Министерство образования Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Магнитогорский государственный технический университет

им. Г.И. Носова

**Реферат по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»**

**Тема:**

**«Надежность в машиностроении. Определение надежности»**

**Содержание**

Введение

1. Место вопросов надежности изделий в системе управления качеством

2. Структура системы обеспечения надежности на базе стандартизации

3. Методы оценки и повышения надежности технологических систем

Заключение

Список литературы

**Введение**

Живая природа за миллионы лет создала совершенные живые системы, в том числе и человека. За сравнительно более короткие сроки человек научился управлять свойствами живой природы и изменять свойства отдельных организмов применительно к своим нуждам. Но человек не только управляет живой природой — он создает машины и механизмы, облегчающие ему эту деятельность. И так же, как свойствами природы, он может управлять свойствами создаваемых средств техники и, в первую очередь, их надежностью. Однако проблема эта весьма сложна, что обусловлено особенностями надежности как научной дисциплины. Пожалуй, нельзя назвать ни одной технической дисциплины, в которую не «вмешивались» бы специалисты по надежности.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации.

Уровень надежности в значительной степени определяет развитие техники по основным направлениям: автоматизации производства, интенсификации рабочих процессов и транспорта, экономии материалов и энергии.

Современные технические средства очень разнообразны и состоят из большого количества взаимодействующих механизмов, аппаратов и приборов. Первые простейшие машины и радиоприемники состояли из десятков или сотен деталей, а, к примеру, система радиоуправления ракетами состоит из десятков и сотен миллионов различных деталей. В таких сложных системах в случае отсутствия резервирования отказ всего одного ответственного элемента может привести к отказу или сбою в работе всей системы.

Низкий уровень надежности оборудования вполне может приводить к серьезным затратам на ремонт, длительному простою оборудования, к авариям и т.п.

В настоящее время наблюдается быстрое и многократное усложнение машин, объединение их в крупные комплексы, уменьшение их металлоемкости и повышением их силовой и электрической напряженности. Поэтому наука о надежности быстро развивается.

Отказы деталей и узлов в разных машинах и разных условиях могут иметь сильно отличающиеся последствия. Последствия выхода из строя машины, имеющейся на заводе в большом количестве, могут быть легко и без последствий устранены силами предприятия. А отказ специального станка, встроенного в автоматическую линию, вызовет значительные материальные убытки, связанные с простоем многих других станков и невыполнением заводом плана.

В данной работе сделана попытка осветить только основные методы оценки надежности технических систем. Это потребовало обобщения результатов исследований в данной области целого ряда отечественных и зарубежных специалистов, причем был сделан упор не только на теоретическую разработку отдельных вопросов, но и на их практическую применимость.

**1. Место вопросов надежности изделий в системе управления качеством**

Проблема качества особенно важна для машино- и приборостроения, так как продукция этих отраслей в значительной степени предопределяет темпы технического прогресса и степень механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства.

Важной особенностью современного машино- и приборостроения является широкое развитие унификации и стандартизации изделий и непрерывно расширяющийся на этой основе уровень специализации производства. В результате каждый машиностроительный завод имеет кооперативные связи с сотнями предприятий, поставляющих материалы, комплектующие изделия, необходимые для организации производства технологическое оборудование, оснастку, средства контроля и т. п.

Таким образом, качество изделий в значительной степени зависит от качества продукции предприятий-поставщиков. Например, по мнению специалистов Волжского автозавода, качество выпускаемых здесь автомобилей более чем на 50% зависит от качества комплектующих изделий и материалов.

Такого типа сложная зависимость между различными предприятиями и различными отраслями приводит к тому, что многие раздробленные процессы производства сливаются в один общественный процесс производства. Поэтому при решении проблемы качества необходимо учитывать весь общественный процесс производства. Это значит, что мероприятия по повышению качества должны: проводиться одновременно во всех отраслях, на всех промышленных предприятиях; охватывать все этапы процесса общественного производства — планирование, проектирование, серийное изготовление, эксплуатацию и ремонт; распространяться на все элементы процесса общественного производства — предметы и средства производства, деятельность людей.

Для современного машино- и приборостроения характерны также большая многономенклатурность и разнохарактерность одновременно осваиваемых изделий, повышение требований к техническому уровню, качеству и надежности, сокращение сроков морального устарения средств техники. Это приводит к необходимости постоянного совершенствования конструкций машин и технологии их производства, внедрения новых материалов, более точных методов расчета, улучшения системы контроля и систематического проведения других конструктивно-технологических мероприятий, обеспечивающих современный технический уровень и стабильное качество выпускаемой продукции.

Следовательно, для улучшения качества выпускаемой продукции необходим комплексный, системный подход, т. е. создание систем управления качеством.

Проблема обеспечения надежности технических систем должна решаться в рамках комплексной системы управления качеством, так как надежность является одним из основных свойств качества продукции.

Свойство надежности особенно важно для изделий машиностроения по следующим причинам:

1) объем продукции машиностроения и металлообработки составляет около 25% от общего объема производства и, следовательно, решение проблемы обеспечения оптимальной надежности изделий этой отрасли практически является решением проблемы надежности для подавляющей части промышленной продукции;

2) эта отрасль производит средства производства, определяющие степень механизации труда и автоматизации технологических процессов во всех отраслях народного хозяйства, поэтому низкая надежность изделий машиностроения приводит к снижению производительности общественного труда по всему народному хозяйству;

3) продукция машиностроения является основным объектом экспорта страны, а надежность является основным свойством, обеспечивающим конкурентоспособность изделий машиностроения на мировом рынке.

**2. Структура системы обеспечения надежности на базе стандартизации**

Система обеспечения надежности изделий — это комплекс организационно-технических и экономических мероприятий, методов и средств, направленных на оптимизацию уровня надежности технических систем. Эта система обладает рядом свойств качества, в том числе и свойством надежности.

Сложность проблемы надежности приводит к необходимости использования системного подхода к решению и построению системы обеспечения надежности изделий.

Стратегическая цель системы - это обеспечение оптимального уровня надежности технических систем и их элементов. При этом под оптимальным понимается такой уровень, при котором обеспечивается максимальная эффективность от эксплуатации изделия в заданных условиях при минимальных суммарных затратах на проектирование, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Для синтеза (построения) структуры системы обеспечения надежности необходимо установить:

- множество возможных принципов построения системы и ее элементов;

- множество взаимосвязанных частных целей (функций) системы;

- множество взаимосвязанных элементов.

Практика создания аналогичных систем (например, ЕСКД, ЕСТПП и др.) показала, что основными их принципами являются стандартизация, системность, преемственность и автоматизация.

Принцип стандартизации в системе обеспечения надежности означает, что система должна опираться на комплексную и опережающую стандартизацию. Кроме того, в условиях нашей страны наиболее действенным средством обеспечения живучести организационно-технических систем является государственная система стандартизации. Обязательность стандартов, охват стандартами трех основных иерархических уровней, на которых решаются задачи обеспечения качества, а также наличие четко действующей системы государственного надзора позволяют рассматривать эту систему в качестве основного регулятора, ограждающего систему обеспечения надежности от помех и обеспечивающего ее функционирование. В системе стандартизации имеется три уровня, позволяющие решать: общеотраслевые проблемы на базе государственных стандартов, отраслевые — на базе отраслевых стандартов, задачи предприятий — на базе стандартов предприятий.

Принцип системности означает, что система обеспечения надежности должна создаваться на основе методов теории систем.

Принцип преемственности заключается в том, что при решении задач надежности необходимо максимально использовать: накопленный опыт решения вопросов надежности в отрасли и на конкретном предприятии; достижения смежных научных и технических дисциплин; опыт передовых предприятий страны и зарубежных фирм.

Принцип автоматизации предполагает широкую автоматизацию процессов прохождения информации, выработки управляющих воздействий и решения конструктивно-технологических задач по данной проблеме.

В укрупненном виде частные цели системы обеспечения надежности могут быть сведены к решению задач:

- планирования надежности изделий на основе данных научного прогноза развития техники и технологии;

- обеспечения надежности при проектировании изделий;

- обеспечения надежности в процессе производства;

- поддержания надежности при эксплуатации и восстановления при ремонте.

Указанные цели должны обеспечиваться комплексом элементов системы обеспечения надежности, решающих специфические вопросы надежности, а также такими системами, как ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, система унификации, система разработки, испытаний и постановки изделий на производство, государственная система приборов и т. д.

Таким образом, вертикальную структуру системы обеспечения надежности составляют различные уровни функционирования системы.

Общеотраслевой уровень составляют директивные указания межотраслевых ведомств по вопросам надежности (Госплан, Государственный комитет по науке и технике, Госстандарт РФ и др.), а также государственные стандарты, рекомендации СЭВ и ИСО.

Функционирование системы на этом уровне должно контролироваться и обеспечиваться органами государственного надзора за качеством, внедрением и соблюдением стандартов. Эти же органы должны осуществлять обратную связь в системе и вызывать управляющие воздействия со стороны соответствующих органов во всех случаях нарушений в функционировании системы.

Отраслевой уровень составляют документы общеотраслевого уровня, директивные документы министерств и отраслевые стандарты. Функционирование системы на этом уровне обеспечивают и контролируют службы ведомственного контроля качества.

Уровень предприятий составляют документы более высоких уровней иерархической структуры системы, а также стандарты предприятий, технические условия и другая документация, утверждаемая руководством предприятий (объединений). Функционирование системы на этом уровне контролируется службами технического контроля, стандартизации и качества предприятий.

Горизонтальную структуру системы обеспечения надежности изделий на базе стандартизации составляют следующие подсистемы:

1) Система планирования и регламентации требований к надежности, основу которой составляют планы стандартизации, а также комплексы стандартов на технические требования к промышленной продукции и технические условия. Создание этого комплекса документов должно осуществляться на принципах опережающей и комплексной стандартизации.

2) Система методов оценки надежности. Ее основу составляют комплекс стандартов, устанавливающих для всех отраслей машиностроения и приборостроения единые термины и определения, единую номенклатуру показателей надежности, дифференцированную по видам продукции и целям применения, единые методы расчета показателей надежности однотипных изделий. Эта подсистема должна обеспечить объективность и сопоставимость оценок частных показателей надежности (независимо от места проведения аналогичных оценок).

3) Система обеспечения надежности при проектировании. В эту подсистему входят стандарты на типовые конструктивные решения, на методы учета требований надежности при унификации, на методы обеспечения функциональной взаимозаменяемости и др.

4) Система технологических методов, включающая: правила выбора и требования к материалам с учетом требований к надежности; методы упрочнения (поверхностного и объемного) деталей машин; правила выбора технологических процессов и режимов обработки.

5) Система обеспечения надежности при эксплуатации и ремонте, включающая НТД: на методы обеспечения ремонтопригодности; на оптимальные стратегии технического обслуживания и ремонта техники; на требования к качеству запасных частей; на требования к маслам и смазочным материалам.

6) Система испытаний надежности, предусматривающая разработку НТД на методы и средства испытаний, которые определяются основным видом разрушений, видом техники, а также на такие методы, как ускоренные испытания и техническая диагностика машин. Это предполагает широкое проведение работ по унификации испытательного оборудования для получения возможности компоновать испытательное оборудование из унифицированных элементов агрегатными методами.

7) Система контроля, основу которой составляет в первую очередь НТД на методы неразрушающего контроля для выявления скрытых дефектов в процессе изготовления машин. В этот же комплекс документов входят стандарты на методы контроля шероховатости и технологических дефектов, приводящих к концентрации напряжений, на методы контроля уровня вибрации, шума и других факторов, способных привести к внезапным технологическим отказам.

8) Система информации и обратной связи, предусматривающая проведение систематического авторского надзора за надежностью изделий в процессе эксплуатации; унификацию форм учета и анализа информации о надежности; изучение причин отказов и повреждений, обобщение данных об отказах и выработку мероприятий по устранению причин преждевременных отказов.

Для механических систем комплексная стандартизация методов обеспечения надежности должна предусматривать решение двух основных задач:

1) Обеспечение надежности деталей и элементов машин по свойствам прочности, износостойкости, усталостной долговечности, коррозионной стойкости, пластичности и другим частным и комплексным свойствам материалов;

2) Обеспечение надежности машин по свойствам безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Очевидно, что решение этой задачи во многом определяется решением первой задачи.

Указанные свойства машин и их элементов должны обеспечиваться комплексами стандартов на методы расчетов, конструктивно-технологические решения, методы обеспечения надежности при эксплуатации и ремонте, методы контроля, испытаний и информационного обеспечения.

**3. Методы оценки и повышения надежности технологических систем**

Ученый Дунин-Барковский дал такое определение термина «технологическая надежность»: «…свойство технологического оборудования и производственно-технических систем, таких, как станок, система литейного, кузнечно-прессового или другого производственно-технического оборудования или автоматических линий, сохранить на за-данном уровне выходные параметры качества производимого изделия в течение требуемого времени». Затем А. С. Проников ввел понятие «надежность технологических процессов». Он пишет, что «больший процент отказов различных машин связан с недостаточной надежностью технологического процесса», что ...«технологический процесс должен быть надежным, т. с. не допускать таких показателей, которые могут влиять на качество выпускаемых изделий». Вопросы оценки надежности технологических процессов и безотказности рассматриваются также в работах П. И. Бобрика, А. Л. Меерова и др., причем только с точки зрения способности технологических систем, процессов и операций обеспечивать (в течение заданного времени) изготовление продукции с показателями качества в соответствии с установленными требованиями.

Но очевидно, что изменение во времени характеристик технологических систем может приводить к изменению не только качества изготовления продукции, но и производительности. Отказы технологических систем в большинстве случаев приводят не к появлению бракованных изделий, а к задержке в выполнении задания, что сказывается на производительности оборудования. Поэтому, характеризуя свойство надежности технологических систем, целесообразно его рассматривать с точки зрения выполнения заданий как по показателям качества, так и по объему изготовляемой продукции.

Таким образом, в технической литературе широкое освещение получили вопросы применения методов теории надежности к анализу свойств технологических систем обеспечивать изготовление продукции в соответствии с требованиями технической документации и в установленном объеме.

Технологическая система - это совокупность средств технологического оснащения, объектов производства и, в общем случае, исполнителей, необходимая и достаточная для выполнения определенных технологических процессов и операций и находящаяся в состоянии готовности к функционированию или в состоянии функционирования в соответствии с требованиями технической документации. Таким образом, можно рассматривать технологическую систему для выполнения одной операции и технологическую систему для выполнения некоторого процесса, состоящего из отдельных операций

В технологическую систему входят элементы, для которых обязательно наличие функциональных связей, обеспечивающих протекание технологических процессов изготовления продукции. Частным случаем таких связей являются кинематические связи между отдельными элементами (например, в системе станок — приспособление — инструмент — деталь).

Надежностью технологической системы будем называть свойство технологической системы выполнять заданные функции, сохраняя показатели качества и ритм выпуска годной продукции в течение требуемых промежутков времени эксплуатации или требуемой наработки. Ритм выпуска — это количество изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения, выпускаемых в единицу времени.

Под понятием «надежность технологического процесса» и «надежность технологической операции» понимается надежность технологической системы, обеспечивающей функционирование рассматриваемого процесса или операции в соответствии с требованиями технической документации.

Из определений следует, что технологическую систему можно считать надежной в том случае, если она обеспечивает выполнение задания по показателям качества изготовляемой или изготовленной продукции и по параметрам производительности.

Параметры и свойства технологической системы и ее элементов изменяются в процессе функционирования, т. е. при протекании технологического процесса или операции. Поэтому технологическая система в определенный момент может находиться в работоспособном или неработоспособном состоянии.

При проведении исследований можно оценивать работоспособность системы как отдельно — по ее способности обеспечивать требуемый уровень качества изготовленной продукции и по параметрам производительности, так и по обоим свойствам одновременно с учетом зависимости между ними.

Технологическая система работоспособна по параметрам качества, если обеспечивает изготовление продукции с показателями качества, соответствующими требованиям технической документации, и работоспособна по параметрам производительности, если обеспечивает установленный ритм выпуска.

Отдельные нарушения в технологической системе будем относить к категории повреждений, если они переводят систему из исправного состояния в неисправное, и к отказам, если они переводят систему из работоспособного состояния в неработоспособное.

Таким образом, отказ технологической системы — это событие, заключающееся в потере работоспособности.

Отказы в технологических системах могут быть внезапными и постепенными. К постепенным относятся отказы, вызванные неправильным или дискретным характером изменений в состоянии технологической системы и приводящие к постепенной потере работоспособности (износ направляющих станка, инструмента, приспособлений, температурные деформации, старение материала базовых деталей оборудования и т. п.). Внезапными являются отказы, обусловленные отдельными нарушениями, момент наступления которых практически невозможно прогнозировать (поломка инструмента, ошибка наладчика в настройке оборудования, дефекты в материале или заготовках и т. д.).

В дальнейшем такие постепенные и внезапные отказы будут относиться к категории отказов, обусловленных состоянием системы, т. е. к внутренним отказам. Но технологические системы отдельных операций или процессов могут находиться в состоянии неработоспособности также из-за внешних факторов (нарушение электроснабжения, повреждения помещений, отсутствие материала, заготовок и т. д.). Очевидно, что внешние факторы приводят к снижению надежности по параметрам производительности. К внешним отказам следует относить также простои технологических систем по организационным причинам.

Для того, чтобы решить проблему повышения надежности машин и механизмов, необходимо не просто констатировать факт отказа, но рассматривать каждый случай преждевременного отказа как событие и устанавливать истинную причину нарушения работоспособности. Анализ должен начинаться с установления места отказа. Каждый вид повреждения или отказа имеет различные формы проявления. Все причины отказов могут быть отнесены к одной из следующих трех основных групп:

- ошибки проектирования и изготовления;

- ошибки эксплуатации;

- внешние причины, т.е. причины, непосредственно не зависящие от рассматриваемого изделия или узла.

Типичными дефектами конструирования являются: недостаточная защищенность узлов трения, наличие концентраторов напряжения, неправильный расчет несущей способности, неправильный выбор материалов и др. К наиболее типичным дефектам технологии следует отнести: дефекты из-за неправильного состава материала, дефекты при плавке и изготовлении заготовок, ошибки при механической обработке и др. Основными эксплуатационными причинами отказов и повреждений являются: нарушение условий применения; неправильное техническое обслуживание; наличие перегрузок и непредвиденных нагрузок, обусловленных нарушениями в энергоснабжении, влиянием связанных отказов (вторичные повреждения), влиянием явлений природы, попаданием в механизм посторонних предметов и т.д.

Подобная классификация позволяет только отнести зафиксированный отказ к одной из названных выше причин. Задача заключается в том, чтобы, зная физическую причину разрушения, обеспечить конструирование изделий с установленной долговечностью. Поэтому важно по внешнему виду разрушенной детали сделать правильный предварительный вывод о причинах разрушения.

При решении любой задачи по оценке надежности технологических систем исходят из следующих предпосылок:

1) Надежность технологических систем должна оцениваться только по тем параметрам и показателям качества изготовленной продукции, уровень которых зависит от рассматриваемой операции. Например, при шлифовании вала обработке подлежит только одна поверхность, а остальные не изменяются. По этому оценка надежности такой операции шлифования зависит от условий обеспечения необходимого размера и шероховатости только обрабатываемой поверхности.

Многие показатели эргономичности и технической эстетики однозначно определяются конструкцией изделия и не зависят от надежности технологических операций (например, расположение и число точек смазки в изготавливаемом изделии, обзорность и т. д.). Поэтому при расчете надежности технологических операций такие показатели качества готового изделия не должны учитываться.

2) При расчете надежности технологических систем следует исходить из того, что в конструкторской документации однозначно заданы номинальные значения и показатели качества готового изделия. При оценке же надежности технологических операций (как в процессе технологической подготовки производства, так и в серийном изготовлении) следует только учитывать, насколько процесс изготовления обеспечивает соблюдение установленных требований, и не рассматривать при этом соответствия современному уровню показателей, заложенному в конструкторской документации. Это значит, что технологический процесс может обладать высокой надежностью, хотя полученная при его реализации продукция может относиться ко второй категории качества.

3) При оценке надежности технологических систем в условиях серийного производства следует исходить из заданных в технологической документации технологических маршрутов, режимов и средств технологического оснащения.

4) Отработка технологических операции и процессов по показателям надежности на этапе подготовки производства должна проводиться путем отыскания лучшего технологического решения по экономическим критериям и вероятности выполнения задания по показателям качества изготовленной продукции и параметрам производительности.

Оценка надежности технологических систем сводится к дифференцированной оценке показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности или к вычислению, при необходимости, комплексных показателей, характеризующих одновременно все составные свойства надежности.

Оценка безотказности сводится к определению:

- вероятности того, что рассматриваемый технологический процесс (или операция) обеспечит изготовление продукции в соответствии с требуемыми технической документацией показателями качества в течение заданного интервала времени без вынужденных перерывов при одновременном обеспечении заданного объема производства в единицу времени (ритма запуска);

- средней наработки до отказа;

- параметра потока отказов.

При оценке показателей безотказности не учитываются вынужденные простои оборудования, обусловленные организационными причинами.

Для непрерывных технологических операций за наработку принимается продолжительность работы (ч); для дискретных технологических операций (обработка резанием, штамповка и т. д.) — число обработанных деталей или число обработанных прутков (при изготовлении деталей из пруткового материала).

При оценке безотказности автоматических линий, а также технологических операций, за единицу наработки принимается количество изготовленных деталей после финишной операции.

Операция контроля должна рассматриваться как неотъемлемая часть соответствующих технологических операций.

Отказом технологической системы по показателям качества не следует считать произошедшее после операции обработки отклонение от требований технической документации по одному из показателей качества, выявленное при контрольной операции, в результате чего дефектная деталь или изолирована или направлена на доработку (переработку). При оценке безотказности по параметрам производительности время изготовления дефектной продукции должно учитываться как время, затраченное на устранение отказа.

Для дорогостоящих и трудоемких в изготовлении изделий безотказность должна оцениваться для операции обработки и отдельно для контрольной операции.

Оценка долговечности сводится к определению:

- календарной продолжительности функционирования технологической системы до отказа, капитального ремонта, между ремонтами, до полной замены;

- наработок системы до тех же периодов.

Оценка ремонтопригодности технологической системы сводится:

- к определению показателей, характеризующих продолжительность и стоимость выявления и устранения отказов;

- к установлению времени, потребного для приведения системы в рабочее состояние;

- к устранению показателей, характеризующих трудоемкость и стоимость операций технического обслуживания технологических систем, подналадок, смены инструмента.

Оценка надежности технологических систем проводится путем вычисления показателей надежности па этапах технологической подготовки производства, серийного изготовления, а также после капитального ремонта или модернизации важнейших элементов технологических систем.

Основная цель оценок надежности технологических систем — приведение технологических процессов в такое состояние, при котором обеспечивается изготовление продукции в соответствии с установленными в технической документации параметрами и показателями качества при одновременном обеспечении максимальной производительности и минимуме потерь от брака. В зависимости от этапа проведения оценок могут решаться частные задачи:

- при планировании — установление объемов производства отдельных участков и цехов, определение экономически обоснованных норм точности;

- при технологической подготовке производства — выбор оптимальных технологических процессов (выбор режимов обработки, установление мест контрольных операций в технологическом процессе и планов контроля);

- при серийном производстве — определение соответствия параметров технологической системы установленным требованиям, выявление отрицательных факторов и разработка мероприятий по повышению надежности или точности и стабильности технологических процессов;

- после проведения ремонтов технологических систем — оценка качества ремонта.

Эти же методы могут быть использованы для организации приемо-сдаточных испытаний после ремонта основных элементов технологических систем или после их модернизации.

В основу современного развития работ по теории надежности могут быть положены следующие предпосылки:

- большинство отказов, которые появляются при эксплуатации изделий, можно было предвидеть заранее, поэтому их нельзя считать случайными;

- большинство внезапных отказов объясняются недоработкой и ошибками конструирования, изготовления и сборки, поэтому необходимо не просто констатировать факты появления внезапных отказов, а разрабатывать способы, исключающие их возможность;

- большинство методов промышленного контроля в действительности не позволяет обнаружить дефекты; нужны новые методы контроля, дающие возможность прогнозировать моменты появления отказов с целью своевременного принятия необходимых мер, исключающих внезапный характер отказов;

- надежность технических систем должна оцениваться еще на стадии проектирования;

- управление надежностью должно носить комплексный характер и обеспечиваться на этапах проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта.

**Заключение**

Поскольку уровень надежности в значительной степени определяет развитие техники по основным направлениям, мы должны стремиться достичь высокой надежности технических средств, применяемых в технологическом процессе.

Но невозможно достичь высокой надежности и долговечности с непрогрессивным рабочим процессом и несовершенной схемой или несовершенными механизмами.

Поэтому первым направлением повышения надежности является обеспечение необходимого технического уровня изделий.

Кроме этого, следует применять агрегаты с высокой надежностью и долговечностью, которые обеспечиваются самой природой, т.е. быстроходных агрегатов без механических передач; деталей, работающих при напряжениях ниже пределов выносливости, и др.

Необходимо отметить, что переход на изготовление машин по строго регламентированной технологии заключает в себе резерв повышения надежности.

Этап конструирования системы является очень важным, поскольку на нем закладывается уровень надежности систем безопасности. При конструировании и проектировании следует ориентироваться на простые структуры, имеющие наименьшее количество элементов, поскольку сокращение количества элементов является существенной мерой повышения надежности. Но уменьшение количества элементов не следует противопоставлять резервированию как эффективному способу повышения надежности, но приводящему, на первый взгляд, к завышенному количеству элементов конструкции. Очевидно, что следует принимать компромиссное решение между необходимостью сокращения количества элементов и применением резервирования наименее надежных элементов.

**Список литературы**

1. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. – М., Изд-во стандартов, 1977.
2. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. – М., Изд-во стандартов, 1988.
3. Проников А.С. Основы надежности и долговечности машин. – М., Изд-во стандартов, 1986.