр} \cdot Tr_{тр}^{cp} + K_{то-2} \cdot Tr_{то-2}^{cp} + K_{то-1} \cdot Tr_{то-1}^{cp} + 2 \cdot Tr_{co}] \cdot k_{рем}) / H_{пл}. \quad (12)$$

Планируемое значение трудоемкости ТО и ремонтов с учетом проведения КР на 1 моточас для одной машины с учетом процесса старения на год ее эксплуатации определяется по формуле

$$Tr_{гор+кр}^{мгч} = ([K_{тр} \cdot Tr_{тр}^{cp} + K_{то-2} \cdot Tr_{то-2}^{cp} + K_{то-1} \cdot Tr_{то-1}^{cp} + 2 \cdot Tr_{co}] \cdot k_{рем}) / H_{пл} + (K_{кр} \cdot Tr_{кр}) / P_{кр}, \quad (13)$$

где $P_{кр}$ – периодичность проведения КР, моточас.

Такое планирование и фактический учет трудоемкости позволяют оценивать возможности ремонтной базы и в зависимости от их значений вносить корректировки по эффективному использованию производственных площадей, механиз-

ции и автоматизации производственных процессов, режиму работы предприятия, количеству рабочих, возможности оказания помощи по восстановлению работоспособности техники других организаций или использовать специализированные предприятия по обслуживанию и ремонту СДМ парка.

Заключение

1. С увеличением наработки с начала эксплуатации СДМ возрастает ко-

личество простоев в ТО и ремонтах, а также их трудоемкость.

2. Предложена методика определения значения годовой трудоемкости ТО и ремонтов СДМ в зависимости от наработки с начала эксплуатации.

3. Для увеличения точности определения трудоемкости в зависимости от наработки с начала эксплуатации необходимо перейти на индивидуальный учет обслуживаний и ремонтов СДМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МДС 12-13.2003. Механизация строительства. Годовые режимы работы строительных машин / ЦНИИОМТП. – М. : ГУП ЦПП, 2003 – 16 с.
2. МДС 12-8.2007. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин / ЦНИИОМТП. – М. : ФГУП ЦПП, 2007. – 70 с.
3. Рекомендации по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин (ДСМ) в организациях Департамента «Белавтодор». – Минск : БелдорНИИ, 2004 – 32 с.
4. Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов : учебник для среднего профессионального образования / С. Ф. Головин [и др.] ; под общ. ред. Е. С. Локшина. – М. : Мастерство, 2002. – 464 с.
5. Повышение этапа эксплуатации жизненного цикла гидрофицированных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 42–45.
6. Выбор параметров и оценка работоспособности гидрофицированных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2. – С. 136–141.
7. Влияние качества изготовления и технической эксплуатации на работоспособность строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3. – С. 68–73.
8. Повышение работоспособности гидропривода строительных и дорожных машин при внедрении агрегатного метода ремонта и диагностики / А. Н. Максименко [и др.] // Грузовик &. – 2010. – № 4. – С. 5–11.
9. ДМД 02191.7.008-2009. Рекомендации по совершенствованию технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин с учетом целесообразности их эксплуатации на любом этапе с начала использования : дорожно-методический документ. – Введ. 01.03.09. – Минск : БелдорНИИ, 2009. – 90 с.

Статья сдана в редакцию 9 апреля 2012 года

Виктор Владимирович Кутузов, ассистент, Белорусско-российский университет. Тел.: 8-0222-22-92-82. E-mail: kutuzov@bru.mogilev.by.

Viktor Vladimirovich Kutuzov, assistant lecturer, Belarusian-Russian University. Tel.: 8-0222-22-92-82. E-mail: kutuzov@bru.mogilev.by.