

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАШИН И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ. СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИН

Эксплуатация машин сопровождается процессами изнашивания, физическим и моральным старением. В результате ухудшаются технико-экономические показатели использования техники. Для поддержания машин в исправном состоянии необходимо управлять их техническим состоянием, своевременно и качественно проводить ТО и ремонт, осуществлять хранение техники при оптимальном расходовании трудовых и материальных ресурсов.

Эффективность соблюдения правил ТО и ремонта, хранения и заправки машин проявляется как в сфере производственной эксплуатации, так и в сфере технической эксплуатации.

В области производственной эксплуатации достигается рост производительности и сменной выработки машин, повышение качества полевых работ, создаются условия для выполнения сельскохозяйственных работ в лучшие агротехнические сроки, что ведет к повышению продуктивности (в частности урожайности), улучшению качества продукции. Все это достигается при меньшей потребности в технике и механизаторских кадрах. В результате растет эффективность сельскохозяйственного производства и рентабельность хозяйств.

В области технической эксплуатации повышается надежность техники, мощностные и тяговые показатели, уменьшается число поломок, а также технологических отказов, связанных с некачественной работой машинно-тракторного агрегата, сокращаются простои по техническим причинам.

В табл. 1 приведены данные по ущербу от несоблюдения правил технической эксплуатации машин.

На техническое состояние машин влияют различные факторы:

- характер объектов обработки (растений, почвы) и их технологические свойства;
- природные условия: тип и состав почвы, ее засоренность камнями, температурный режим и влажность (воздуха, растений, почвы) в период проведения различных полевых работ, наличие склонов местности и др.;

Таблица 1 – Величина ущерба от нарушения правил технической эксплуатации

Виды нарушений правил	Виды и величина ущерба от систематического (СН) и несистематического (НН) нарушения правил
Несвоевременная замена масла в двигателе и агрегатах трансмиссии	Ресурс элементов машины уменьшается при СН – на 30 %; при НН – на 5...10 %
Не своевременная очистка масляной центрифуги или замена фильтра	Ресурс двигателя и агрегатов трансмиссии уменьшается при СН на 50%, при НН – на 10%
Несвоевременное обслуживание воздухоочистителя	Расход топлива увеличивается на 5 %, ресурс двигателя уменьшается на 5...15 %
Отсутствие проверки форсунок системы питания двигателя	При НН расход топлива увеличивается на 5... 10 %, при СН – на 10%; ресурс двигателя уменьшается на 20 %

Неправильная регулировка теплового зазора в механизме газораспределения двигателя	При НН расход топлива увеличивается на 1...2 %, при СН – на 2 %; ресурс двигателя уменьшается на 5 %
Ненадежное крепление аккумуляторной батареи	Ресурс аккумуляторной батареи уменьшается на 40...70 %
Ослабление болтовых соединений	Ресурс соединения уменьшается на 40...60 %
Давление воздуха в шинах ниже или выше нормативного	Ресурс шин уменьшается соответственно на 50 % и 20 %
Угол схождения направляющих колес не соответствует нормативному	Ресурс шин направляющих колес уменьшается на 30...60 %
Пропуск ТО-1	При НН ресурс уменьшается на 2 %, при СН – на 10%
Пропуск ТО-2	При НН ресурс уменьшается на 5 %, расход топлива увеличивается на 1 %; при СН ресурс уменьшается на 20 %, расход топлива увеличивается на 3 %
Пропуск ТО-3	При НН ресурс уменьшается на 10 %, расход топлива увеличивается на 3 %; при СН ресурс уменьшается на 30 %, расход топлива увеличивается на 5 %

- уровень организации ТО и ремонта;

- социально-экономические условия: квалификация механизаторов и работников инженерно-технической службы, возможность приобретения качественных запасных частей и эксплуатационных материалов (топлива, масел и др.).

Основным методом повышения экономичности и надежности работы машин становится качественное ТО.

1.1. Производственная и техническая эксплуатация и их составляющие

Жизненный цикл машины включает ряд стадий. Первая стадия – проектирование. На этой стадии закладывается надежность машины, т.е. насколько долго и бесперебойно она будет служить. Вторая стадия – изготовление машины, третья стадия – эксплуатация, и четвертая стадия – утилизация. Термин «эксплуатация» включает в себя все, что происходит с машиной между ее изготовлением и утилизацией.

Под эксплуатацией машин понимают совокупность организационных и технических мероприятий, обеспечивающих их бесперебойное и рациональное использование.

Различают производственную и техническую эксплуатацию.

Производственная эксплуатация заключается в использовании машины по назначению для получения продукции. Например, трактор используется на сельскохозяйственных или транспортных работах, плуг – для вспашки, зерноуборочный комбайн – для уборки зерна и т.д.

Техническая эксплуатация заключается в поддержании машин в работоспособном, исправном состоянии, а также предупреждении их простоев из-за

технических неисправностей. Техническая эксплуатация определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием машинно-тракторного парка с целью наиболее полной реализации технических возможностей тракторов и сельскохозяйственных машин, оптимизации материальных и трудовых затрат. Эффективность технической эксплуатации обеспечивает инженерно-техническая служба.

Техническая эксплуатация включает в себя обкатку, техническое обслуживание, диагностирование, ремонт, хранение и обеспечение машин эксплуатационными материалами.

Обкатка – это период работы машины после ее изготовления или капитального ремонта при постепенно увеличивающейся нагрузке в целях достижения приработки трущихся деталей.

Техническое обслуживание проводится для поддержания работоспособного состояния машин.

Диагностирование проводится для определения технического состояния машин при техническом обслуживании или по заявке механизатора для выявления места и причины неисправности.

Ремонт проводится для обеспечения исправности машины восстановлением или заменой вышедших из строя ее составных частей.

Хранение – содержание машин в местах размещения (помещения, навесы, открытые площадки) в соответствии с установленными правилами, выполнение которых обеспечивает сохраняемость машин до использования по назначению.

Сохраняемость – свойство машины сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения или транспортирования.

1.2. Износ деталей машин и пути снижения скорости изнашивания

Исправность машины характеризуется соответствием всех ее параметров величинам, приведенным в технической документации. Эти параметры называют *параметрами технического состояния машины*.

При работе машины происходит изменение параметров ее технического состояния до предельных значений, по достижении которых наступает отказ в работе (поломка). Изменение этих параметров возникает в результате изнашивания деталей, их деформации, нарушения регулировок, режимов работы и других причин.

Наибольшее влияние на нарушение параметров технического состояния оказывает *изнашивание* деталей – процесс отделения материала с поверхности детали или увеличения ее остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров или формы детали. Процесс изнашивания зависит от материала и качества обработки поверхности деталей, условий трения, нагрузки и др.

Изнашивание деталей в соединениях при работе происходит единообразно и описывается кривой износа (рис. 1.1). *Износом* называют результат изнашивания, определяемый в установленных единицах (длины, объема, массы и др.).

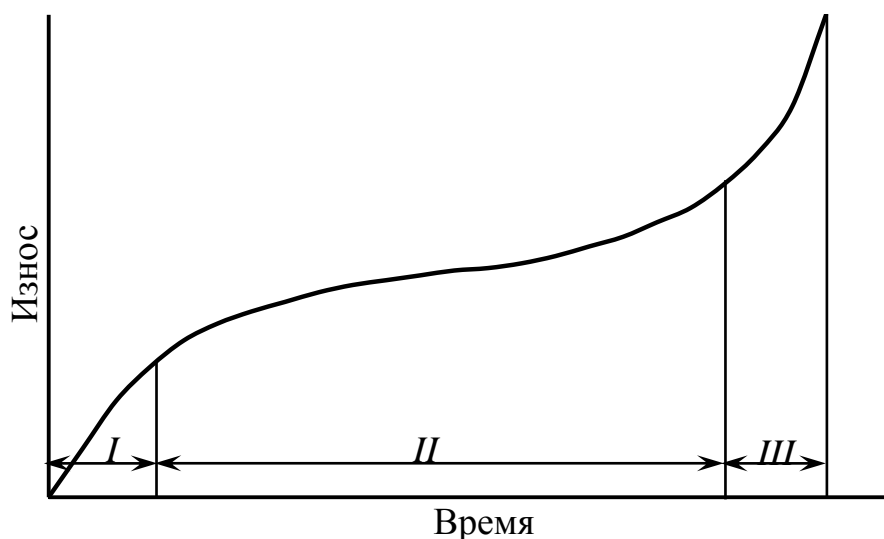


Рис. 1.1. Износ детали в зависимости от времени ее использования:
 I – период приработки соединения; II – период нормальной эксплуатации;
 III – период аварийного износа

На участке *I* происходит *приработка* соединения. В период приработки происходит срезание высот шероховатостей сопрягаемых поверхностей, в результате чего увеличивается площадь контакта поверхностей, улучшаются условия смазывания и, как следствие, замедляется изнашивание.

На участке *II* кривой происходит медленное нарастание износа деталей. Этот участок кривой называется периодом *нормальной эксплуатации* машины. Выраженный в единицах времени или наработки он показывает межремонтный срок службы машины.

На участке *III* происходит *резкое увеличение износа* (аварийный износ) деталей, ведущее к потере работоспособности (отказу). Аварийный износ происходит из-за ухудшения условий смазки в результате увеличения зазоров, возникновения ударных нагрузок и др.

Описанная закономерность изнашивания деталей характерна для основной массы соединений деталей тракторов и сельскохозяйственных машин. Однако кривая износа только качественно показывает процесс изнашивания, а интенсивность износа в зависимости от наработки (времени работы) у разных деталей различны.

Долговечность рабочих поверхностей деталей обеспечивается подбором оптимального сочетания материалов трущихся пар, оптимальной шероховатостью их поверхности, а также использованием смазочных материалов.

Для уменьшения интенсивности изнашивания повышают твердость трущихся поверхностей путем термической обработки, наплавки, хромирования и другими способами, а также предотвращают проникновение абразивных частиц к поверхностям трения с помощью уплотнений, воздухоочистителей и фильтров.

При механической обработке деталей необходимо обеспечивать оптимальную шероховатость поверхности. Например, для шатунных и коренных шеек коленчатого вала оптимальная шероховатость поверхности обеспечивается шлифованием и полированием.

Смазочные материалы позволяют разделить поверхности трения, уменьшить коэффициент трения, обеспечить более равномерное распределения давления и температуры в зоне контакта поверхностей, более интенсивно отводить теплоту из зоны трения, защитить рабочие поверхностей от коррозии и др.

Эффективным способом уменьшения интенсивности механического изнашивания является создание условий для жидкостного трения. Чем меньше частота вращения и чем больше удельная нагрузка на подшипник, тем больше должна быть вязкость масла для сохранения необходимой толщины масляного слоя. Перегрузка подшипника приводит к интенсивному его изнашиванию из-за резкого уменьшения толщины масляного слоя.

Одним из способов снижения интенсивности изнашивания деталей является нанесение на трущиеся поверхности прирабочных и антифрикционных покрытий, которые на начальном этапе работы деталей предохраняют трущиеся поверхности от задиров и способствуют быстрому образованию оптимальной шероховатости поверхности, которая в последующем обеспечит минимальную интенсивность изнашивания.

1.3. Понятие о техническом состоянии машин

Техническое состояние – это совокупность изменяющихся в процессе эксплуатации свойств машин. Эти свойства характеризуют пригодность машины к использованию по назначению и определяются значениями параметров и качественными признаками, которые установлены технической документацией.

Различают следующие виды технического состояния: исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное, предельное.

Исправным называют состояние машины, при котором она **удовлетворяет всем требованиям** нормативно-технической или конструкторской документации.

Неисправным называют состояние машины, при котором она **не соответствует хотя бы одному** из требований нормативно-технической или конструкторской документации.

Работоспособным называют состояние, при котором требованиям нормативно-технической или конструкторской документации соответствуют значения параметров машины, характеризующих ее способность выполнять заданные функции (пахать, сеять и т.д.).

Неработоспособным называют состояние, при котором значение хотя бы одного параметра машины, характеризующего ее способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической или конструкторской документации.

Таким образом, машина может быть работоспособной, но неисправной. Например, при повреждении окраска или обивки машина считается неисправной, так как не удовлетворяет всем требованиям нормативно-технической или конструкторской документации. При этом работоспособность машины (производительность, тяговое усилие и т.п.) сохраняется.

Предельным называют состояние машины, при котором ее дальнейшая эксплуатация недопустима или экономически не целесообразна.

1.4. Понятие о техническом обслуживании, диагностировании и ремонте машин

Техническое обслуживание (ТО) – это комплекс организационно-технических мероприятий и работ направленных на поддержание в работоспособном или исправном состоянии машин в процессе их эксплуатации с целью повышения надежности и эффективности работы.

Основными задачами технического обслуживания являются:

- своевременное выявление и устранение недостатков, снижающих эффективность работы машин и приводящих к возникновению отказов (поломок);
- предупреждение отказов машин, увеличение межремонтных сроков эксплуатации и сроков службы;
- проверка и доведение до установленных норм параметров оборудования систем, линейно-кабельных и распределительных устройств;
- подготовка машин к сезонной эксплуатации;
- проверка укомплектованности машин, наличия инструментов, пополнение эксплуатационных материалов;
- разработка мероприятий по совершенствованию форм и методов технического обслуживания и эксплуатации;

Процесс технического обслуживания включает подготовительные, контрольно-проверочные, регулировочно-настроечные, профилактические работы и работы по устранению неисправностей.

В процессе выполнения *подготовительных работ* производится подготовка инструмента, измерительного и диагностического оборудования, уточнение объема и содержания работ, составление плана ТО, подготовка слесарей и механизаторов к проведению технического обслуживания.

Контрольно-проверочные работы проводятся с целью установления соответствия между техническим состоянием машин и заранее установленными параметрами, которые изложены в эксплуатационной документации. При этом применяется как визуальный, так и инструментальный контроль. При выполнении контрольно-проверочных работ проводится выявление неисправных, изношенных или поврежденных элементов, подлежащих ремонту или замене.

Регулировочно-настроечные работы предусматривают доведение параметров машин (например, тепловой зазор в клапанах) до значений, установленных эксплуатационной документацией.

Профилактические работы проводятся для устранения выявленных недостатков в содержании машин, отказов (в том числе потенциально возможных) и неисправностей, продления общего ресурса машин.

Работы по устранению неисправностей заключаются в ремонте машин и их составных частей, рекламационная работе при выходе из строя машин в гарантийный период эксплуатации.

Техническая диагностика является составной частью технического обслуживания. Основной задачей технического диагностирования является обеспечение безопасности, функциональной надежности и эффективности работы машин, сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт, уменьшение простоев по техническим причинам.

Диагностирование – определение технического состояния машин без разборки или при минимальной разборке. Безразборное диагностирование проводится по внешним признакам неисправностей (дымность, шумы, характер работы двигателя), по показаниям контрольных приборов, диагностическими приборами с использованием специальных диагностических разъемов. Минимальная разборка подразумевает снятие отдельных деталей, таких как свечи зажигания или форсунки, отсоединение масло- и топливопроводов.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности машин, восстановлению их ресурса машин или их составных частей. В зависимости от сложности и объема работ выделяют текущий, средний и капитальный ремонт.

Текущий ремонт является неплановым, проводится при необходимости для обеспечения работоспособности машин до очередного среднего или капитального ремонта и включает в себя работы по замене или восстановлению работоспособности отдельных составных частей машины. Текущий ремонт представляет собой минимальный по объему вид ремонта, не требующий специального ремонтного оборудования.

Средний ремонт (чаще применим при эксплуатации оборудования) является плановым и проводится после израсходования межремонтного ресурса с целью восстановления исправности и частичного восстановления ресурса машин с заменой или восстановлением составных частей и контролем их технического состояния. Ремонт машин, на которые межремонтный срок не установлен, планируется исходя из их фактического состояния. В отдельных случаях может проводиться неплановый средний ремонт, который включает в себя работы по восстановлению работоспособности оборудования после отказов средней сложности.

Капитальный ремонт проводится с целью восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановления ресурса машины с заменой любых составных частей и их регулировкой. Капитальный ремонт является плановым и проводится после истечения межремонтного срока (ресурса), или если по своему фактическому состоянию машина требует выполнения значительного объема работ.

Совокупность свойств конструкции машины, которые показывают ее приспособленность к операциям ТО, диагностирования, хранения и ремонта называется *эксплуатационной технологичностью*.

Эксплуатационная технологичность зависит от следующих свойств машины:

- *контролепригодности* – наличия на машине встроенных средств контроля технического состояния (приборов, индикаторов), удобства подсоединения внешних диагностических приборов, трудоемкостью диагностирования;

- *доступности* – наличия свободного и удобного доступа к составным частям при регулировании, ТО и ремонте;
- *стандартизации и унификации* составных частей и деталей, что позволяет использовать типовые процессы и оснастку при ТО и ремонте;
- *легкосъемности*, которая характеризуется низкой трудоемкостью замены неисправных деталей;
- *восстанавливаемости* – применения материалов и деталей, позволяющих восстановить составные части до номинальных значений их параметров;
- *сложность операций ТО и ремонта*, которая определяется потребностью в сложном оборудовании и высокой квалификации работников.
- *сохраняемости машины*, т.е. возможности поддержания ее эксплуатационных свойств при хранении (на открытой площадке, под навесом, в помещении), числа составных частей, требующих снятия при хранении, герметизации и консервации, количества и качества консервационных материалов и способов их нанесения, трудоемкости ТО при хранении.

Чем выше эксплуатационная технологичность машин, тем меньше их простой на ТО, диагностирование и ремонт, а следовательно выше производительности машин и ниже затраты на техническую эксплуатацию.

Исследования, проведенные в ГОСНИТИ, показали, что 60...70 % общей продолжительности диагностирования составляет вспомогательное время, необходимое на подготовку, установку и снятие средств диагностирования. Следовательно один из наиболее перспективных путей совершенствования ТО, диагностирования и хранения машин заключается в улучшении их приспособленности к операциям ТО и диагностированию, а также уменьшении количества и продолжительности вспомогательных операций.

Основными направлениями повышения приспособленности машин к ТО являются:

- использование более долговечных и безотказных составных частей;
- внедрение автоматически регулируемых механизмов для сокращения количества операций планового ТО;
- увеличение периодичности выполнения операций ТО.

Конструкция машины должна отвечать условиям эксплуатации, обеспечивать без дополнительной заправки топливом непрерывную работу механизмов не менее 10 ч, не требовать проведения мероприятий по ТО в течение смены.

Расположение контрольных и сливных пробок должно обеспечивать свободный доступ к ним, возможность слива жидкости без потерь, исключить попадание смазочного материала на поверхности прилегающих частей машины или на руки обслуживающего персонала.

Наливные горловины емкостей машин должны располагаться в доступных и защищенных от загрязнений местах, обеспечивать механизированную заправку, исключать попадание пыли и грязи в емкости при заправке.

Уплотнения в подшипниковых узлах должны обеспечивать надежную защиту полостей от проникновения пыли и грязи. Конструкция и расположение пресс-масленок должны обеспечивать возможность применения стандартного

смазочного оборудования с одним типом смазочного наконечника, полную и быструю очистку от пыли и грязи.

В смазочной и топливной системах целесообразно применять сменные фильтрующие элементы одноразового пользования, быстродействующие зажимы и соединения. Замена элементов должна выполняться от руки без применения инструмента.

Конструкция емкостей для рабочих жидкостей, масла и топлива должна предусматривать возможность визуального контроля уровня в пределах допустимого перепада.

Резьбовые соединения, устанавливаемые в труднодоступных местах, должны исключать возможность самоотворачивания крепежных деталей. В наиболее ответственных соединениях необходимо применять самоконтрящиеся крепежные детали, изготовленные из качественных сталей с термической обработкой и покрытием наружных поверхностей.

Конструкция машин должна обеспечивать свободный доступ стандартными ключами к граням болтов и гаек, требующих подтягивания. Необходимо исключить проворачивание болта при подтягивании гайки или наоборот.

Аккумуляторные батареи должны размещаться вне кабины в местах, обеспечивающих возможность контроля уровня и плотности электролита в каждом аккумуляторе непосредственно на машине. Крышки аккумуляторного отсека необходимо снабжать быстродействующими зажимами.

Конструкции узлов и агрегатов электрооборудования должны обеспечивать влагозащищенность при наружной мойке машин и легкоъемность путем применения штекерных разъемов.

Конструкции навесных и полунавесных машин должны иметь регулируемые подставки, обеспечивающие удобство составления машинно-тракторного агрегата и хранения машины. Навешенные сельскохозяйственные машины не должны ухудшать доступ к местам обслуживания.

Машины, требующие выполнения операций ежесменного ТО (ЕТО) на высоте более 1,5 м от уровня земли, должны быть оборудованы подножками, и площадками с рифленой или обрешеченной опорной поверхностью.

1.5. Основы обеспечения работоспособности машин

Работоспособность машин в первую очередь зависит от скорости изменения параметров их технического состояния, стабильности и продолжительности сохранения значений этих параметров в заданных допустимых пределах. Превышение хотя бы одним параметром предельного значения означает нарушение исправности или работоспособности машины.

Наиболее перспективный и радикальный путь обеспечения высокой работоспособности – это *улучшение физико-механических свойств материалов деталей и конструкции машины*. Применение износостойких материалов, точная обработка деталей, использование улучшенных уплотнений, фильтров и других устройств снижают скорость изнашивания поверхностей трения, увеличивают надежность и ресурс машины.

Обеспечение работоспособности машин при их технической эксплуатации достигается применением оптимальных допустимых значений параметров и периодичности ТО, своевременным и качественным выполнением всех операций ТО и ремонта, предупредительной заменой деталей, которые могут отказать в предстоящий период работы. В результате увеличивается наработка между отказами, уменьшается средняя скорость изменения параметров состояния машины.

Следующим путем обеспечения работоспособности является *высококвалифицированное использование машин в процессе производственной эксплуатации*. Правильное технологическое регулирование машины, плавное изменение ее движения, уменьшение случаев перегрузки, правильный выбор режимов работы, механизированная заправка машин топливом – все это создает благоприятные условия бесперебойной эксплуатации машины.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение производственной и технической эксплуатации.
2. Какие элементы включает в себя техническая эксплуатация машин?
3. Назовите характерные участки кривой износа.
4. Дайте определение исправного и работоспособного состояния машин.
5. Назовите задачи технического обслуживания машин.
6. Какие виды работ включает процесс технического обслуживания?
7. Назовите виды ремонта машин.
8. Назовите свойства эксплуатационной технологичности машин.
9. Назовите направления повышения приспособленности машин к ТО.
10. Назовите пути обеспечения работоспособности машин.