

1. КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ МАШИН

1.1. Показатели качества машин

Основой политики качества продукции или услуги является достижение высокой удовлетворенности потребителей.

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления [34]. Показатель качества количественно характеризует пригодность удовлетворять те или иные потребности. Свойство – объективная особенность продукции или услуги, которая закладывается при ее создании (выполнении) или проявляется в процессе эксплуатации.

В нормативно-технической литературе эксплуатация определяется как «стадия жизненного цикла» изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. При этом под изделием понимается любой вид техники. Процесс эксплуатации состоит из использования изделия по назначению, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта. Эксплуатация машин включает в себя две составляющие: использование машин по назначению и техническую эксплуатацию. В соответствии с международными стандартами использование по назначению – это применение продукции (машины) для целей, предусмотренных техническими условиями и инструкциями, утвержденными поставщиком. Применительно к машинам можно сказать, что использование их по назначению – это эксплуатация, включающая в себя изучение и реализацию полезных свойств машин, созданных при проектировании и производстве, с целью получения наибольшей ее эффективности и нейтрализации вредных факторов, возникающих при взаимодействии техногенных и природных систем. Так как эксплуатация машин имеет своей целью реализацию, поддержание и восстановление качества, рассмотрим основные понятия качества и его взаимосвязь с эксплуатацией техники.

Технико-экономическое понятие качества продукции или услуги охватывает только те ее свойства, которые связаны с возможностью удовлетворения определенных общественных или личных потребностей потребителя в соответствии с назначением [34 – 36]. Рассмотрим классификацию показателей качества машин (рис. 1.1), полученную путем системного анализа и синтеза данных из различных источников [33, 34].

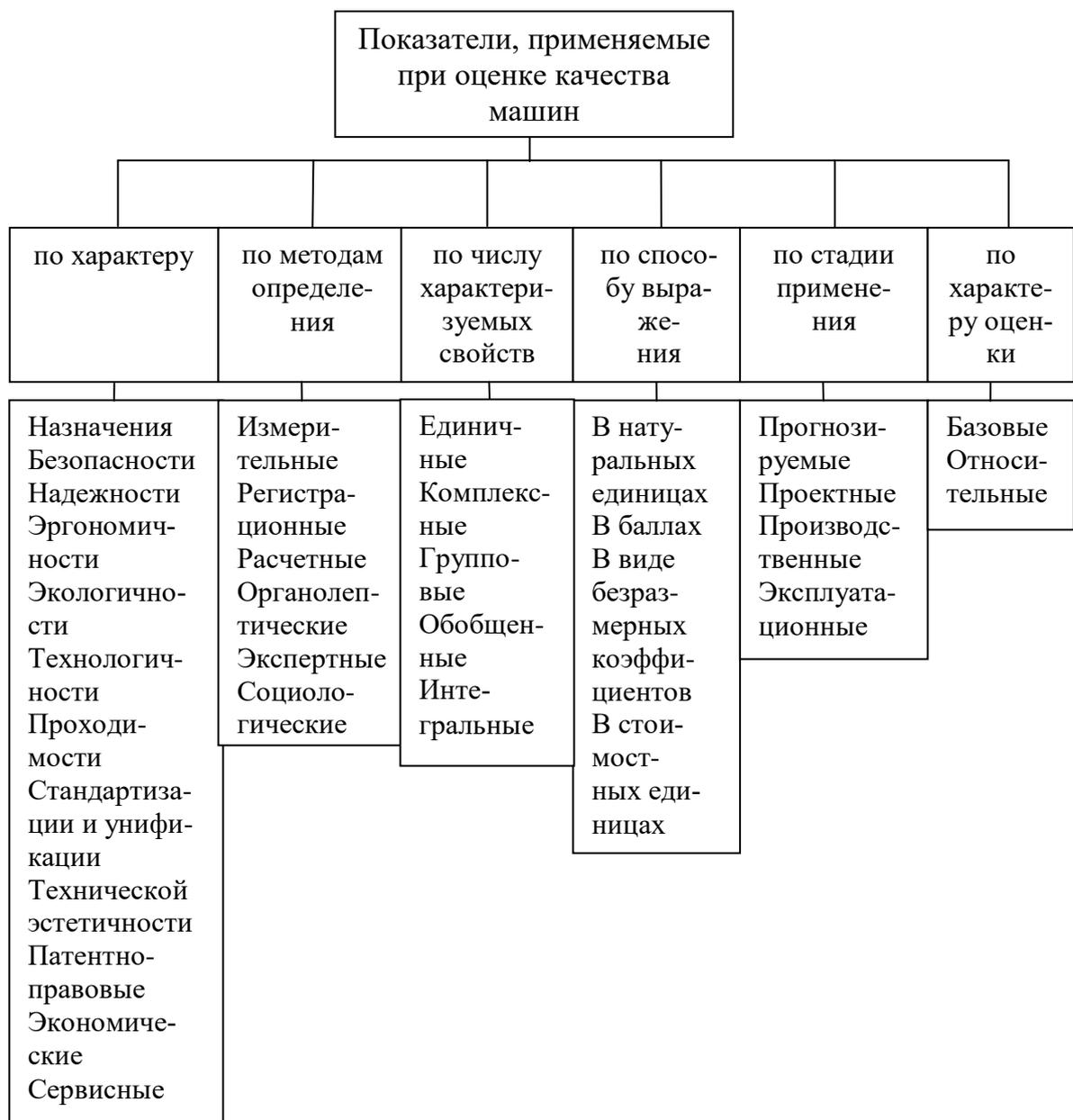


Рис. 1.1. Классификация показателей качества машин

Любая продукция имеет множество различных свойств, которые могут проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении. Условно свойства продукции можно подразделить на простые и сложные. Например, сложное свойство «проходимость автомобиля» определяется такими относительно простыми свойствами и показателями, как маневренность, опорная и тягово-сцепная проходимость, транспортability.

Номенклатура показателей качества зависит от назначения продукции или услуги и для продукции или услуги многоцелевого назначения может быть очень разнообразной.

1. Основные свойства качества известны давно. Новыми являются сервисные показатели, знание которых на современном этапе развития техники в процессе ее эксплуатации крайне актуально.

2. Методы определения показателей качества:

– *измерительный* – основывается на использовании различных технических средств и служит для определения единиц физических или химических величин, характеризующих качество (например, массы машины, скорости движения, концентрации вредных веществ);

– *регистрационный* – основывается на наблюдениях и подсчете числа определяемых событий, предметов или затрат (например, отказов изделий при испытаниях и эксплуатации);

– *расчетный* – базируется на использовании существующих теоретических и (или) эмпирических зависимостей между различными показателями качества и применяется для определения тех показателей, измерение которых другими методами приводит к значительным затратам средств или опасно для здоровья и жизни испытателей (например, для определения показателей устойчивости грузоподъемных кранов, погрузчиков и т.д.);

– *органолептический* – основывается на восприятии информации органами чувств человека и анализе полученных ощущений на основе имеющегося опыта. При этом возможно использование технических средств, повышающих восприимчивость и разрешающую способность органов чувств человека (например, лупы, микроскопы и др.);

– *экспертный* – основывается на решениях, принимаемых экспертами в результате анализа, проводимого по определенной методике;

– *социологический* – базируется на анализе мнений фактических или возможных покупателей машин и осуществляется посредством устного опроса, распространения анкет-вопросников, а также путем проведения конференций, совещаний, выставок. Наиболее часто применяется при оценке качества услуг.

3. По числу характеризующих свойств показатели качества подразделяются на *единичные*, характеризующие одно свойство (например, показатель тяговой мощности характеризует группу тягово-скоростных свойств); *групповые*, относящиеся к определенной группе свойств (например, к эргономическим); *обобщенные*, т.е. групповые показатели с коэффициентами весомости, выбранные для оценки конкретной маши-

ны, и *интегральные*, являющиеся отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации машины к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию.

4. Показатели качества выражаются в натуральных единицах измерения, т.е. в единицах физических величин (Н, м/с, кВт и др.); баллах (например, при оценке показателей технической эстетичности); безразмерными коэффициентами (при оценке показателей надежности) и стоимостными единицами (при оценке экономических показателей).

5. На разных этапах жизненного цикла машины доминируют различные показатели качества. При выдаче технического задания в результате прогнозной оценки получают прогнозируемые показатели. На этапе проектирования главными являются показатели стандартизации, унификации и патентно-правовые. При производстве машины наиболее важен показатель технологичности, а в процессе эксплуатации – показатели назначения, безопасности, надежности, эргономичности, экологичности, проходимости, технической эстетичности, экономические и сервисные.

6. Базовыми являются значения показателей, принятые за основу при сравнительной оценке качества. Это могут быть значения показателей лучших зарубежных и отечественных образцов, о качестве которых имеются достоверные данные, а также значения показателей качества в некоторый предыдущий период времени или планируемые значения показателей перспективных образцов. Возможно в качестве базовых применение показателей, заданных в государственных стандартах, отраслевых стандартах, технических условиях и других нормативных документах.

Отношение значения показателя качества оцениваемой продукции к базовому является *относительным показателем* качества и выражается в безразмерных коэффициентах или процентах.

На основе анализа показателей качества разрабатываются системы управления качеством. В настоящее время в России управление качеством продукции машин и услуг базируется на серии международных стандартов ИСО 9000 «Управление качеством продукции» и на разрабатываемых на их основе отечественных стандартах.

Управление качеством – это методы и деятельность оперативно-го характера, используемые для удовлетворения требований к качеству.

Система качества – совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающая осуществление общего руководства качеством.

Обеспечение качества – совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что продукция (машина) или услуга удовлетворяет определенные требования к качеству.

Программа качества – документ, регламентирующий конкретные меры в области качества, распределение ресурсов и последовательность действий, относящихся к конкретной продукции (машине), услуге, контракту или проекту.

1.2. Взаимосвязь качества и надежности машин

Конкурентоспособность – это совокупность многих свойств продукции или услуг, которые варьируются в различных комбинациях. Конкурентоспособность определяется совокупностью потребительских свойств, необходимых и достаточных для реализации машины по сопоставимым ценам на конкретном рынке. Конкурентоспособность товара или услуги формируют технические параметры (мощность, надежность, долговечность), нормативные (соответствие продукции стандартам, техническим условиям, законодательству) и экономические (себестоимость, цена, уровень доходов покупателя).

Качество продукции – это совокупность ее свойств, характеризующих степень пригодности этой продукции для использования по назначению. Качество продукции, выпускаемой предприятием, должно отвечать нормативно-технической документации, а также превосходить качество продукции конкурирующих организаций. Качество продукции является основным показателем конкурентоспособности выпускаемой продукции и предприятия.

При выборе типа машин, а также при разработке конструкции новой машины, при модернизации серийной или при определении ее конкурентоспособности важно оценить уровень качества машины, ее технико-экономические и эксплуатационные показатели, т. е. установить прогрессивность конструкции машины [21]. Для оценки уровня качества дорожно-строительной машины составляют карту технического уровня и качества продукции.

Показатели качества условно могут быть разделены на технико-экономические, эксплуатационные, конструктивные и технологические.

Технико-экономические показатели определяют эффективность машины по основным техническим параметрам. К ним можно отнести производительность машины и выработку, мощность и энергоемкость, массу и металлоемкость, стоимость машины и удельную стоимость, себестоимость механизированных работ.

Производительность – это количество продукции, выраженное в массе, объеме или штуках, вырабатываемой (перерабатываемой) в единицу времени (час, смену, месяц, год). Различают производительность теоретическую (расчетную, конструктивную), техническую и эксплуатационную.

Выработка – это количественное выражение продуктивности труда. Она определяется как количество продукции, изготавливаемой одним работником за единицу времени.

Мощность – это величина, равная скорости изменения, преобразования, передачи или потребления энергии системы.

Энергоемкость определяют делением мощности на сменную производительность.

Металлоемкость определяют делением массы машины на сменную производительность.

Энергоемкость и металлоемкость могут быть отнесены не только к производительности машины, но и к емкости ковша, грузоподъемности, тяговому усилию или к каким-либо другим важнейшим техническим параметрам машины.

Стоимость (отпускную) машины берут по прейскуранту и выражают в рублях. Удельную стоимость определяют делением стоимости машины на ее массу.

Себестоимость механизированных работ или единицы продукции определяют делением стоимости машино-смены на сменную производительность. Стоимость машино-смены определяется как сумма затрат по всем расходам, связанным с эксплуатацией машины в течение смены.

Эксплуатационные показатели характеризуют работу машины в производственных условиях. К ним относят следующие:

Типоразмерность – соответствие машины экономически оправданному типоразмерному ряду. Этот показатель зависит от того, насколько машина удовлетворяет своему назначению, требованиям строительства и организации производства, насколько эффективно она работает в едином технологическом процессе с другими машинами.

Универсальность – степень многоцелевого использования машины. Обычно универсальность достигается с помощью различного сменного рабочего оборудования (прицепного и навесного на гусеничных тракторах и двухосных колесных тягачах и полуприцепного на одноосных или двухосных колесных тягачах). Типичными универсальными машинами являются одноковшовые экскаваторы и фронтальные погрузчики.

Мобильность достигается применением пневмоколесного хода, при котором транспортные скорости составляют 30 – 40 км/ч, а в некоторых случаях 60 – 70 км/ч против 10 – 12 км/ч у гусеничных машин. Колесные машины более полно используются в строительстве, так как перемещаются с одного объекта на другой своим ходом и поэтому не имеют простоев, связанных с переброской (на трейлерах), как это присуще гусеничным машинам.

Пройодимость гусеничных машин характеризуется давлением на поверхность, а колесных машин – давлением в шинах, жесткостью и размерами последних, наличием почвозацепов и др.

Транспортабельность – возможность перевозки машин по железной дороге, определяемая их размерами. При выходе габарита погрузки машины за пределы нормального или за пределы нулевой негабаритности должна быть предусмотрена возможность ее частичного демонтажа (например, съемка колес, дышла, выступающих рабочих органов и т. п.) для обеспечения перевозки.

Эргономичность – понятие, в которое входят социальные требования, относящиеся к вопросам общения человека с машиной. Для водителя (машиниста, оператора) должны быть созданы условия, обеспечивающие соблюдение санитарно-гигиенических требований, безопасность работы, максимальное снижение напряженности и утомляемости в течение рабочей смены.

Машина должна иметь:

- устройства, удовлетворяющие требованиям санитарных норм по шуму, вибрации и загазованности рабочего места водителя;
- устройства безопасности при опрокидывании машины и при ударах;
- облегченное (механизированное или автоматизированное) управление;
- хороший обзор фронта работ с места водителя;
- достаточную освещенность в ночное время рабочих органов и объекта работы;

- удобное, мягкое и регулируемое сиденье водителя;
- рабочее место, оборудованное необходимыми контрольно-измерительными приборами и работомерами (счетчиками);
- кабину, оснащенную приточно-вытяжной вентиляцией с фильтрами для очистки воздуха от пыли, обогревом в холодное время года, защитой переднего, заднего и боковых стекол от пыли, грязи, дождя и других атмосферных осадков, противосолнечными козырьками, огнетушителями, зеркалом заднего и бокового видов, термосом для воды, вещевым ящиком, индивидуальной аптечкой и вешалкой для одежды водителя; двери кабины должны иметь ручки автомобильного типа с замками и ключом; – при работе в жарком тропическом климате;
- тент или герметизированную пыленепроницаемую кабину, оборудованную кондиционером.

Эстетичность – соответствие машины требованиям технической или производственной эстетики.

Конструктивные показатели. Важнейшим показателем качества конструкции машины является ее надежность.

Надежность – общее свойство машины, обусловленное ее безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью и обеспечивающее выполнение заданных функций, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Надежность объекта зависит от большого количества факторов, характер воздействия которых, как правило, является случайным. В связи с этим подавляющее большинство количественных показателей надежности имеют вероятностный характер и дают представление о надежности всей совокупности изделий какого-либо определенного типа, но не позволяют оценить надежность данного конкретного образца. Тем не менее с их помощью можно решить целый ряд необходимых вопросов обеспечения и оценки надежности продукции в процессе ее проектирования и производства – сравнить надежность изделий, оценить надежность численно или сравнить с заданным уровнем и т. д.

В зависимости от свойства, которое характеризуется тем или иным показателем, различают показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность – свойства объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. Безотказность свойственна объекту в той или иной степени в любом из возможных режимов его существования – не только в режиме работы объекта, но и зачастую при его хранении и транспортировании.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Объект может перейти в предельное состояние, оставаясь работоспособным, если, например, его дальнейшее применение по назначению станет недопустимым по требованиям безопасности, экономичности, эффективности и безвредности.

Ремонтопригодность – свойство объекта сохранять и восстанавливать работоспособное состояние путем проведения технического обслуживания или ремонта. Затраты времени и труда определяются в заданных условиях выполнения операций технического обслуживания и ремонта в части организации технологии, материально-технического обеспечения, квалификации персонала и т. д.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение срока хранения, а также после него и транспортирования. Сохраняемость объекта характеризуется его способностью противостоять отрицательному влиянию условий и продолжительности хранения и транспортирования на его безотказность, ремонтпригодность и долговечность. Сохраняемость представляют в виде двух составляющих, одна из которых проявляется во время хранения, а другая – во время применения объекта после хранения и транспортирования.

Вышеперечисленные показатели являются *единичными показателями*. Кроме того, существуют *комплексные показатели надежности*, характеризующие несколько свойств, составляющих надежность объекта.

Автоматизация. В зависимости от функций, выполняемых машиной, средства автоматизации дорожно-строительных машин разделяются на четыре основные группы: автоматическое саморегулирование рабочими органами, автоматизация управления, автоматическая защита рабочих органов (ограничительные устройства, блокировка и др.) и автоматический контроль работы машины (сигнализация о выполненной работе, наличие рабoтoмepoв, счетчиков и т. п.).

При полной автоматизации машины ее регулирование, управление, защита и контроль объединены.

Одним из важнейших конструктивных показателей современных дорожных машин является их патентная чистота, которая определяет конкурентоспособность машин на внешнем рынке. Оригинальное решение отдельных узлов, их композиции, архитектоники машины должно быть защищено авторским свидетельством. Это условие обеспечивает более выгодную продажу машин и выдачу лицензий на право их производства.

Технологические показатели предусматривают наибольшую простоту и наименьшую трудоемкость изготовления деталей, узлов, а также сборки и отделки машины и удешевление ее изготовления.

Технологические показатели качества машины находятся в прямой зависимости от конструктивных, так как унификация элементов конструкции и применение нормализованных деталей способствуют широкому кооперированию в промышленности и массовому производству отдельных узлов и деталей, что создает условия для агрегатной сборки машин и специализации предприятий. При конструировании машины и технологической подготовке ее производства учитывают возможности предприятий, которые будут выпускать машину, ориентируясь в то же время на прогрессивные методы, обеспечивающие снижение ее стоимости и повышение качества и надежности. Измерителями трудоемкости являются общая трудоемкость изготовления (в нормо-часах), средний разряд выполняемых работ при изготовлении, удельная трудоемкость – отношение общей трудоемкости к производительности машин или другому основному параметру.

Измерителями прогрессивности конструкции машины являются:

1) коэффициент использования прогрессивных процессов, представляющий собой отношение количества прогрессивных технологических процессов при изготовлении данной конструкции к общему количеству технологических процессов (в единицах, нормо-часах или стоимостном выражении);

2) коэффициент использования прогрессивных материалов – отношение числа их наименований или массы в создаваемой конструкции к числу наименований или массе всех материалов, идущих на изготовление машины.

1.3. Состояния машины, характеризующие ее надежность

Основные термины и определения, используемые в теории надежности, регламентированы ГОСТ 13377–75 [27]. Надежность характеризуется следующими основными состояниями и событиями.

Работоспособное состояние – состояние, при котором объект должен выполнять заданные функции с установленными для него параметрами.

Работоспособность объекта характеризует способность техники выполнять необходимые функции в допустимых пределах. Техническая документация определяет допустимый уровень внешних воздействий, методы технического обслуживания и ремонта, нормы и допустимые отклонения от установленных параметров.

Неработоспособное состояние – это состояние объекта, при котором хотя бы один из основных параметров, установленных в технической документации, находится за пределами установленных значений параметров.

Исправное состояние – это состояние, при котором объект удовлетворяет всем не только основным, но и вспомогательным требованиям технической документации.

Неисправное состояние – это состояние объекта, при котором он не удовлетворяет хотя бы одному из требований технической документации.

Переход из одного состояния в другое происходит в результате случайных событий. При этом различают повреждение и отказ.

Повреждение – это событие, заключающееся в нарушении исправности объекта или его составных частей вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни параметров, установленных в нормативно-технической документации (НТД) для объекта. Повреждение может быть существенным и несущественным, при котором работоспособность объекта сохраняется.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта.

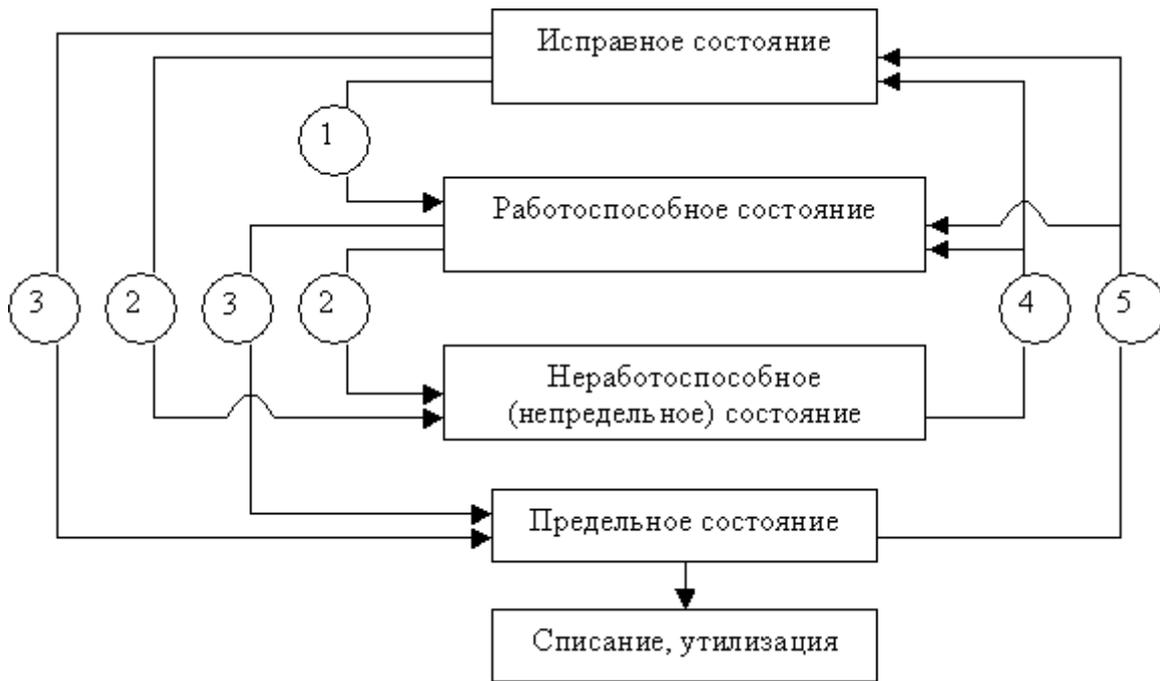


Рис. 1.2. Структурная схема связи состояний и событий, характеризующих надежность:

1 – повреждение; 2 – отказ; 3 – переход объекта в предельное состояние;
4 – восстановление; 5 – ремонт

В процессе эксплуатации любого вида техники наступает момент, когда применение всей совокупности мероприятий по поддержанию и восстановлению исправного состояния не даст должного эффекта. Этот момент соответствует предельному состоянию машины.

Предельное состояние – это состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Ввиду разной надежности составных частей машин понятие «предельное состояние» рассматривается применительно к отдельным ее частям (агрегатам, системам, деталям).

Структурная схема связи состояний и событий, характеризующих надежность объекта эксплуатации, приведена на рис. 1.2.

Агрегат – это сложная сборочная единица, обладающая свойствами полной взаимозаменяемости, независимой сборки и самостоятельного выполнения определенной функции (редуктор, коробка передач, гидромотор и т. д.).

Под *системой* понимается совокупность деталей, агрегатов, сборочных единиц, объединенных общностью выполняемых ими

функций, необходимых для использования машины по назначению, например: гидросистема, ходовая система, манипулятор и т. д.

Деталью называется составная часть изделия, изготовленная из однородного материала без применения сборочных операций.

Предельное состояние машины чаще всего связывается с неустранимым отказом базовых ее частей.

Базовой составной частью (деталью, сборочной единицей) машины называется основная часть изделия (машины, агрегата или системы), предназначенная для компоновки и установки других составных частей (картер двигателя, корпус коробки передач, рама трактора и т. д.).

Таким образом, функционирование любой машины может быть представлено в виде случайного процесса с дискретными состояниями. При этом переход из одного состояния в другое происходит в результате случайных событий: повреждений или отказов, а также событий, направленных на восстановление исправного состояния: профилактика, различные виды ремонта.

Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте определение «показатель качества продукции».
2. Чем методология конкурентоспособности отличается от качества?
3. Что является признаком отказа?
4. Какие существуют показатели качества объекта?
5. Перечислите основные отдельные части машины.
6. Опишите взаимосвязь состояний и событий, характеризующих надежность.