



С.М. Кравченко
В.А. Слеченко

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН



УДК 621.86 [87+69+52] – 049.7 (075.8)
ББК 38.6 – 5я73

Серия «Учебники ТГАСУ» основана в 2013 году

Кравченко, С.М. Эксплуатация и надежность подъемно-
К772 транспортных, строительных и дорожных машин [Текст] :
учебное пособие / С.М. Кравченко, В.А. Слепченко. – Томск :
Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2018. – 292 с.
ISBN 978-5-93057-857-7

В учебном пособии изложен материал по эксплуатации и надежности подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин (ПТСДМ). Приведены основные сведения об изменении технического состояния и надежности машин в процессе эксплуатации, даны закономерности изнашивания и разрушения деталей машин и способы их поддержания в технически исправном состоянии. Рассмотрены вопросы планирования, организации и регулирования процессов производства, диагностирования, технического обслуживания и ремонта машин. Даны рекомендации по оценке эффективности использования парка машин по времени и производительности. Большое внимание уделено вопросам по надежности и долговечности машин.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, а также для специалистов, занятых в области эксплуатации и ремонта машин и решающих рациональные эксплуатационные вопросы производственно-технического характера.

УДК 621.86 [87+69+52] – 049.7 (075.8)
ББК 38.6 – 5я73

Рецензенты:

докт. техн. наук, профессор кафедры «Теоретическая и прикладная механика» Национального исследовательского Томского политехнического университета **Л.А. Саруев**;
докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили и тракторы», декан механико-технологического факультета Томского государственного архитектурно-строительного университета **Ю.А. Власов**.

ISBN 978-5-93057-857-7

© Томский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2018
© Кравченко С.М.,
Слепченко В.А., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Введение	8
1. Общие положения и система управления качеством эксплуатации машин	12
1.1. Основные понятия, термины и определения.....	12
1.2. Показатели качества эксплуатации машин и их взаимосвязь	18
1.3. Система управления качеством эксплуатации машин и их взаимосвязь	24
Контрольные вопросы	27
2. Оценка эффективности использования машин по времени и производительности	29
2.1. Основные понятия эффективности использования машин. Методы их оценки	29
2.2. Режимы работы машин по времени	31
2.3. Оценка годового режима работы парка машин	37
2.4. Виды производительности машин и их оценка	38
2.5. Техничко-экономическая оценка эффективности использования парка машин	44
Контрольные вопросы	50
3. Отказы в машинах	51
3.1. Изменение потенциальных свойств машины в процессе эксплуатации	51
3.2. Состояние машины	53
3.3. Классификация отказов.....	55
3.4. Причины потери работоспособности машин и оборудования	57
3.5. Основные понятия и определения по изнашиванию деталей машин	62
3.6. Виды и характер изнашивания деталей машин	63
3.7. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания деталей машин	73
3.8. Влияние смазочного материала на процесс трения узлов	79
Контрольные вопросы	84
4. Основы надежности машин	86
4.1. Основные понятия и определения надежности машин.....	86
4.2. Показатели надежности и их характеристика.....	89

4.3. Случайные величины и их статистические показатели	94
4.4. Определение законов распределения отказов.....	96
4.5. Техничко-экономический метод определения оптимальной долговечности машин	100
4.6. Основные направления повышения надежности машин	103
4.6.1. Общая характеристика способов повышения надежности машин.....	103
4.6.2. Эксплуатационные мероприятия повышения надежности машин.....	104
Контрольные вопросы	108
5. Закономерности изнашивания элементов машин	109
5.1. Общая закономерность изнашивания и ее влияние на долговечность машин.....	109
5.2. Назначение предельных износов деталям машин	115
5.3. Определение оптимальной периодичности замены режущего инструмента роторных траншейных экскаваторов по экономическому критерию	120
5.4. Оценка долговечности элементов машин	128
Контрольные вопросы	131
6. Влияние режимных и эксплуатационных факторов на долговечность двигателей внутреннего сгорания.....	133
6.1. Общие положения.....	133
6.2. Допустимые отклонения мощности двигателя в эксплуатации	135
6.3. Влияние теплового режима и степени очистки воздуха на долговечность двигателя.....	137
6.4. Влияние эксплуатационных регулировок на долговечность двигателя	142
6.5. Влияние скоростного режима работы на долговечность двигателя	147
Контрольные вопросы	148
7. Система технической эксплуатации парков машин.....	150
7.1. Обеспечение работоспособности парка машин в процессе эксплуатации	150
7.2. Стратегии технической эксплуатации машин.....	151
7.3. Общие положения системы технического обслуживания и ремонта парка машин.....	153

7.4. Расчет годовой производственной программы технического обслуживания и ремонта парка машин.....	159
7.5. Определение фондов рабочего времени и численности производственных рабочих	163
Контрольные вопросы	165
8. Технологические процессы эксплуатации машин	166
8.1. Технология технического обслуживания машин	166
8.2. Технология текущего ремонта машин.....	170
8.3. Технология капитального ремонта машин.....	172
8.4. Расчет числа рабочих постов технического обслуживания и ремонта машин	177
8.5. Расчет числа передвижных мастерских технического обслуживания и текущего ремонта машин	179
Контрольные вопросы	182
9. Планирование, организация и регулирование процессов производства технического обслуживания и ремонта машин	183
9.1. Планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту машин	183
9.1.1. Аналитический метод расчета технических воздействий.....	184
9.1.2. Расчет порядкового номера месяца капитального ремонта.....	188
9.1.3. Разработка месячного плана-графика технического обслуживания и ремонта парка машин	188
9.2. Организация проведения плановых работ по техническому обслуживанию машин	189
9.3. Организация проведения ремонтных работ	195
9.4. Организационная структура управления ремонтно-технической службой эксплуатационных предприятий	198
9.5. Управление производством на ремонтных заводах	203
Контрольные вопросы	206
10. Диагностика технического состояния машин	208
10.1. Общие понятия и положения о диагностике машин	208
10.2. Основная цель и задачи технической диагностики	212
10.3. Виды диагностирования.....	215
10.4. Организация диагностирования машин.....	218
10.5. Служба технической диагностики и ее функции.....	223
10.6. Способы диагностирования машин	224

10.7. Субъективные и объективные методы диагностирования	226
10.8. Прогнозирование технического состояния машин.....	233
10.8.1. Закономерности изменения диагностических параметров	233
10.8.2. Определение неизвестных показателей функции, отображающих изменение параметра технического состояния во времени	235
10.8.3. Прогнозирование показателей долговечности цилиндропоршневой группы тракторного дизеля	240
10.8.4. Пример расчета ресурса цилиндропоршневой группы дизеля	242
Контрольные вопросы	248
11. Подготовка машин к эксплуатации	250
11.1. Приемка, обкатка и ввод машин в эксплуатацию.....	250
11.2. Монтаж и демонтаж грузоподъемных машин	254
11.3. Транспортирование машин.....	255
11.4. Хранение машин	267
11.5. Выбраковка и списание машин с баланса предприятия.....	271
11.6. Производственный контроль за безопасностью эксплуатации грузоподъемных кранов	272
11.6.1. Регистрация грузоподъемных кранов	272
11.6.2. Разрешение на пуск крана в работу.....	274
11.6.3. Техническое освидетельствование	275
11.6.4. Требования к руководителям и работникам организаций, осуществляющим эксплуатацию грузоподъемных кранов	279
11.7. Фирменное обслуживание строительных и дорожных машин	281
Контрольные вопросы	285
Заключение	287
Библиографический список	289

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

1.1. Основные понятия, термины и определения

Под эксплуатацией подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин (ПТСДМ) понимают систему организационно-технических мероприятий, обеспечивающих их производственную эффективность и работоспособность при безопасном использовании по функциональному назначению с учетом минимальных воздействий на окружающую среду. На строительных объектах важно обеспечить безотказную работу машин для эффективного использования потенциальных возможностей по назначению. Эта задача решается при организации прогнозирования работоспособности машин при проведении плановых мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту.

При эксплуатации машины находятся во взаимосвязи с окружающей средой, человеком и объектом. Количественные накопления различных воздействий на машины приводят к изменению их качественных показателей, что соответственно ведет к нарушению технического состояния. Для замедления изменения этих показателей в процессе эксплуатации следует эффективно управлять техническим состоянием машин в целях их высокопроизводительной и надежной работы при оптимальных и трудовых затратах.

В нормативно-технической литературе под *эксплуатацией* чаще всего понимают стадию или этап жизненного цикла машины, на которых реализуется, поддерживается и восстанавливается их качество. Жизненный цикл машин – это отрезок времени, измеряемый с начала проведения работ по разработке проекта изготовления машины и до снятия ее с производства.

Жизненный цикл машин можно подразделить на три стадии [6]:

1. Общие положения и система управления качеством

1. *Стадия разработки*, которая включает в себя последовательное проведение научно-исследовательских работ, работ по проектированию машины, изготовление опытных образцов и их испытание. Это начальная стадия жизненного цикла машины. В процессе ее выполнения учитываются вопросы по надежности и ремонтпригодности.

2. *Стадия серийного производства*, которая предусматривает технологическую подготовку производства (разработка технологической документации, изготовление первого комплекта технологического оборудования, оснастки и инструмента), изготовление серийной партии выпускаемых изделий, а также организацию контроля качества выполняемых работ по изготовлению.

3. *Стадия эксплуатации машин*, которая включает в себя выполнение ими основных функций по назначению, а также проведение технического обслуживания и всех видов ремонта.

Понятно, что стадия эксплуатации машин является самой длительной: она начинается с момента ввода машин в эксплуатацию и заканчивается их утилизацией. В связи с этим жизненный цикл машин на стадии их эксплуатации может представлять собой совокупность последовательных этапов, таких как ввод машин в эксплуатацию, использование по назначению, монтаж (демонтаж), транспортирование, хранение, техническое обслуживание (ТО) и ремонт, а также их утилизация.

В общем случае жизненный цикл машин может иметь продолжительность как минимум два цикла эксплуатации и один капитальный ремонт. Окончание жизненного цикла машины как модели определяется моментом прекращения ее серийного производства. В этом случае жизненный цикл может иметь продолжительность в несколько десятилетий и включает в себя все три стадии: разработку, производство и эксплуатацию машин.

Различают производственную и техническую эксплуатацию машин.

Производственная эксплуатация решает вопросы рационального использования машин по назначению. Под *производ-*

ственной эксплуатацией ПТСДМ понимают систему организационно-технических мероприятий, обеспечивающих высокую производительность и безопасность работы при минимальных затратах на поддержание в исправном состоянии сборочных единиц и машин в целом. Уровень использования машин определяется в значительной степени правильным выбором их типов, необходимого их количества, а также выбором рациональных схем производства работ и оптимальных режимов работы машин при выполнении заданного технологического процесса.

Вопросы оптимальных режимов работы машин на строительных объектах рассматриваются с точки зрения реализации технических характеристик и взаимодействия их в технологическом процессе строительного производства.

Техническая эксплуатация машин включает в себя несколько основных жизненных этапов, таких как ввод машины в эксплуатацию, транспортирование, монтаж (демонтаж), хранение, техническое обслуживание и ремонт. Поясним эти понятия.

Ввод в эксплуатацию – это событие, определяющее готовность машины к использованию по назначению и документально оформленное в установленном порядке. При вводе машины в эксплуатацию осуществляется последовательное проведение ряда мероприятий, таких как приемка и закрепление машины за эксплуатирующим подразделением, пуск и регулирование, обкатка, контроль технического состояния машины и регистрация.

Транспортирование при эксплуатации (транспортирование) – это этап технической эксплуатации, начинающийся с момента погрузки машины и заканчивающийся ее разгрузкой на месте назначения. В процессе транспортирования к месту назначения при необходимости используют транспортные и грузоподъемные средства. В зависимости от дальности и возможности условий доставки к пункту назначения машины транспортируют: собственным ходом, на буксире, в кузове грузовых автомобилей, на прицепах-тяжеловозах (трейлерах), железнодоро-

1. Общие положения и система управления качеством

рожным и водным транспортом. Способ транспортирования определяется габаритными размерами и массой машин, а также ограничениями, связанными с техническими и материальными возможностями транспортных средств. Наиболее распространенным и целесообразным является транспортирование машин и строительного оборудования по автомобильным дорогам.

Демонтаж (или частичный демонтаж) машин производится в случае транспортирования их по автомобильным дорогам, если размеры автопоезда не соответствуют транспортному габариту, предусмотренному Правилами дорожного движения, а также когда нет гарантии сохранности их товарного вида в процессе транспортирования железнодорожным или водным транспортом. После прибытия машин к месту назначения проводят монтаж снятых с них сборочных единиц.

Хранение при эксплуатации (хранение) – этап технической эксплуатации, в ходе которого осуществляется содержание неиспользуемой по назначению машины в заданном состоянии в отведенном для ее размещения месте с обеспечением сохранности в течение заданного срока. Каждое предприятие обязано обеспечить правильное хранение эксплуатируемых машин. Причем хранение машин может быть: межсменное – с прекращением эксплуатации до 10 дней; кратковременное – от 10 дней до двух месяцев; длительное (долговременное) – более двух месяцев. Хранение машин включает ряд организационно-технических мероприятий. При этом машину очищают, моют, проводят периодическое техническое обслуживание, предохраняют (консервируют) детали от порчи и осуществляют доставку на закрепленное место хранения.

Техническое обслуживание – это комплекс профилактических работ по проведению технических воздействий в плановом порядке для поддержания работоспособности и надежности машин. Периодическое техническое обслуживание предусматривает своевременную чистку, регулировку, смазывание, проведение крепежных работ машин, что снижает интенсивность изнашива-

ния деталей. В состав операций по техническому обслуживанию входят работы профилактического характера, такие как уборочно-моечные, крепежные, контрольно-диагностические, регулировочные и смазочно-заправочные.

Несмотря на регулярное и качественное техническое обслуживание, износ деталей и сборочных единиц достигает при эксплуатации таких пределов, что дальнейшее использование машины или ее составных частей становится нецелесообразным или даже опасным. В этом случае необходимо проводить ремонт отдельных составных частей или машины в целом.

Ремонт – это комплекс операций по восстановлению работоспособности или исправности машины в целом или сборочных единиц. В состав работ по ремонту машин входят профилактические и восстановительные мероприятия. Однако доля восстановительных мероприятий при ремонте является преобладающей. Восстановительные мероприятия включают в себя разборочные, сборочные, слесарные, механические, кузнечные, станочные, сварочные и другие работы.

Различают текущий (ТР) и капитальный (КР) плановые ремонты. Целью *текущего ремонта* является устранение отказов и неисправностей элементов машин, возникающих в процессе ее эксплуатации, и обеспечение технической исправности машины до следующего планового ремонта. При текущем ремонте производят частичную разборку машины, в зависимости от ее технического состояния, восстановление и замену отдельных сборочных единиц.

Капитальный ремонт предусматривает восстановление первоначальных параметров эксплуатационных свойств машины путем полной ее разборки, дефектовки деталей и проведения комплекса ремонтно-восстановительных работ. В капитальный ремонт направляются, как правило, машины, для восстановления работоспособности которых требуется разборка 60–70 % сборочных единиц.

1. Общие положения и система управления качеством

Диагностирование машин представляет собой процесс определения технического состояния машины в целом или ее составных частей путем измерения и контроля значений диагностических параметров с помощью специальных средств. С помощью диагностирования можно обнаружить на ранней стадии развития будущие неисправности и отказы в машине.

Сервисное обслуживание ПТСДМ может включать в себя следующие основные виды работ и услуг:

- подбор и поставки машин, комплектующих изделий, оборудования, запасных частей и материалов;
- предпродажную подготовку, гарантированное техническое обслуживание и гарантированный ремонт;
- очистку, заправку эксплуатационными материалами, мойку, постановку машины на хранение (снятие машины с хранения);
- техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт;
- осмотр и инструментальный технический контроль (техническая диагностика машины);
- капитальный ремонт машины (ее основных агрегатов);
- оснащение машины дополнительным оборудованием;
- информационное обеспечение производителей и владельцев машин;
- консультации и обучение персонала предприятий, организаций, предпринимателей, физических лиц – владельцев машин.

Технический сервис ПТСДМ в системе сервисного обслуживания – это целенаправленная деятельность юридических или физических лиц, не являющихся потребителями машин, по обеспечению эффективной и безопасной их технической эксплуатации.

Фирменный метод технического обслуживания (фирменное обслуживание) – это выполнение технического обслуживания машины предприятием-изготовителем.

Фирменный метод ремонта (фирменный ремонт) – это выполнение ремонта предприятием-изготовителем.

1.2. Показатели качества эксплуатации машин и их взаимосвязь

Одним из основных вопросов в процессе эксплуатации машин является оптимальный выбор машины или комплекта машин или необходимость оценить машину с точки зрения целесообразности ее использования в заданных условиях. Это осуществляется на основе потенциальных возможностей машин. Основными показателями этих возможностей является качество машин.

Под качеством машины в целом понимается совокупность свойств, обуславливающих пригодность машины удовлетворять определенным потребностям в соответствии с ее использованием по назначению.

Качество эксплуатации машин, как правило, оценивается комплексом эксплуатационных свойств. Системный подход позволяет выявить и оценить влияние различных факторов на эффективность функционирования системы, т. е. сформированный комплект эксплуатационных свойств. Это минимальное, но вполне достаточное число свойств и их показателей для всесторонней оценки эффективности использования машины на этапе ее эксплуатации. Установлено, что машины различных принципов действия, конструктивного исполнения и применения имеют различные комплексы эксплуатационных свойств. В общем случае для подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин комплекс эксплуатационных свойств состоит из пяти взаимосвязанных систем [4].

1. Первая система включает в себя социально значимые свойства машины, которые оказывают существенное влияние на жизнь, здоровье, общее состояние и работоспособность машиниста-оператора, эстетические потребности человека, воздействия на окружающую среду, т. е. к ним относятся: безопасность, эргономичность, экологичность и техническая эстетичность.

2. Вторая система, характеризующая функциональное назначение машины, объединяет свойства, определяющие основные

1. Общие положения и система управления качеством

функции, которые обуславливают область применения. Это энергоэффективность, проходимость, маневренность, транспортабельность (или мобильность), универсальность и информативность.

3. Третья система характеризует экономичность эксплуатации машины и включает в себя показатели ресурсопотребления: топливную экономичность, эксплуатационную материалоемкость, трудоемкость выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту машин, потребность в запасных частях.

4. Четвертая система, определяющая новые показатели технического сервиса, характеризует степень ответственности изготовителя перед потребителем машин. В нее входят: показатели надежности, гарантии изготовителя и уровень развития сервисной сети, обеспеченность технической документацией, возможность и условия лизинга машин.

5. Пятая система включает в себя показатели эффективности машин, на которых базируется интегральный показатель качества, т. е. цену приобретения, цену эксплуатации, скидки и льготы поставщика, размеры налоговых платежей и сборов.

Рассмотрим некоторые основные свойства представленных систем качества эксплуатации машин.

Безопасность машины – это эксплуатационное свойство, обеспечивающее устранение или сведение к минимуму последствий аварийных ситуаций при транспортировке, выполнении рабочих процессов и технических воздействий на машину. При несоответствии показателей этого свойства номинальным значениям или требованиям нормативно-технической документации появляется вероятность возникновения аварийной ситуации. Выполнение требований обеспечения безопасности работы является важнейшим условием при эксплуатации машин.

Эргономические свойства, характеризующие систему «человек – машина», учитывают комплекс физиологических, психофизиологических, антропометрических и гигиенических показателей. Эти показатели определяют удобство и легкость управления ма-

шиной и влияют на общее состояние и работоспособность машиниста-оператора или водителя.

Физиологические показатели характеризуют соответствие машины силовым, скоростным и энергетическим возможностям машиниста. Например, согласно единым требованиям к безопасности и эргономичности конструкции дорожных машин, усилия, прикладываемые машинистом к рычагам и педалям, не должны превышать 60 Н, на педалях – 120 Н, рулевом колесе – 115 Н.

Психофизиологические показатели характеризуют соответствие машины зрительным и психологическим возможностям человека. Возможность восприятия информации оценивается обзорностью фронта работы машины.

Антропометрические показатели характеризуют соответствие органов управления, формы и размеров рабочего места размерам и форме тела человека. Исследования показывают, что работоспособность машиниста не менее чем на 15 % зависит от расположения органов управления.

Гигиенические показатели характеризуют уровни шума, вибрации, освещенности, температуры, влажности, запыленности и токсичности. Эти показатели характеризуют уровни вредных факторов, воздействующих на организм человека.

Экологичность – это свойство, характеризующее уровень воздействия машины при ее эксплуатации на окружающую среду. К экологическим показателям относятся: создаваемый внешний шум; содержание оксида углерода и углеводородов в отработанных газах машин с бензиновыми двигателями; дымность отработавших газов и выбросы вредных веществ дизельных машин; уровень создаваемых радиопомех. При выборе и определении этих показателей необходимо учитывать требования по охране окружающей среды.

Техническая эстетичность – это эксплуатационное свойство, характеризующее сочетание технических и художествен-

1. Общие положения и система управления качеством

ных решений в конструкции машины. К основным элементам технической эстетичности относятся: оригинальность конструкции машин, выразительность, гармоничность и соответствие уровню и стилю. Большое внимание уделяют цвету окраски машины. Например, рациональной считают окраску, уменьшающую утомление глаз и сокращающую время их адаптации, а также исключаящую появление отблесков солнечных лучей.

Энергоэффективность – это свойство машины, характеризующееся ее тягово-скоростными показателями.

Тягово-скоростные показатели представляют собой совокупность параметров, определяемых результатами совместной работы двигателя, трансмиссии и движителя, и характеризует энергетические возможности землеройно-транспортных машин по осуществлению рабочего процесса.

Тягово-скоростные показатели землеройно-транспортных машин включают в себя тяговое усилие на рабочем органе, рабочую скорость и коэффициент буксования. В качестве комплексного тягово-скоростного показателя используется тяговая мощность на рабочем органе.

Коэффициент буксования δ , характеризующий потери скорости при буксовании, можно определить по формуле

$$\delta = \frac{v_T - v_D}{v_T} 100 \%, \quad (1.1)$$

где v_T – теоретическая скорость движения машины при отсутствии буксования; v_D – действительная скорость движения машины, установленная опытным путем.

Тягово-скоростные показатели определяют аналитически или в результате проведения тяговых испытаний. Результаты расчетов и испытаний представляют в виде графика, получившего название тяговой характеристики. При помощи тяговой характеристики, наряду с основными параметрами работы ма-

шины на разных передачах, и при помощи различных нагрузок можно определить рациональные скоростные режимы ее работы, исходя из максимальной тяговой мощности.

Проезжимость машины зависит от многих факторов и характеризуется: силой тяги, давлением на грунт, дорожным просветом (клиренсом), углами переднего и заднего съездов, а у машины с колесным ходом, кроме того, числом ведущих осей и колес, давлением в шинах, рисунком протектора, продольным и поперечным радиусом проезжимости.

Маневренность машины характеризуется возможностью ее поворота или разворота на ограниченной площадке.

Транспортабельность (или мобильность) машины – это свойство, характеризующее ее подвижность и способность к быстрому преодолению расстояния. Для машин, перемещающихся с помощью прицепа-тяжеловоза, бортового автомобиля или на буксире тягача, используется термин «транспортабельность», а для самоходных машин – понятие «мобильность».

Универсальность – это свойство машины, характеризующее возможность ее использования с различным сменным оборудованием. Универсальность позволяет использовать машину всевозможным образом на основных и вспомогательных работах, тем самым увеличивая коэффициент ее использования в течение года, и определяется временем замены и количеством сменного рабочего оборудования.

Информативность – это эксплуатационное свойство, характеризующее возможность получения оператором информации на бортовых приборах от средств диагностики о техническом состоянии, режимах работы машины и предварительных ситуациях непосредственно в кабине машины.

Топливная экономичность – это эксплуатационное свойство, характеризующее способность машины выполнять рабочий процесс с минимальным расходом топлива в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

1. Общие положения и система управления качеством

Топливная экономичность зависит от конструктивных особенностей и технического состояния машин, а также от квалификации машиниста и уровня организации технологического процесса производства работ.

Показателями топливной эффективности являются часовой расход топлива и удельные расходы топлива на единицу эффективной мощности двигателя или объема выработанной продукции.

Часовой расход топлива, кг/ч, определяют по формуле

$$G_T = V_T \cdot \rho, \quad (1.2)$$

где V_T – объемный расход топлива, $\text{дм}^3/\text{ч}$; ρ – плотность топлива, $\text{кг}/\text{дм}^3$.

Удельный расход топлива, $\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, можно определить по выражению

$$g_e = 1000G_T / N_e, \quad (1.3)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт.

Для тракторных дизелей на оптимальных режимах работы удельный расход топлива находится в пределах 125–150 $\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, а для карбюраторных двигателей – 180–200 $\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$.

Кроме вышесказанных измерений для суждения о топливной экономичности принято относить расход топлива на единицу выполненной продукции, например 1 м^2 спланированной поверхности или 1 м^3 разработанного грунта.

Удельный расход топлива на единицу объема произведенной продукции, $\text{г}/\text{ед. прод.}$, определяют по выражению

$$g_{\text{п}} = 1000G_T / \Pi_{\text{к}}, \quad (1.4)$$

где $\Pi_{\text{к}}$ – конструктивно-расчетная производительность.

Одним из основных показателей качества машин является их надежность, т. е. свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режи-

мах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Надежность – это комплексное свойство, которое в зависимости от назначения машины и условий ее эксплуатации может включать такие свойства: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, которые подробно рассматриваются в разд. 4.

Показатели эксплуатационных свойств машин позволяют достаточно точно сравнивать эффективность машин различных типов одного и того же вида между собой в одинаковых условиях эксплуатации; оценивать, в какой степени основные параметры машин и их конструкция отвечают различным условиям работы; выявлять резервы увеличения производительности и пути их использования.

Качество машины в целом оценивается при ее создании, изготовлении и в процессе ее эксплуатации по большому числу показателей эксплуатационных свойств. Поскольку процесс эксплуатации является одним из основных этапов жизненного цикла машин, то с точки зрения эффективности их использования по назначению приемлемы не все показатели, оценивающие объективно качество машин, а только их часть, отражающая конкретные условия эксплуатации, надежность работы, показатели эксплуатационной производительности машин и энергоемкости.

1.3. Система управления качеством эксплуатации машин

Одним из способов повышения качества машин является разработка и внедрение на предприятиях систем управления качеством эксплуатации машин (СУКЭМ).

Под качеством эксплуатации машин следует понимать совокупность производственно-технических процессов, относящихся к мероприятиям по обеспечению использования машин

1. Общие положения и система управления качеством

по назначению, в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Система управления качеством эксплуатации машин представляет собой совокупность объектов управления (производственные процессы обеспечения качества эксплуатации машин), субъектов управления (организационные структуры, т. е. службы и производственные подразделения предприятия) и средств управления (нормативно-техническая документация), необходимых для руководства качеством эксплуатации машин.

Структурная схема управления качеством эксплуатации машин и строительного оборудования (МиСО) на предприятии представлена на рис. 1.1.

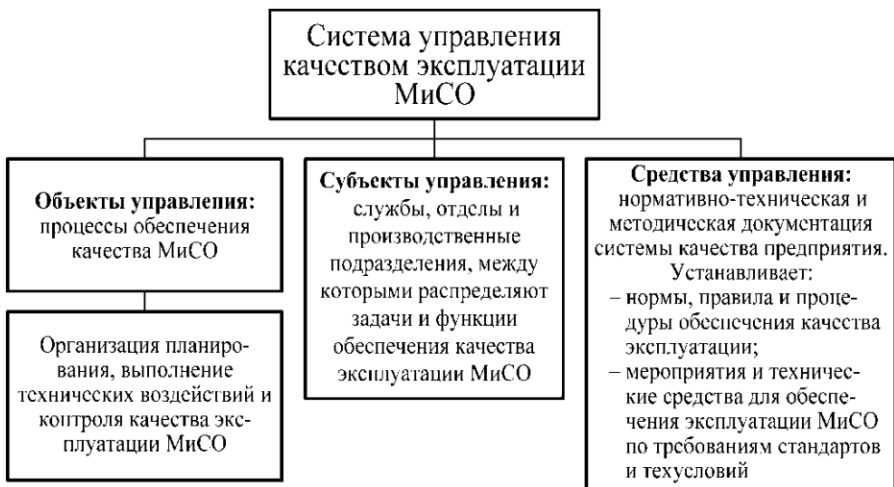


Рис. 1.1. Структурная схема управления качеством МиСО в процессе эксплуатации

Планирование, контроль качества, разработка управляющих воздействий осуществляется на основе установления номенклатуры и значений показателей качества машин.

Номенклатура показателей качества должна включать в себя: энергоэффективность, безопасность, экологичность, экономичность и надежность.

Наиболее значимыми показателями качества эксплуатации машин являются:

- частота возникновения аварий в год;
- удельная суммарная стоимость технической эксплуатации, руб./мото-ч;
- удельная суммарная трудоемкость технической эксплуатации, чел.-ч/мото-ч;
- средние ресурсы машин до капитального ремонта, мото-ч;
- наработка на отказ, мото-ч;
- концентрация загрязняющих веществ выхлопных газов двигателей, %;
- коэффициент технической готовности K_T парка машин определяют как отношение числа технически исправных машин $M_{и}$ к списочному составу парка машин $M_{с}$;
- удельные расходы топлива (г/кВт·ч), эксплуатационных материалов (кг/мото-ч работы), запасных частей (единиц/мото-ч работы), электроэнергии (кВт/мото-ч работы).

В зависимости от вида машин и специфики деятельности предприятия могут быть учтены и другие показатели качества эксплуатации машин.

Эффективность внедрения системы управления качеством эксплуатации машин на предприятии характеризуется повышением уровня качества эксплуатации машин. Уровень качества эксплуатации машин Y_k целесообразно определять дифференциальным методом по каждому из значимых показателей, входящих в номенклатуру, как отношение фактически достигнутого значения показателя качества эксплуатации машин к его базовому установленному значению:

$$Y_k = K_{i\phi} / K_{iб}, \quad (1.5)$$

1. Общие положения и система управления качеством

где $K_{i\phi}$ – фактически достигнутое значение i -го показателя качества эксплуатации машин; $K_{iб}$ – базовое значение i -го показателя качества эксплуатации машин, т. е. принимается директивное или плановое, или ранее достигнутое значение.

Ответственность за разработку, внедрение, функционирование системы управления качеством эксплуатации машин несет руководство предприятия.

Для координации деятельности подразделений и служб по управлению качеством эксплуатации машин на предприятии должна быть создана служба качества, штат и задачи которой определяются приказом руководителя предприятия.

В период функционирования системы управления качеством эксплуатации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин служба управления качеством должна выполнять следующие задачи:

- разработка совместно с другими подразделениями планов мероприятий по обеспечению заданного уровня качества эксплуатации машин, организация и контроль выполнения;

- оценка спланированных решений по качеству эксплуатации машин;

- сбор, накопление, анализ информации о показателях качества машин и разработка организационно-технических мероприятий или текущих управляющих воздействий на улучшение качества эксплуатации машин.

Система управления качеством эксплуатации машин обеспечивает единство и взаимосвязь технических, экономических, социальных и организационных мероприятий по повышению качества эксплуатации машин.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение терминам: эксплуатация машины, производственная эксплуатация, техническая эксплуатация.

2. Поясните основные этапы жизненного цикла машины.
3. Что такое качество эксплуатации машин?
4. Перечислите основные показатели эксплуатационных свойств машины.
5. Как обеспечивается связь эксплуатационных свойств с качеством машины?
6. Дайте определение социально-значимых показателей эксплуатационных свойств.
7. Что такое безопасность машин? Как она оценивается?
8. Какими показателями эргономичности можно оценить систему «человек – машина – среда»?
9. Что такое экологичность машины? Методы оценки ее показателей.
10. Что такое энергоэффективность машины? Какими показателями она определяется?
11. Дайте определение системе управления качеством эксплуатации машин.
12. Как оценивается эффективность внедрения системы управления качеством эксплуатации машин?

2. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН ПО ВРЕМЕНИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

2.1. Основные понятия эффективности использования машин. Методы их оценки

Любое производственное предприятие наделено производственными фондами. Активной частью производственных фондов ремонтных и эксплуатационных предприятий являются: машины, автотранспорт, механизмы, станочное оборудование и грузоподъемные устройства.

Под эффективностью использования машин следует понимать совокупность понятий: производительность машин и затраты на их приобретение и эксплуатацию [1]. В условиях эксплуатации можно управлять только двумя показателями: производительностью и затратами на эксплуатацию. Эти показатели зависят от множества факторов, которые следуют разделить на две группы. В первую группу входят факторы, связанные с использованием машин по назначению, а во вторую – факторы, связанные с технической эксплуатацией машин.

Эксплуатация машин при эффективном их использовании представляет собой многогранную деятельность специалистов, производственных подразделений и технических служб, заключающуюся в целенаправленном и полном использовании машин по времени и производительности. При этом показатели, обеспечивающие максимальную производительность машин, называются рациональными, а параметры, обеспечивающие максимальную эффективность, являются оптимальными. Только оптимальные условия использования машин позволяют получить от системы «человек – машина – среда» наибольшую результативность. Именно этим и обусловлено то, что все организационные и управляющие действия сводятся в конечном итоге к созданию каждой машине (или комплектам машин) таких условий,

при которых производительность машин может быть максимальной. И наконец, эффективность машинного парка зависит от технического состояния машин и их работоспособности. При этом работоспособность машин обеспечивается профилактическими и восстановительными мероприятиями, предусмотренными инструкциями, правилами и рекомендациями по технической эксплуатации машин, например проведение всех видов технического обслуживания машин.

Основными показателями оценки эффективности использования машин на стадиях их разработки и проектирования являются удельные показатели: удельная энергоемкость, удельная металлоемкость, удельная производительность и др.

Удельная энергоемкость $N_{уд}$ рабочего процесса машины характеризует затраты энергии на единицу производительности:

$$N_{уд} = \frac{N}{\Pi}, \quad (2.1)$$

где N – установленная мощность машины, кВт; Π – производительность (выработка) машины.

Удельная металлоемкость $G_{уд}$ машины характеризует материальные затраты на единицу производительности:

$$G_{уд} = \frac{G}{\Pi}, \quad (2.2)$$

где G – масса машины, кг.

Удельная производительность $\Pi_{уд}$ машины представляет собой отношение технической производительности к единице массы.

Эффективность использования машин различных типов и марок, не предназначенных для выполнения одного и того же вида технологического процесса строительных работ, можно сравнить между собой достаточно точно на стадии эксплуатации по показателям эксплуатационных свойств этих машин. При этом можно оценить, в какой степени основные параметры ма-