

УДК 625.8:
621.45.017

А. Н. Максименко,
канд. техн. наук,
проф.,

В. В. Кутузов,
магистр техн. наук,
асп.,

Д. В. Бездников,
магистр техн.
наук, асп.,
Бел-Российск.

ун-т (г. Минск);

А. Н. Федосов,
ген. дир.,

В. В. Сентюров,
гл. инж.;

ОАО "Заднепров-
ский межрайагро-
сервис";

А. И. Лопатин,
ген. дир.,

О. В. Борисенко
нач. отд.;

"Могилевав-
тодор". Департа-
мент "Белавто-

дор"

E-mail:
maksimenko-bru@

yandex.ru

Оценка этапа эксплуатации жизненного цикла погрузчика Амкодор 332

Рассматривается методика определения наработки строительных и дорожных машин (СДМ) до окупаемости затрат на их приобретение, а также наработка до получения максимальной прибыли и целесообразности проведения ремонта на примере погрузчика Амкодор 332.

Ключевые слова: эксплуатация, погрузчик Амкодор 332, наработка окупаемости, этап эксплуатации жизненного цикла, ремонт, диагностика, прибыль, списание.

Введение

При планировании и организации производства строительных работ важно обеспечить максимальную прибыль. Эта задача с учетом выбранных современных технологий решается формированием комплектов, комплексов и в целом парка машин, обеспечивающих выполнение заданных объемов работ в установленные сроки. Максимальная прибыль строительного производства достигается правильным выбором каждой машины парка и обеспечением ее рационального использования.

Правильный выбор обеспечивается реализацией современной технологии и необходимого качества работ, стоимости приобретения и затратами на поддержание и восстановление работоспособности машин. Перед руководителем всегда стоит вопрос эффективности эксплуатации приобретаемой машины с определением наработок до ее окупаемости ($H_{ок}$), проведения ремонта (H_p) и списания (H_c). Эти наработки можно определить при наличии данных о стоимости машин, ремонта и интенсивности роста затрат на поддержание и восстановление работоспособности, а также снижения производительности на всех этапах эксплуатации. Индивидуаль-

ный учет использования каждой машины в соответствии с межгосударственным стандартом по эксплуатации строительных машин [1] и рекомендаций по организации технического обслуживания и ремонта на всех этапах использования СДМ [2] позволяет определить эксплуатационные затраты и наработки $H_{ок}$, $H_{опт}$, $H_{кр}$, $H_{сп}$, а также выработать рекомендации по замене сборочных единиц (СЕ).

Поддержание и восстановление работоспособности СДМ с учетом изменений выходных параметров в процессе эксплуатации

Получение максимальной прибыли при эксплуатации СДМ возможно при снижении затрат на поддержание и восстановление их работоспособности, а также при увеличении количества рабочего времени и производительности.

Все эти важнейшие выходные параметры значительно изменяются от наработки машин с начала эксплуатации. Внедрение диагностики СДМ позволяет выработать рациональный подход к замене СЕ, снижающих производительность и количество часов рабочего времени за рассматриваемый интервал времени. В этом случае увеличение затрат на диагностику и ремонт приводит к повышению производительности и количества рабочего времени.

Для определения рациональной наработки до замены СЕ важно знать динамику изменений выходных параметров машины в процессе ее эксплуатации. Часовая эксплуатационная производительность и количество часов рабочего времени зависят соответственно от коэффициента внутрисменного режима работы (K_p) и коэффициента технического использования ($K_{ти}$).

В свою очередь техническая производительность гидрофицированных машин изменяется в процессе эксплуатации, которую можно корректировать коэффициентом старения машины (K_c). Значение этого коэффициента изменяется от 1 до 0,5 за межремонтный цикл и зависит от ресурса СЕ и тонкости очистки рабочей жидкости (РЖ). Для погрузчика Амкодор 332 при наработке до 3000 моточасов K_c изменяется до 10 %, а после этой наработки интенсивность его изменения можно описать линейной зависимостью [3].

Динамика изменений коэффициентов $K_{п}$, $K_{ти}$ и K_c от наработки определяется условиями эксплуатации и конструкцией машины. С изменениями этих коэффициентов от наработки с начала эксплуатации для погрузчика Амкодор 332, работающего в дорожной отрасли Могилевской области, можно ознакомиться в статьях [4, 5].

После проведения первого капитального ремонта (КР) ресурсы всех СЕ и погрузчика в целом восстанавливаются не менее 80 % от новых, и коэффициенты $K_{п}$, $K_{ти}$ и K_c принимают меньшие значения и имеют более высокую интенсивность снижения по сравнению с новыми при увеличении наработки после КР. Их численные значения могут определяться по формулам:

$$K_{пр} = 0,77 - 36 \cdot 10^{-6} H_p; \quad (1)$$

$$K_{тир} = 0,89 - 39 \cdot 10^{-6} H_p; \quad (2)$$

$$K_{ср} = 1 - 85 \cdot 10^{-6} H_p, \quad (3)$$

где $K_{пр}$, $K_{тир}$, $K_{ср}$ и H_p — соответственно коэффициент внутрисменного режима работы; коэффициент технического использования; коэффициент, учитывающий снижение технической производительности, и наработка после первого КР.

Более высокая динамика снижения рассматриваемых коэффициентов после КР ограничивает этап эксплуатации жизненного цикла погрузчиков. Для его расширения важно выявить системы и СЕ,

которые в значительной степени влияют на снижение производительности и увеличение затрат на их восстановление. Анализ работоспособности 200 погрузчиков Амкодор 332 [4] выявил низкую вероятность безотказной работы гидропривода. Причем снижение КПД основных СЕ его приводит к увеличению продолжительности цикла и уменьшению технической производительности и повышению расхода топлива. Определяющим фактором работоспособности гидропривода СДМ является тонкость очистки РЖ. В погрузчике Амкодор 332 тонкость очистки РЖ составляет 25 мкм, что для современных гидрофицированных машин недостаточно. Доведение тонкости очистки до 5 мкм позволит увеличить ресурс основных СЕ гидропривода на порядок и стабилизировать техническую производительность в процессе эксплуатации погрузчика. Рекомендуемая тонкость очистки по ГОСТ 28028 [6] для давления 20 МПа составляет 3 мкм для напорных и 5–10 мкм для всасывающих контуров, что соответствует 9-му классу чистоты РЖ. При определении класса чистоты РЖ необходимо пользоваться также ГОСТ 17216 [7] и международным стандартом ISO 4406 [8], по которому рассматриваемая тонкость очистки соответствует классу 17/15/11.

В процессе эксплуатации погрузчиков важно не допускать снижения их выходных параметров, при котором использование погрузчиков становится убыточным. Это возможно только при внедрении диагностирования, которое позволит своевременно заменить СЕ при плановых технических обслуживаниях и ремонтах. Учитывая, что основные СЕ гидропривода имеют ресурс, равный 0,5 ресурса погрузчика (см. таблицу), целесообразно проводить его КР при наработке 3000 моточасов, совмещая с плановым текущим ремонтом. В этом случае КПД гидропривода повышается, что приводит к снижению себестоимости механизированных работ и увеличению прибыли за выполняемые объемы работ.

По результатам эксплуатации погрузчиков Амкодор 332 на предприятиях до-

Статистические данные по наработкам на отказ гидроустройств

Наименование	Средний ресурс, моточас
Насосы аксиально-поршневые нерегулируемые	3000
Насосы аксиально-поршневые регулируемые	2750
Моторы аксиально-поршневые	3000
Фильтры	3600
Рукава высокого давления	3000

рожной отрасли разовые затраты на диагностирование гидропривода составляют 4850 руб. (310 руб. на заработную плату при трудоемкости выполнения 8,8 чел.-ч и 75 руб. на амортизацию диагностического оборудования и помещений). Трудоемкость замены насосов, распределителя и гидроцилиндров составляет 10,3 чел.-ч при их стоимости 340 тыс. руб. и заработной плате на демонтаж и монтаж 280 руб. Все эти разовые затраты на диагностирование и замену основных СЕ гидропривода быстро окупаются, и в целом увеличивается наработка до КР и получаемая прибыль за этот период эксплуатации.

Определение рационального этапа эксплуатации жизненного цикла погрузчика Амкодор 332

В условиях рыночной экономики важнейшим комплексным показателем оценки эффективности эксплуатации СДМ является прибыль [8—12], которую целесообразно определять с учетом изменений себестоимости 1 машиночаса и производительности в процессе их использования.

Величина прибыли до определенной наработки будет расти, а затем уменьшаться. Важно в процессе эксплуатации машины определить наработку, соответствующую максимальной прибыли. Эта величина $H_{\text{опт}}$ (экономический ресурс) соответствует нулевому значению производной рассматриваемой зависимости, т. е. $d\Pi/dH = 0$.

После наработки $H_{\text{опт}}$ при плановом текущем ремонте по результатам диагностирования производится агрегатный метод ремонта с заменой СЕ и агрегатов, снижающих эффективность использования машины, на новые или капитально отремонтированные на специализированных пред-

приятиях. Целесообразно наладить фирменный ремонт этих СЕ, что повысит качество изготовления и ремонта.

Исследования показали, что после КР значительно улучшаются параметры машины. Однако интенсивность их изменений при увеличении наработки значительно уступает интенсивности их изменения для новой машины с соответствующей наработкой. Проведение КР и их количество определяется ростом суммарной прибыли (т. е. $\Pi \rightarrow \max$). Важно обеспечить после ремонта меньшее значение удельных затрат, что соответствует неравенству $C_p/H_{\text{оптр}} < C_n/H_{\text{опт}}$ (где $H_{\text{опт}}$, $H_{\text{оптр}}$ — оптимальная наработка соответственно до и после проведения ремонта, моточас; а C_n и C_p — стоимость новой машины и стоимость КР, руб.).

В реальных условиях эксплуатации машина может работать на различных объектах с выполнением разных технологических операций и объемов работ. Практически эффективность ее использования целесообразно оценивать поэтапно с определением суммарной прибыли за любые интервалы наработки.

Анализ расчетов (в соответствии с методикой [12]) показывает, что при эксплуатации погрузчика Амкодор 332 согласно традиционной системе и проведении КР в точке максимальной прибыли — наработка до списания ($H_{\text{сп}}$) составит 9 тыс. моточасов, а суммарная прибыль 1,04 млн руб. В этом случае средняя удельная прибыль на 1 моточас работы погрузчика равна 115 руб./моточас. При поддержании и восстановлении работоспособности погрузчика с проведением КР гидропривода наработка до списания составит 16 тыс. моточасов. Суммарная прибыль составит 2,52 млн руб. В этом случае средняя удельная прибыль на 1 моточас работы составит 158 руб./моточас. В итоге за этап эксплуатации жизненного цикла рассматриваемого погрузчика прибыль увеличится на 43 руб./моточас (158—115 тыс. руб./моточас) или на 1,48 млн руб. (2,52—1,04 млн руб.) до его списания. В то же время этап эксплуатации жизненного цикла может быть увеличен еще на 4 тыс. моточасов, однако прибыль, получаемая на последнем этапе эксплуатации жизненного цикла, будет значительно ниже по сравнению с новой машиной. Продолжительность работы погрузчика до списания с учетом проведения КР гидро-

привода при наработке 0,5 ресурса машины возрастает на 40 % по сравнению с традиционной системой поддержания и восстановления работоспособности.

Работоспособность гидропривода можно повысить за счет качества очистки рабочей жидкости и снижения степени ее загрязнения в процессе эксплуатации и технического обслуживания гидрофицированных машин [13—15].

Заключение

1. Планирование и проведение КР гидропривода погрузчика Амкодор 332 целесообразно осуществлять при наработке 3000 моточасов с получением максимальной прибыли и увеличением этапа эксплуатации жизненного цикла до 40 %.

2. Для расширения этапа эксплуатации жизненного цикла погрузчика необходимо поддерживать работоспособность гидропривода с более высокими выходными параметрами на основе агрегатного метода ремонта и диагностики без разгерметизации всех контуров гидросистемы, а также снижения степени загрязнения РЖ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Эксплуатация** строительных машин. Общие требования: ГОСТ 25646—95. — Введ. 01.07.97. — М.: Изд-во стандартов, 1998. — 8 с.
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 02191.7.008—2009. — Введ. 01.03.09. — Минск: БелдорНИИ, 2009. — 90 с.
3. **Максименко, А. Н.** Восстановление работоспособности строительных и дорожных машин с учетом их выходных параметров в процессе эксплуатации [Текст] / А. Н. Максименко // Строительная наука и техника. — 2010. — № 5 (32). — С. 74—77.
4. **Максименко, А. Н.** Влияние качества изготовления и технической эксплуатации на работоспособность строительных и дорожных машин [Текст] / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов, А. Н. Федосов, В. В. Кляусов // Строительная наука и техника. — 2009. — № 3 (24). — С. 68—73.
5. **Максименко, А. Н.** Влияние наработки с начала эксплуатации на производительность строительных и дорожных машин и себестоимость механизированных работ [Текст] / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов, Е. В. Кутузова, Г. С. Тимофеев, А. И. Лопатин, В. В. Васильев // Строительная наука и техника. — 2009. — № 6. — С. 73—76.
6. **Промышленная чистота.** Гидропривод. Общие требования и нормы: ГОСТ 28028—89 — Введ. 01.01.90. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 16 с.
7. **Чистота** промышленная. Классы чистоты жидкостей: ГОСТ 17216—2001. — Введ. 01.01.2003. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 14 с.
8. **ISO 4406:1999 Hydraulic fluid power — fluids — method for coding the level of contamination by solid particles:** перевод: Приводы гидравлические — жидкости — метод кодирования уровня загрязнения твердыми частицами, 1999. — 13 с.
9. **Максименко, А. Н.** Планирование строительного производства с учетом наработки применяемых машин и использованием информационных технологий [Текст] / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Кутузов, С. Е. Кравченко, А. И. Лопатин, Г. С. Тимофеев // Строительная наука и техника. — 2007. — № 2(11). — С. 42—49.
10. **Максименко, А. Н.** Определение выходных параметров сезонной техники в дорожном строительстве [Текст] / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Кутузов, Г. С. Тимофеев, А. И. Лопатин, С. Е. Кравченко // Грузовик &. — 2008. — № 3. — С. 26—31.
11. **Максименко, А. Н.** Определение целесообразности использования строительного-дорожных машин и оценка эффективности их эксплуатации [Текст] / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Кутузов // Механизация строительства, 2009. — № 3. — С. 14—20.
12. **Максименко, А. Н.** Расширение этапа эксплуатации жизненного цикла гидрофицированных строительных и дорожных машин [Текст] / А. Н. Максименко // Грузовик. — 2010. — № 12. — С. 10—16.
13. **Максименко, А. Н.** Повышение работоспособности гидропривода строительных и дорожных машин при внедрении агрегатного метода ремонта и диагностики [Текст] / А. Н. Максименко, И. В. Лесковец, В. В. Кутузов, Д. В. Бездников, Н. Н. Федосов, В. В. Сентюров // Грузовик. — 2010. — № 4. — С. 5—11.
14. **Максименко, А. Н.** Повышение работоспособности гидропривода строительного-дорожных машин [Текст] / А. Н. Максименко, Д. В. Бездников, В. В. Кутузов, В. В. Васильев // Грузовик &. — 2008. — № 9 — С. 23—27.
15. **Максименко, А. Н.** Влияние качества рабочей жидкости на работоспособность гидропривода [Текст] / А. Н. Максименко, Д. В. Бездников, В. В. Кутузов, В. В. Васильев, О. В. Борисенко // Грузовик &. — 2007. — № 7. — С. 26—28.