

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

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В статье рассматриваются вопросы обеспечения работоспособности строительных и дорожных машин с учетом сложившейся практики их обслуживания и ремонта в условиях Республики Беларусь. Приведено обоснование целесообразности организации агрегатного метода ремонта под контролем фирмы-изготовителя или межведомственных региональных центров.

Введение

Эффективность использования строительных и дорожных машин (СДМ) зависит от комплексных взаимосвязанных мероприятий при их проектировании, производстве, эксплуатации. Затраты на обеспечение работоспособности машин за этап эксплуатации жизненного цикла превышают в 5–10 раз по сравнению с изготовлением новых. Эти затраты можно сократить повышением надежности машин и организацией агрегатного метода ремонта под контролем фирмы-изготовителя, которая должна быть заинтересована в снижении суммарных затрат на обеспечение их работоспособности и изготовление.

Состояние и проблемы поддержания работоспособности СДМ в Республике Беларусь

В установившейся практике наиболее развитых стран принята номенклатура показателей строительных машин, которая учитывает эффективность их использования у потребителя (коэффициент технического использования, суммарная стоимость ремонта и др.) [1]. Причем, в основу обеспечения работоспособности машин ведущие производители закладывают фирменное обслуживание за этап эксплуатации их жизненного цикла.

В Республике Беларусь основу эффективности создания или модернизации машины составляет стоимость изготовления с фирменным контролем и обеспечением ее работоспособности только в гарантийный период.

Элементы положительного зарубежного опыта по фирменному обслуживанию внедряются в Республике Беларусь через увеличение продолжительности гарантийного периода до 2 лет [2]. Только обеспечение тесной прямой и обратной связи между производителями и потребителями техники позволит обеспечить необходимое качество изготовления и работоспособность на этапе жизненного цикла, а также повысить эффективность использования и конкурентоспособность конкретной машины.

Анализ восстановления работоспособности погрузчиков Амкодор 332 и Амкодор 342 в гарантийный период эксплуатации показал, что средняя

продолжительность ремонта составила 1,2 суток и не превышала 2 суток, и это время входит в число показателей эффективности устранения неисправностей. После гарантийного периода единая система обеспечения работоспособности машины отсутствует, и уровень технической эксплуатации определяется технической базой и кадрами предприятия по использованию техники. Продолжительность восстановления работоспособности подконтрольных погрузчиков после гарантийного периода увеличивается в 3–5 раз и исчисляется в отдельных случаях месяцами при отказе сложных сборочных единиц.

Основной причиной значительных простоев дорогостоящей техники после гарантийного периода эксплуатации является отсутствие централизованного контроля за выполнением правил эксплуатации машин, а также предприятий по ремонту их сборочных единиц. В настоящее время в Республике Беларусь нет ни одного завода по капитальному ремонту сложных машин и их сборочных единиц и агрегатов, за исключением двигателей. Восстановление работоспособности сборочных единиц на предприятиях, эксплуатирующих машины, не обеспечивает планируемый ресурс из-за отсутствия современного оборудования и квалифицированных кадров. Такое состояние с восстановлением уровня работоспособности машин ниже 50 % ресурса, задаваемого заводом-изготовителем, приводит к простоям в капитальных ремонтах, превышающим нормативные в 5,5 раза. Это приводит к снижению рабочего времени в год, проведения капремонта до 40 % от нормативных величин. Такая установившаяся практика обеспечения работоспособности сложной техники формирует мнение специалистов о нецелесообразности капитальных ремонтов. Объективно необходимость проведения капитального ремонта определяет анализ технических и экономических факторов за жизненный цикл машины.

Исследования показывают, что затраты на капитальный ремонт агрегатов составляют 25–65 % от стоимости вновь изготовленных при снижении затрат на материалы и комплектующие в 2–3 раза [1]. Последнее условие особенно важно для нашей страны при нарастающем дефиците металлов.

С увеличением стоимости техники целесообразность капитального ремонта возрастает. И этот ремонт необходимо налаживать на основе межведомственных региональных центров по капитальному ремонту основных сборочных единиц и агрегатов сложной техники, что позволяет восстанавливать работоспособность с ресурсом близким к новым и внедрить агрегатный метод ремонта на предприятиях по их эксплуатации. Для техники, производимой в Республике Беларусь, целесообразно наладить фирменное обслуживание, что позволит повысить качество и ремонтпригодность машин за счет устойчивой обратной связи в процессе ее проектирования, производства и эксплуатации.

Второй существенный недостаток при производстве сложной техники состоит в том, что выходные параметры, закладываемые в конструкцию машины, рассматриваются без их динамики в процессе эксплуатации. Так, значения основного выходного параметра в соответствии с функциональным назначением машины, которым является производительность, принимается постоянным за межремонтный период.

Исследования по влиянию наработки с начала эксплуатации на производительность строительных и дорожных машин показали снижение эксплуатационной производительности в 2-3 раза за межремонтный цикл [3]. Снижение производительности сопровождается увеличением затрат на поддержание и восстановление работоспособности машины, что приводит в совокупности к росту стоимости единицы механизированных работ.

Причем снижение производительности происходит в процессе наработки машины с начала эксплуатации. Для гидрофицированных машин уменьшение технической производительности связано с изменением КПД гидропривода в пределах 0,95–0,6. Скорость его изменения зависит от тонкости очистки рабочей жидкости. Так, снижение размеров частиц с 20 до 5 мкм увеличивает скорость изнашивания деталей сопряжений гидроаппаратуры в 7–10 раз.

Дополнительно снижается эксплуатационная производительность из-за изменения коэффициента внутрисменного режима работы строительных и дорожных машин в пределах 0,9–0,5.

С увеличением наработки с начала эксплуатации снижается годовое количество рабочего времени свыше 50 % [3] и увеличиваются эксплуатационные затраты до 50 % [4]. Такие изменения технико-экономических показателей необходимо учитывать не только при планировании и организации эксплуатации машин, но и при оценке эффективности технических решений на этапах их проектирования и производства.

Основная задача ставится в настоящее время перед производителем – снижение затрат с обеспечением высоких показателей надежности. Современный уровень развития науки и техники позволяет достичь любых показателей надежности. Однако повышение надежности связано с повышением стоимости изготовления машины. Поэтому, при производстве машины необходимо рассматривать повышение надежности на основании снижения удельных суммарных затрат и максимальной прибыли на единицу произведенной продукции.

Как правило, целесообразно повышать затраты на изготовление и снижать на обеспечение работоспособности машины. Однако, при увеличении затрат на изготовление новых машин необходимо экономическое обоснование по рациональному их распределению на повышение выходных параметров и на повышение надежности.

В сложившихся условиях решение задач по обеспечению работоспособности машин должны быть переориентированы на использование внут-

ренных резервов с учетом снижения интенсивности роста эксплуатационных затрат и интенсивности снижения производительности на этапе эксплуатации их жизненного цикла. Целесообразность такого подхода можно пояснить на основе работоспособности гидропривода СДМ.

Заложив при проектировании тонкости очистки РЖ менее 5 мкм и максимальную наработку ее замены с учетом рекомендуемой технологии можно обеспечить работоспособность основных элементов гидропривода на протяжении ресурса машины (фирма JCB обеспечивает тонкость очистки РЖ 1,5 мкм с наработкой ее замены 6000 моточас, что позволяет стабилизировать техническую производительность на этапе эксплуатации). Заложенные параметры работоспособности на этапе проектирования и изготовления машины обеспечивают эксплуатацию в соответствии с ее функциональным значением. Продолжительность работоспособности машины определяется не только совершенством конструкции качеством изготовления, но и динамикой основных выходных параметров.

Стратегия обеспечения работоспособности СДМ

С увеличением наработки машины с начала эксплуатации основные параметры значительно изменяются [3,5] и достигают предельных значений, при которых дальнейшее ее использование нецелесообразно.

Рациональная эксплуатация может быть продлена при поддержании работоспособности машины в соответствии с рекомендациями производителя и организацией восстановления ее в соответствии с рекомендациями предложенным ранее методом ремонта и диагностики [6,7]. Часовая эксплуатационная производительность машины зависит от внутрисменного режима работы, количество рабочего времени от продолжительности технических обслуживаний и ремонтов (ТОР), а себестоимость машино-часа от принятой системы ТОР и уровня ее реализации.

Динамику выходных параметров машины можно определить диагностированием по параметрам, характеризующим изменение ее работоспособного состояния. Дополнительные затраты на диагностику и ремонт позволяют увеличить значение выходных параметров (КПД гидропривода и др.), что приведет к значительному снижению стоимости единицы продукции, повышению производительности, выручки и прибыли. Оценку технического состояния машины в целом можно производить по изменению следующих параметров: мощность, расход топлива, усилие на рабочем органе, состав выхлопных газов и др.

При предельном значении одного из параметров машина теряет работоспособное состояние и требует техническое воздействие для восстановления численных значений выходных параметров. Интегральным выходным параметром машины является производительность, которая зависит от мощности, КПД, усилия на рабочем органе, внутрисменного режима работы, годовая наработка и др. Другим интегральным выходным параметром

машины является себестоимость машино-часа, которая включает затраты, связанные с использованием ее в соответствии с функциональным назначением и на поддержание и восстановление ее работоспособности. Исследования по эксплуатационным затратам при использовании машины показали, что на топливо, смазочные материалы, технические жидкости и на обеспечение работоспособности расходуется более 70 %. Причем, эти составляющие себестоимости машино-часа увеличиваются с повышением наработки машины с начала эксплуатации.

На этапе эксплуатации жизненного цикла машины оценку значений параметров, характеризующих ее работоспособное состояние необходимо обеспечивать не по усредненным значениям с указанием доверительной вероятности, а по фактическим, определяемым по результатам диагностирования и (или) индивидуального учета, который уже ведется на предприятиях дорожной отрасли с установкой приборов на каждую машину, определяющих расход топлива, наработку, полезное время работы, простои и другие показатели. Для автоматизации оценки эффективности использования и обеспечения работоспособности машин предложены методы и алгоритмы определения наработки до предельного значения всех контролируемых параметров, характеризующих ее функциональное назначение [5, 6, 8].

Для учета влияния конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов важно подобрать параметр (параметры) диагностирования конкретного объекта и по его динамике в процессе эксплуатации определяют остаточный ресурс до потери работоспособного состояния. Причем факторы, определяющие работоспособность объекта при проектировании, практически не могут быть использованы при определении его текущего технического состояния, обеспечивая необходимую точность. Например, при проектировании цепных передач учитывается шесть важнейших факторов [9] для обеспечения их работоспособности, которые учитываются коэффициентами, определяемыми экспериментально.

В основу проектирования машин на этап эксплуатации закладывается остаточный ресурс, который определяется по интенсивности изменения структурного и функционального параметра. На интенсивность изменения параметров, обеспечивающих работоспособность контролируемого объекта, оказывает влияние множество факторов, которые определяют наработку до предельного состояния. При эксплуатации цепной передачи ее техническое состояние определяется зазором в сопряжении и контролируется суммарным угловым зазором с установленными предельными и номинальными значениями. Подконтрольные объекты, эксплуатирующиеся в одних условиях, предельного состояния достигают при разной наработке. Здесь важно перейти от среднего значения интенсивности изменения контролируемого параметра к фактическому, которые определяются по двум и более замерам с обеспечением погрешности менее 8 % (при использовании

средних значений интенсивности изнашивания процесс накопления износа деталей машин имеет отклонения до 50 %) [8].

Анализ динамики выходных параметров с экономической оценкой эффективности использования машины позволяет определить изменения области ее работоспособности. Снижение интенсивности изменений контролируемых параметров и их качественное улучшение техническим воздействием позволяет расширить область работоспособного состояния сборочных единиц, агрегатов, системы и машины в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зорин, В. А.** Основы работоспособности технических систем : учебник для вузов. – М. : ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.

2. Положение о гарантийном сроке эксплуатации сложной техники и оборудования. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.06.2008 № 952.

3. 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.

4. Влияние наработки на технико-экономические показатели строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Грузовик&. – 2007. – № 2. – С. 32–36.

5. Информационные технологии в определении себестоимости машино-часа строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 2 (23). – С.86–92.

6. 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.

7. Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Департамент «Белавтодор». Рекомендации по совершенствованию технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин с учетом целесообразности их эксплуатации на любом этапе с начала использования: ДМД 09191.7.008-2009. Введ. 01.03.09. – Минск : БелдорНИИ, 2009. – 90 с.

8. **Максименко, А. Н.** Эксплуатация строительных и дорожных машин : учеб. пособие / А. Н. Максименко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.

9. **Скойбеда, А. Т.** Детали машин и основы конструирования : учебник / А. Т. Скойбеда, А. В. Кузьмин, Н. Н. Майданчик ; под общ. ред. А. Т. Скойбеда. – 2-е изд., перераб. – Минск : Выш. шк., 2006. – 560 с.