



НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ





Основные понятия



Актуальность проблемы обеспечения безопасности особенно возрастает на современном этапе развития производительных сил, когда из-за трудно предсказуемых техногенных и экологических последствий чрезвычайных происшествий поставлено под сомнение само существование человеческого общества.

Авария в условиях современной техносферы по своим масштабам и тяжести последствий стала сравнима с природными катастрофами и разрушительными последствиями военных действий с применением ядерного оружия.



Основные понятия



Кризисная ситуация в вопросах аварийности и травматизма объясняется:

- низкой культурой безопасности и технологической недисциплинированностью персонала;
- конструктивным несовершенством используемого в РФ промышленного и транспортного оборудования.



- угольная и горнорудная;
- химическая и нефтегазовая;
- металлургическая;
- транспорт;
- атомная энергетика;



Основные понятия



Основными причинами крупных техногенных аварий являются:

- отказы технических систем из-за дефектов изготовления и нарушений режимов эксплуатации;
- ошибочные действия операторов технических систем;
- концентрации различных производств в промышленных зонах;
- высокий энергетический уровень технических систем;
- внешние негативные воздействия на объекты энергетики, транспорта



**Безопасность – состояние защищённости
отдельных лиц, общества и природ-
ной среды от повышенной опасности.**



Основные понятия



Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях:

- применения,
- технического обслуживания,
- хранения,
- транспортирования.

Надежность объекта – комплексное свойство



ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ



Основные понятия



Безотказность — свойство объекта сохранять работоспособность непрерывно в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Безотказность свойственна объекту в любом из возможных режимов его существования, в том числе, при хранении и транспортировке.

Долговечность — свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Предельное состояние — состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна



Основные понятия



Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.



Основные понятия



Предмет исследований надежности:

- изучение причин, вызывающих отказы объектов,
- определение закономерностей, которым они подчиняются,
- разработка метода проверки надежности изделий и способов контроля надежности, методов расчетов и испытаний,
- изыскание путей и средств повышения надежности.



Основные понятия



Объект – техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации.

Система – объект, в котором различаются взаимозависимые части, объединенные одной задачей. Система представляет собой совокупность элементов, связанных определенными отношениями и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение системой некоторой достаточно сложной функции.

Элемент – ограниченный объект, являющийся частью другого объекта.



Основные понятия



Работоспособность – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической документации и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неработоспособность – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической документации и (или) конструкторской (проектной) документации.



Классификация и характеристики отказов



Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

1. Характер работы после возникновения отказов:

- *параметрический* отказ происходит вследствие превышения пределов допустимого изменения рабочего параметра;
- *отказ функционирования (функциональный)* наступает из-за прекращения выполнения объектом его основных функций, дальнейшая эксплуатация возможна только после ремонта.



Классификация и характеристики отказов



2. Внешние признаки отказов:

- *явный (очевидный)* отказ – непосредственно воспринимается органами чувств или средствами контроля;
- *неявный (скрытый)* отказ – тот, для обнаружения которого требуется выполнение специальных операций контроля.

3. Зависимость от отказов других объектов:

- *независимым* называется отказ, не обусловленный отказом другого объекта;
- *зависимый* отказ обусловлен отказом другого объекта.



Классификация и характеристики отказов



4. Возможность дальнейшего использования объектов:

- *полный* отказ – прекращение объектом выполнения всех функций;
- *частичный* отказ – выполнение некоторых функций.

5. Возможность устранения отказов:

- *устранимый* отказ – такой, причины которого известны и могут быть устранены, что исключает их возникновение вновь для изделия данного вида;
- *неустранимый* отказ – такой, причины которого неизвестны или не могут быть устранены для изделия данного вида.



Классификация и характеристики отказов



6. Характер устранения отказов:

- *устойчивый* отказ – требующий проведения специальной работы;
- *самоустраняющийся* отказ – кратковременное нарушение работоспособности;
- *сбой* – отказ, не нарушающий работоспособности объекта, приводящий к кратковременной потере или искажению полезной информации в системе;
- *перемежающийся* отказ – многократно возникающий самоустраняющийся отказ объекта, имеющий один и тот же характер.



Классификация и характеристики отказов



7. Характер изменения основных параметров отказов:

- *внезапный* отказ – появляющийся при скачкообразном изменении значений одного или нескольких параметров объекта;
- *постепенный* отказ – связан с медленным изменением значений параметров объекта;
- *систематический* отказ – многократно повторяющийся однородный по определенным признакам отказ, появляющийся вследствие недостатков конструкции, процесса изготовления и т.д.



Классификация и характеристики отказов



8. Причины возникновения отказов:

- *конструкционный* отказ – возникающий из-за недостатков конструкции;
- *производственный (технологический)* отказ – следствие ошибок, нарушений и несовершенства технологии;
- *эксплуатационный* отказ – следствие нарушений правил эксплуатации.



Классификация и характеристики отказов



9. Значимость отказов:

- *критический* отказ – такой, при котором возникает угроза человеку или окружающей среде;
- *существенный* отказ – такой, при котором ухудшение эксплуатационных характеристик или полная непригодность объекта к эксплуатации не приводят к опасности для человека;
- *несущественный* отказ – такой, который имеет незначительные последствия, вызывающие недовольство.



Классификация и характеристики отказов



10. Время возникновения отказов:

- *приработочный* отказ – появляется в начальный период эксплуатации;
- *отказ при нормальной* эксплуатации;
- *отказ вследствие износа* – появляется в заключительный период эксплуатации.



Причины потери работоспособности объекта



Источники и причины изменения начальных параметров
технической системы

Эксплуатация



Действие всех видов энергии



Изменение параметров отдельных элементов
и системы в целом





Причины потери работоспособности объекта



Основные источники воздействий:

- действие энергии окружающей среды, включая человека, исполняющего функции оператора или ремонтника;
- внутренние источники энергии, связанные как с рабочими процессами, протекающими в технической системе, так и с работой отдельных элементов системы;
- потенциальная энергия, которая накоплена в материалах и деталях узлов системы в процессе их изготовления (внутренние напряжения в отливке, монтажные напряжения).



Причины потери работоспособности объекта



Механическая энергия, которая не только передается по всем элементам системы в процессе работы, но и воздействует на нее в виде статических или динамических нагрузок от взаимодействия с внешней средой.

Тепловая энергия действует на систему и ее части при колебаниях температуры окружающей среды, при осуществлении рабочего процесса (особенно сильные тепловые воздействия имеют место при работе двигателей и ряда технологических машин, при работе приводных механизмов, электротехнических и гидравлических устройств)



Причины потери работоспособности объекта



Химическая энергия оказывает влияние на работу системы в виде возможной коррозии и т.д.

Ядерная (атомная) энергия, выделяющаяся в процессе превращения атомных ядер, может воздействовать на материалы (особенно в космосе), изменяя их свойства.

Электромагнитная энергия в виде радиоволн (электромагнитных колебаний) пронизывает все пространство вокруг объекта и может оказать влияние на работу электронной аппаратуры.

Биологические факторы также могут влиять на работоспособность системы, например, в тропических странах имеются микроорганизмы, которые не только разрушают некоторые виды пластмасс, но даже могут воздействовать на металл.



Причины потери работоспособности объекта



Физика отказов

Зависимости, описывающие изменение свойств и состояния материалов, можно разделить на две основные группы:

- *законы состояния* – закономерности, описывающие взаимосвязи обратимых процессов, когда после прекращения действия внешних факторов материал (деталь) возвращается в исходное состояние



Закон Гука, закон теплового расширения твердых тел и др.



Причины потери работоспособности объекта



- *законы старения* – закономерности, которые описывают необратимые процессы и, следовательно, позволяют оценить те изменения начальных свойств материалов, которые происходят или могут происходить в процессе эксплуатации изделия.



Колебания упругих систем, процессы теплопередачи и др.



Причины потери работоспособности объекта



- *законы старения* – закономерности, которые описывают необратимые процессы и, следовательно, позволяют оценить те изменения начальных свойств материалов, которые происходят или могут происходить в процессе эксплуатации изделия.



Колебания упругих систем, процессы теплопередачи и др.



Причины потери работоспособности объекта



Законы старения, оценивающие степень повреждения материала в функции времени, - основа для решения задач надежности:

- прогноз и оценка хода процесса старения,
- выявление наиболее существенные факторы, влияющие на интенсивность процесса.

Типичный пример – законы износа материалов, которые на основе раскрытия физической картины взаимодействия поверхностей дают методы для расчета интенсивности процесса изнашивания или величины износа в функции времени и оценивают параметры, влияющие на ход процесса.