

*А. Н. Максименко, канд. техн. наук, проф., С. В. Масловская*  
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН**

В статье рассматривается обоснование проведения капитальных ремонтов строительных и дорожных машин. Приведен метод обеспечения их работоспособности с учетом динамики выходных параметров на этапе эксплуатации жизненного цикла машины.

### **Введение**

Среди специалистов нет единого мнения о целесообразности проведения капитального ремонта (КР) строительных и дорожных машин (СДМ). Здесь важен анализ технико-экономических показателей (ТЭП) новых СДМ и их динамика на этапе эксплуатации жизненного цикла машины. Экономическая целесообразность проведения КР машины определяется снижением затрат на моточас оптимальной наработки после капитального ремонта, определяемой по максимальной прибыли с учетом динамики ТЭП.

### **Основные технико-экономические показатели для оценки работоспособности СДМ**

Современная оценка эффективности использования машин предусматривает применение следующих показателей: производительность, количество рабочего времени, себестоимость, машино-часа, себестоимость механизированных работ, прибыль и оптимальная область использования конкретной машины.

В настоящее время производительность, количество часов рабочего времени и себестоимости машино-часа, составляющие основу определения других показателей, изменяются в пределах 50 % в зависимости от наработки с начала эксплуатации, но по существующей методике они принимаются постоянными за межремонтный период. При определении других показателей на основе первых трех отклонения фактических значений от планируемых изменяются уже в два и более раз. Так, себестоимость механизированных работ, определяемая отношением себестоимости машино-часа к часовой эксплуатационной производительности, изменяется более чем в 2,5 раза при снижении годового объема выполняемых работ в 2 раза. Такие изменения важнейших показателей оценки эффективности машин в дорожной отрасли необходимо учитывать при планировании и организации строительного производства.

Существующая методика оценки эффективности использования парка машин предусматривает определение стоимости всего объема работ и из-

держек на поддержание и восстановление работоспособности машин. Используя существующую методику невозможно определить эффективность использования конкретной машины на строительной площадке. При этом парк в целом может работать с прибылью, а отдельная машина работать с убытком. Основа предлагаемой методики оценки эффективности использования машин дорожной отрасли заложена в анализе работы конкретной машины с определением прибыли или убытка от ее использования. Далее по нарастающей определяется эффективность использования комплекта, комплекса и парка, что в совокупности приводит к увеличению общей прибыли. При этом техническая производительность определяется для каждой машины в отдельности и учитывается снижение количества рабочего времени через коэффициенты технического использования и внутри-сменного режима работы. Машина может работать с прибылью или с убытком из-за простоев на участке, снижения производительности и повышения затрат на поддержание и восстановление ее работоспособности. В предлагаемой методике эти изменения учитываются, что в совокупности позволяет производить оценку эффективности использования машины. Целесообразности проведения КР и определять наработку ее списания.

В настоящее время поддержание и восстановление работоспособности СДМ выполняется по факту, когда машина выходит из строя, а оценка эффективности ее работы ведется на основании усредненных данных. Усредненный учет показателей работы не позволяет установить динамику изменения технико-экономических показателей машин дорожной отрасли, а также определить фактическую трудоемкость ремонтно-восстановительных операций и продолжительность нахождения ее в ремонте. В настоящее время уже появляются нормативные документы, позволяющие учитывать снижение работоспособности машины на любом этапе эксплуатации. Так, в 2009 г. введена инструкция по определению амортизации основных средств [1], которая предлагает выбор ресурса амортизируемого объекта на усмотрение предприятия в диапазонах от 0,5 до 1,5 от среднего значения. Обоснованно установить такой ресурс можно при условии, что по машине ведется полный учет и контроль основных технико-экономических показателей. А также наличие на предприятии методики индивидуальной оценки работоспособности СДМ. Вышедший в 2009 г. дорожно-методический документ «Рекомендация по совершенствованию технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин с учетом целесообразности их эксплуатации на любом этапе с начала использования» [2] дает возможность произвести индивидуальный учет работоспособности и собрать данные для оценки эффективности каждой конкретной СДМ на любом этапе ее наработки с начала эксплуатации. В основе учета лежит предложенная в нем форма учета работы СДМ, включающая не только технические, но и экономические показатели работы машины.

Анализ количественных изменений выходных параметров после ремонта с учетом его стоимости позволяет определить эффективность проводимых мероприятий по восстановлению работоспособности машины. Капитальный ремонт СДМ и агрегатов проводится, если выходят из строя их дорогостоящие базовые детали. Исследования показали, что улучшаются выходные параметры машины после КР, но численные значения интенсивности их изменений при увеличении наработки значительно уступают начальным значениям новой машины.

Целесообразность проведения КР определяется минимальными удельными затратами на 1 моточас до значения  $N_{\text{опт}}$  и  $N_{\text{оптр}}$  по формуле

$$\frac{C_u}{N_{\text{опт}}} \geq \frac{C_p}{N_{\text{оптр}}}, \quad (1)$$

где  $C_u$  – стоимость новой машины, р.;  $C_p$  – стоимость КР машины, р.;  $N_{\text{опт}}$  и  $N_{\text{оптр}}$  – наработки максимальных значений прибыли для новой машины и после проведения КР соответственно, моточас.

Количество КР определяется стоимостью их проведения, восстанавливаемым ресурсом и динамикой ТЭП в процессе эксплуатации после ремонта. Стоимость КР СДМ составляет 0,4–0,6 от стоимости новой машины и 0,25–0,65 – агрегатов и сборочных единиц (СЕ) [3]. Причем меньшее значение соответствует первому КР с увеличением стоимости последующих ремонтов. Ресурс любого восстанавливаемого изделия должен составлять не менее 80 % нового. В настоящее время развитие СДМ идет по пути усложнения СЕ и агрегатов, широкого применения гидропривода и автоматизированных систем для управления машин. Все это влечет за собой усложнение поддержания и восстановления работоспособности СДМ.

В этих условиях важно организовать КР СЕ и агрегатов на специализированных предприятиях, обеспечивающих высокое качество и планируемый ресурс после ремонта.

После КР выходные параметры машины улучшаются, но численные значения и интенсивность качественного изменения значительно уступают начальным значениям новой машины. Более высокая интенсивность снижения эксплуатационной производительности и повышение затрат на поддержание и восстановление работоспособности значительно сокращает рациональную наработку между КР. При каждом КР отсчет наработки машины начинается с нуля для определения текущих значений ТЭП.

Ресурс и стоимость новой машины, общая наработка, тонкость фильтрации рабочей жидкости гидропривода и другие ТЭП установленные фирмой-изготовителем показывают, что за срок службы рекомендуется один КР.

Исследования по продолжительности этапа эксплуатации жизненного цикла погрузчика Амкодор-332 показали о целесообразности проведения двух КР, т. е. срок службы может быть увеличен. В каждом конкретном случае целесообразность проведения второго КР определяется с учетом формулы 1 [11].

$$\Pi = (K_{HT} \cdot C_T - C_e^{PP}) \cdot \Pi_T \cdot K_c \cdot K_{\Pi}^X \cdot K_{\text{Э}} \cdot (H - H_{OK}) . \quad (5)$$

Величина прибыли до определения наработки будет расти, а затем уменьшаться [8]. Важно в процессе эксплуатации машины определить наработку соответствующую максимальной прибыли до капитального ремонта. Это величина  $H_{\text{опт}}$  (экономический ресурс) соответствует нулевому значению производной рассматриваемой зависимости (2). После наработки  $H_{\text{опт}}$  при плановом текущем ремонте по результатам диагностики целесообразно провести агрегатный метод ремонта с заменой сборочных единиц и агрегатов, снижающих эффективность использования машины, на новые или капитально отремонтированные на специализированных предприятиях, что позволит увеличить ресурс машины.

Анализ количественных изменений выходных параметров после ремонта с учетом его стоимости позволяет определить эффективность проводимых мероприятий по восстановлению работоспособности машины. При внедрении агрегатного метода ремонта, капитальный ремонт СДМ и агрегатов проводится при необходимости ремонтировать дорогостоящие базовые сборочные единицы или детали.

Исследования показали, что происходит улучшение выходных параметров машины после капитального ремонта, но численные значения интенсивности их изменений при увеличении наработки значительно уступают начальным значениям новой машины [3, 8, 9].

Получаемая прибыль после капитального ремонта может определяться как и до ремонта по аналогичной формуле:

$$\Pi_p = (K_{HT} \cdot C_T - C_{eP}^{PP}) \cdot \Pi_{TP} \cdot K_{\Pi P}^X \cdot K_{\text{ЭР}} \cdot (H_p - H_{OKP}) , \quad (6)$$

где  $C_{eP}^{PP}$ ,  $\Pi_{TP}$ ,  $K_{\Pi P}^X$ ,  $K_{\text{ЭР}}$ ,  $K_{CP}$ ,  $K_{HT}$ ,  $H_p$ ,  $H_{OKP}$  – соответствующие обозначения как и в формуле (5) с численным значением после капитального ремонта.

Целесообразность проведения капитального ремонта машины определяется снижением затрат на один моточас наработки до ремонта и после.

При планировании промежуточных углубленных текущих (сборочные единицы машины имеют разные ресурсы, которые требуют капитального ремонта в пределах 0,5–1 ресурса машины) и капитальных ремонтов за рассматриваемые интервалы можно принимать наработки с разовыми затратами по восстановлению работоспособности и не входящие в текущие эксплуатационные затраты. В этом случае наработка списания машины будет определена по формуле

$$H_{\text{сум}} = H_{\text{опт}} + \sum_{i=1}^K H_{\text{опт}i} ; \quad (7)$$

где  $H_{\text{опт}}$ ,  $H_{\text{опт}i}$  – оптимальная наработка, соответственно до ремонта и после  $i$ -го ремонта.

Использование информационных технологий позволяет создать базу данных с анализом изменений выходных параметров не только машины в целом, но и ее сборочных единиц, агрегатов и систем в соответствии с алгоритмами приведенными в работах [5, 10], а также данных предприятий-

изготовителей по их ресурсу, что позволит реализовать резервы повышения работоспособности СДМ и увеличить этап эксплуатации жизненного цикла конкретной машины.

Достижение максимального эффекта при эксплуатации СДМ возможно только в результате комплексных взаимодействующих мероприятий на этапах жизненного цикла конкретной машины с учетом динамики ТЭП при ее использовании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов от 27.02.2009 № 37/18/6.
2. Дорожно-методический документ «Рекомендации по совершенствованию технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин с учетом целесообразности их эксплуатации на любом этапе с начала использования» ДМД 0202191.7.008-2009. Введ. 01.03.09. – Минск : БелдорНИИ, 2008. – 90 с.
3. **Зорин, В. А.** Основы работоспособности технических систем : учебник для вузов. – М. : ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.
4. Влияние наработки с начала эксплуатации на производительность строительных и дорожных машин и себестоимость механизированных работ / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 6(27). – С. 73–76.
5. Влияние качества изготовления и технической эксплуатации на работоспособность строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3 (24). – С.68–73.
6. **Максименко, А. Н.** Определение целесообразности использования строительно-дорожных машин и оценка эффективности их эксплуатации / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Кутузов // Механизация строительства. – 2009. – № 3. – С.14–20.
7. **Максименко, А. Н.** Планирование годового количества рабочего времени и годовой наработки строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов, А. Н. Сидоров // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – №1 (5). – С.77–81.
8. **Максименко, А. Н.** Оценка эффективности использования изделий машиностроения / А. Н. Максименко, В. А. Максименко, А. А. Максименко // Вестн. МГТУ. – 2005. – № 2 (9). – С.98–103.
9. **Максименко, А. Н.** Эксплуатация строительных и дорожных машин : учеб. пособие / А. Н. Максименко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
10. Влияние наработки с начала эксплуатации на эффективность использования строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2007. – № 6 (27). – С 73–77.
11. Максименко, А. Н. Оценка эффективности использования строительных и дорожных машин : монография / А. Н. Максименко. – Могилев: Белор.-Рос. ун-т, 2012. – 213 с.