

К ИССЛЕДОВАНИЮ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

Машиналардын ишенимдүүлүгүн башкаруу областында катардагы оңдоо иштеринин жыйындысын ыңгайлаштыруу жолу аркылуу машиналардын туруп калуусун азайтууга жана алардын ишенимдүүлүгүн кармап турууга кеткен чыгымдарды төмөндөтүүгө болот.

В области управления надежностью машин оптимизация комплекса работ текущего ремонта позволит сократить простои машин по техническим причинам и снизить затраты на поддержание их надежности.

In the field of management reliability machines by optimization a complex works operating repair will allow to reduce idle times of machines for technical reasons and to lower expenses for maintenance their reliability.

Надежность, характеризующая качество любой технической системы, становится в настоящее время одним из самых важных свойств. Проблемы надежности представляют собой большой комплекс задач, относящихся к проектированию, изготовлению, испытаниям и эксплуатации технических объектов, изучению которых посвящен специальный раздел – математико-математическая теория надежности. При этом формальным объектом исследований в теории надежности являются технические изделия, которые можно представить в виде сложных технических систем (устройств), а их элементы – как структурно неделимые составные части. Недостаточная надежность технической системы может обернуться значительными материальными издержками при ее эксплуатации, невосполнимыми людскими потерями и экологическим бедствием при авариях и катастрофах.

Существует два подхода к оценке надежности технических систем. Первый подход представляет собой систему оценок надежности технического устройства и индивидуальное прогнозирование его состояния на некотором промежутке времени на основе анализа изменения параметров протекающих физико-механических процессов, структурных преобразований и других явлений при эксплуатации. В этом направлении ведутся интенсивные исследования с целью выявления закономерностей изменения

прочностных свойств конструктивных элементов машин при накоплении деформаций и повреждений, их влияния на характеристики надежности. Необходимо отметить, что данный подход позволяет наиболее точно оценить надежность конкретного технического устройства, но требует значительных затрат для осуществления долговременного индивидуального наблюдения и оценки технического состояния как всего устройства, так и его отдельных конструктивных элементов с использованием средств углубленного диагностирования. Подобный подход, несомненно, имеет научную и практическую ценность, но применим лишь для дорогостоящих уникальных технических устройств.

Другой подход представляет собой теорию надежности, основанную на принципах математической статистики и теории вероятностей, позволяющую оценивать надежность продукции серийного и массового производства.

Элементы теории надежности в ходе ее развития можно найти в одной из старейших областей прикладных наук – расчетах машин и конструкций на прочность, в частности, в расчетах по коэффициентам запаса отношение n расчетной прочности r к расчетной нагрузке q характеризует уровень надежности. Понимание статистической природы коэффициентов запаса пришло позднее в первой трети XX века. В работах М.Майера (1926 г.), Н.Ф.Хоциалова (1929 г.) и Н.С.Стрелецкого (1935 г.) введена характеристика надежности P , измеряемая как вероятность неперевышения параметром нагрузки q параметра прочности r . В конце 50-х годов в теорию надежности конструкций был в явном виде введен фактор времени. Постепенно приобрела признание точка зрения, что отказы и предельное состояние конструкций следует трактовать как выбросы некоторых случайных процессов $v(t)$ из допустимых областей Ω . К этому времени были созданы основы системной теории надежности, так что возникла необходимость в согласовании основных понятий, терминологии и обозначений.

Развиваемая в настоящее время параметрическая теория надежности, в сущности, представляет собой попытку ввести в расчеты надежности больших систем анализ физико-механических явлений, приводящих к отказам. При этом вероятность безотказной работы $P(t)$ становится функционалом некоторого случайного процесса $v(t)$, который характеризует изменение параметров системы во времени.

Трактуя надежность как способность сохранять качество изделия в процессе его эксплуатации и хранения, Н.Г. Бруевич рассмотрел безусловные и условные функции надежности изделия из условно заданной эффективности операции. При этом автор

подчеркнул, что оптимальными функциями будут те, которые обеспечивают минимум стоимости изделия при условии, что эффективность операции не снижается.

Для решения задач повышения эффективности использования машин и оборудования используется математическое моделирование производственных процессов. При этом автором работы изложены методологические принципы, предусматривающие широкое применение при математическом моделировании вычислительной техники, что представляет интерес с позиций данного диссертационного исследования для управления надежностью машин.

При анализе статистической информации о надежности конструкций строительных и дорожных машин, получаемой в реальных условиях эксплуатации, представляют интерес методы оценки надежности технических систем с помощью системы характеристических критериев /2/.

Эксплуатационные испытания строительных и дорожных машин показывают, что степень надежности отдельных агрегатов (систем) машин разная. Часть из них высоконадозна, другая – лимитирует безотказность и другие свойства надежности машин. При этом, рассматривая отдельный агрегат (систему), ряд его безотказных узлов и деталей при списании имеет существенный остаточный ресурс, тогда как другая часть немногочисленных по номенклатуре деталей обуславливает основную долю отказов и затрат на восстановление работоспособности агрегата. Таким образом, для оценки надежности машин следует использовать системный подход.

Метод структурного разложения сложных систем на более простые звенья и схемы рассмотрен в /5/. При этом особый интерес представляет идея синтеза надежных систем из недостаточно надежных элементов с целью обеспечения приемлемого уровня надежности машин на стадии их создания.

Для оценки технического уровня машин на стадии их проектирования А.С.Прониковым /2 и др./ большое внимание уделено вопросам прогнозирования надежности и расчета их параметров. При этом в работе /2/ отмечено, что теория надежности – область научных исследований, в которой на основании научного прогноза поведения системы разрабатывается теория принятия оптимальных решений для обеспечения требуемого уровня надежности.

Вопросам развития имитационного моделирования нагрузочных режимов /4-5/ с целью оценки их влияния на показатели надежности деталей машин посвящены исследования Университета Айовы (США). В частности, группой ученых разработан пакет программного обеспечения для симуляции эксплуатационной нагрузки, варьируемой по частоте и амплитуде. Для оценки разрушающего действия переменных

нагрузок на детали машин определяются расчетные значения напряжений в различных сечениях и выявляются критические точки. При этом использован метод конечных элементов /1/. Несомненно, достоинство указанного программного продукта состоит в возможности моделирования нагрузок на деталь различного характера и анализа прочности ее конструкции. Это позволит прогнозировать долговечность деталей применительно к различным материалам, использованным при их изготовлении, в заданных нагрузочных режимах, что важно с позиций подготовки машин к эксплуатации в особых условиях, в том числе с высокой вероятностью критических нагрузок.

Большое внимание обеспечению надежности машин на различных стадиях их жизни уделено в трудах Д.П. Волкова /5/. В работе /3/ представлена функциональная модель системы обеспечения надежности машин, при этом входом этой системы приняты требования к показателям надежности изделия, а выходом – показатели надежности, приемлемые для потребителя (рис. 1).

В системе имеется три подсистемы. Конечным выходом подсистемы проектирования принята техническая документация, обеспечивающая расчетный уровень надежности изделия, а подсистемы производства – готовая продукция. Отмечено, что надежностью целесообразнее управлять при помощи замкнутой системы регулирования с отрицательной обратной связью, включающей процесс обеспечения надежности с входными и выходными параметрами (1); измерительный элемент величин выходных параметров (2); элементы сравнения и выработки оптимального управляющего воздействия (3); командный пункт, посылающий сигнал (4). Штриховыми линиями показан один из вариантов взаимодействия элементов системы управления надежностью. Информация для контроля отбирается в различных частях системы, которые названы управленческими точками контроля $A^{(1)}$, $A^{(2)}$, $A^{(3)}$, $A^{(4)}$. Точки $B^{(1)}$, $B^{(2)}$, $B^{(3)}$, $B^{(4)}$, $B^{(5)}$ названы местами осуществления воздействий на процесс. Указано, что целесообразно по возможности создание системы управления всем процессом обеспечения надежности и отдельными частными процессами (проектирования, производства, эксплуатации).

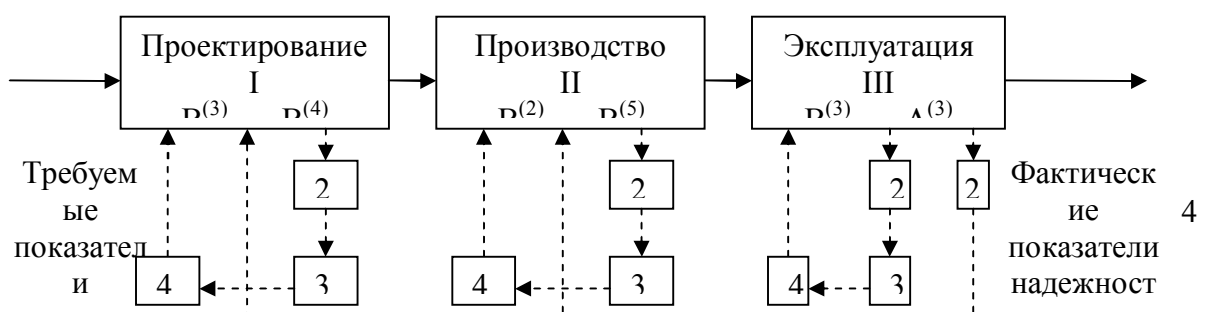


Рис.1. Система обеспечения надежности машин

Вопросы надежности строительных и дорожных машин подробно рассмотрены в работах /2/. Представляют интерес результаты исследования надежности машин на основе структурного анализа /2/ в целях оптимизации управления ее показателями. С позиций управления текущими ремонтами представляет практическую ценность методика расчета вероятности безотказной работы системы из нескольких элементов различной надежности для оценки надежности узлов машин.

Основные принципы прогнозирования надежности машин рассмотрены в работах /2, 4/. Вопросам индивидуального прогнозирования технического состояния элементов машин в эксплуатации посвящены исследования /2, 4/. Следует отметить, что рассматриваемые в работах вопросы особенно актуальны с позиций определения остаточного ресурса элементов для управления текущим ремонтом машин и оптимизации затрат на поддержание их работоспособности путем осуществления предупредительных замен.

В силу того, что оптимальные значения различных показателей надежности могут не совпадать, и вместо одного может быть получен ряд оптимальных значений, потребовался метод и алгоритм отыскания оптимальных значений группы показателей, для чего в работе /2/ было введено понятие основной процедуры оптимизации надежности, которая подразделяется на две части. Первая часть процедуры – формирование оптимальной надежности – заключается в определении оптимальных значений показателей надежности и в их утверждении как нормативных. Вторая часть процедуры – обеспечение оптимальной надежности – заключается в выборе оптимальных технических решений в ходе конструирования, изготовления, капитального ремонта и технической эксплуатации, а также в поддержании расчетных и фактических значений показателей надежности на уровне их утвержденных нормативных величин. Разработанные при этом подходы выбора показателя и его

значения из ряда оптимальных значений различных показателей особенно важны для данного исследования.

Повышение эффективности использования машин непосредственно связано с анализом динамики их привода и оптимизации параметров рабочих процессов. В данном направлении был выполнен ряд работ /4-5/, на основе которых разработаны конструкции высокоэффективных механизмов и манипуляционных устройств. Подобный подход позволяет обеспечить высокую эффективность рабочего оборудования экскаваторов на стадии их создания.

Рассматривая эксплуатацию машин как управление их использованием, автором предлагается представлять ее в виде взаимосвязанных самостоятельных частей, а именно, управление производственными процессами, ресурсами и структурой предприятия. Производственный процесс определяет нагрузочные и скоростные режимы работы агрегатов и систем машины. Оптимизация режимов работы при заданном уровне производится по критерию максимальной производительности.

Процесс изнашивания является сопутствующим. Управление процессом изнашивания сводится к снижению темпа износа до минимума с учетом затрат на эти цели. В результате этого формируется процесс восстановления определенной интенсивности, который связан с затратами и простоями, что, учитывается при оптимизации рабочих режимов производственного процесса. Таким образом, выявляется прямая и обратная связь между всеми тремя процессами.

Дальнейшие исследования в области управления надежностью машин путем оптимизации комплекса работ текущего ремонта позволят сократить простои машин по техническим причинам и снизить затраты на поддержание их надежности.

Список литературы

1. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. – М.: Радио и связь, 1988. – 392 с.
2. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
3. Кугель Р.В. Надежность машин массового производства. – М.: Машиностроение, 1981. – 224 с.
4. Кугель Р.В. Испытание на надежность машин и их элементов. – М.: Машиностроение, 1982. – 181 с.
5. Волков Д.П., Николаев С.Н. Надежность строительных машин и оборудования: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1979.

