

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс обуславливает повышение требований к качеству и надежности промышленной продукции различных отраслей народного хозяйства. Необходимые качество и надежность объектов могут быть обеспечены при условии применения эффективных систем контроля качества в цикле «изготовление – эксплуатация – ремонт». Сплошной контроль качества объектов (материалов, заготовок, полуфабрикатов и изделий) должен осуществляться такими методами, после применения которых объекты могут быть использованы по прямому назначению, то есть методами неразрушающего контроля.

Методы неразрушающего контроля, основанные на воздействии проникающих веществ и физических полей на объект или на регистрации полей, создаваемых самим объектом контроля, образуют класс физических методов неразрушающего контроля (НК), которые используются для:

- обнаружения несплошностей материала (дефектоскопия);
- исследования структуры материала (структуроскопия);
- измерения размеров объектов, как правило, толщины стенок и покрытий на них (толщинометрия);
- определения физико-механических характеристик материала объекта;
- изучения внутреннего строения объектов (интроскопия).

ВВЕДЕНИЕ

Зарождение физических методов неразрушающего контроля обычно относят ко времени открытия в ноябре 1895 года Рентгеном лучей, названных его именем. В 1928 году наш соотечественник С.Я.Соколов предложил использовать упругие колебания (ультразвук) для обнаружения внутренних несплошностей в изделиях.

Неразрушающий контроль сегодня – это завершающая операция многих технологических процессов изготовления изделий и полуфабрикатов. В развитых странах затраты на НК составляют не менее 1–3% от стоимости продукции, а при производстве ответственных сварных конструкций (суда, энергетическое оборудование, высотные здания) стоимость операций НК достигает 20–25% от общей стоимости сооружений. Указанные затраты быстро окупаются, так как благодаря НК на всех этапах изготовления (ремонта) и приемки радикально повышаются качество и эксплуатационная надежность продукции. При диагностике объектов неразрушающий контроль обеспечивает безопасность и возможность их эксплуатации по фактическому состоянию, а не по расчетному ресурсу.

ВВЕДЕНИЕ

При любом виде неразрушающего контроля можно выделить четыре этапа (фазы): планирование, проведение, обработка и принятие решения о качестве (состоянии) объекта контроля (ОК). При всех видах НК он может рассматриваться как функциональный комплекс, включающий в себя: коллектив специалистов (контролеров или операторов), объект контроля, средства контроля и условия, в которых осуществляется контроль (среда контроля). В связи с этим надежность НК следует изучать как надежность комплекса (прибор – оператор – среда).

На современном уровне развития средств НК о выявленных дефектах судят по косвенным признакам; поиск дефектов осуществляют, в основном, путем перемещения измерительного преобразователя вручную (ручной контроль); аппаратура не всегда позволяет вести автоматическую обработку информации и регистрировать объективный документ контроля с заключением о качестве объекта. Поэтому большую часть функций в процессе НК на всех его этапах вынужден выполнять оператор. При этом надежность оператора во многом обуславливает надежность НК.

ВВЕДЕНИЕ

Повышению достоверности и надежности НК способствует метрологическое обеспечение, стандартизация и организация процесса НК в целом. Учитывая, что в различных отраслях народного хозяйства большой объем контроля приходится на ручной НК, весьма важным оказывается создание портативной аппаратуры, позволяющей получать объективный документ ([дефектограмму](#)), отображающий информацию о выполненном ручном контроле и о качестве проконтролированного объекта.

Высокую достоверность и надежность НК можно обеспечить только путем его автоматизации, включая обработку информации посредством вычислительной техники и выдачи документа с заключением о качестве объекта. Однако для любой степени автоматизации системы НК достоверность и надежность результатов НК в той или иной степени будут определяться надежностью оператора, эксплуатирующего систему контроля.

Из всех известных методов контроля качества наибольшими функциональными возможностями обладают физические методы неразрушающего контроля – это самая массовая технологическая операция.

ВВЕДЕНИЕ

Методы НК разделяют на группы, называемые видами, объединенные общностью физических признаков. ГОСТ 18353-79 различает 9 видов НК:

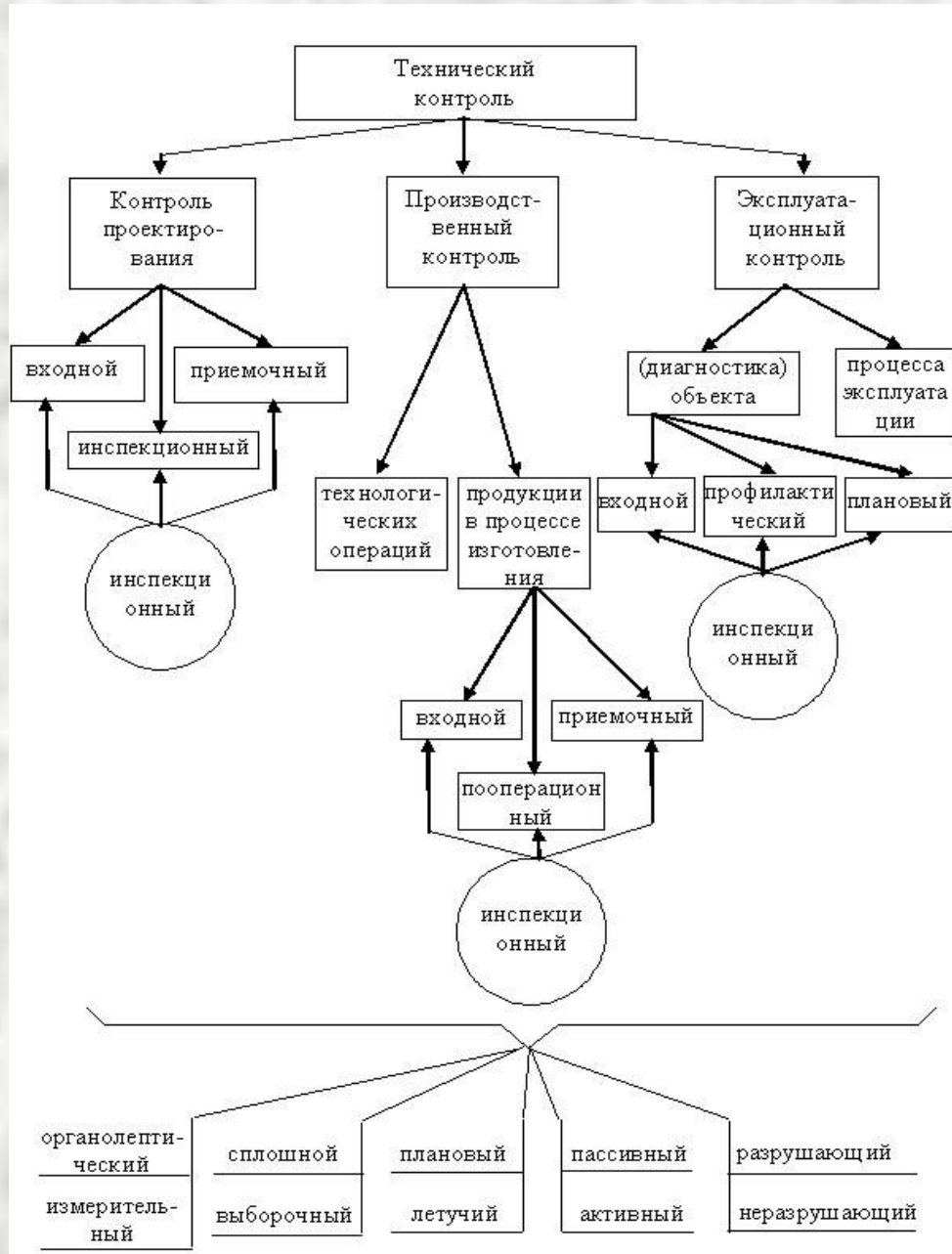
магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновой, тепловой, оптический, радиационный, акустический, проникающими веществами.

Методы каждого вида НК классифицируют по следующим признакам.

1. Характер взаимодействия поля или вещества с объектом контроля. Взаимодействие при этом должно быть таким, чтобы контролируемый признак объекта вызывал определенные изменения поля или состояния вещества.
2. Первичный информативный параметр – конкретный параметр поля или вещества (амплитуда поля, фаза, время распространения), изменение которого используется для характеристики контролируемого объекта.
3. Способ получения первичной информации – конкретный тип датчика или вещества, которые используют для измерения и фиксации упомянутого информационного параметра.

ВВЕДЕНИЕ

Классификация технического контроля по видам (ГОСТ 18353-79)



ВВЕДЕНИЕ

Классификация методов неразрушающего контроля

Вид контроля	Классификация методов неразрушающего контроля		
	по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	по первичному информативному параметру	по способу получения первичной информации
Магнитный	Магнитный	Коэрцитивной силы Намагниченности Остаточной индукции Магнитной проницаемости Напряженности Эффекта Баркгаузена	Магнитопорошковый Индукционный Феррозондовый Эффекта Холла Магнитографический Пондеромоторный Магниторезисторный
Электрический	Электрический Трибоэлектрический Термоэлектрический	Электродаточный Электроемкостный	Электростатический порошковый Электропараметрический Электроискровой Рекомбинационного излучения Экзоэлектронной эмиссии Шумовой Контактной разности потенциалов

ВВЕДЕНИЕ

Классификация методов неразрушающего контроля (продолжение 1)

Вид контроля	Классификация методов неразрушающего контроля		
	по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	по первичному информативному параметру	по способу получения первичной информации
Вихретоковый	Прошедшего излучения Отраженного излучения	Амплитудный Фазовый Частотный Спектральный Многочастотный	Трансформаторный Параметрический
Радиоволновый	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Резонансный	Амплитудный Фазовый Частотный Временной Поляризационный Геометрический	Детекторный (диодный) Болометрический Термисторный Интерференционный Голографический Жидких кристаллов Термобумаг Термолюминофоров Фотоуправляемых полупроводниковых пластин Калориметрический

ВВЕДЕНИЕ

Классификация методов неразрушающего контроля (продолжение 2)

Вид контроля	Классификация методов неразрушающего контроля		
	по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	по первичному информативному параметру	по способу получения первичной информации
Тепловой	Тепловой контактный Конвективный Собственного излучения	Термометрический Теплометрический	Пирометрический Жидких кристаллов Термокрасок Термобумаг Термолюминофоров Термозависимых параметров Оптический интерференционный Калориметрический
Оптический	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Индукцированного излучения	Амплитудный Фазовый Временной Частотный Поляризационный Геометрический Спектральный	Интерференционный Нефелометрический Голографический Рефрактометрический Рефлексометрический Визуально-оптический

ВВЕДЕНИЕ

Классификация методов неразрушающего контроля (продолжение 3)

Вид контроля	Классификация методов неразрушающего контроля		
	по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	по первичному информативному параметру	по способу получения первичной информации
Радиационный	Прошедшего излучения Рассеянного излучений Активационного анализа Характеристического излучения Автоэмиссионный	Плотности потока энергии Спектральный	Сцинтилляционный Ионизационный Вторичных электронов Радиографический Радиоскопический
Акустический	Прошедшего излучения Отраженного излучения (эхо-метод) Резонансный Импедансный Свободных колебаний Акустико-эмиссионный	Амплитудный Фазовый Временной Частотный Спектральный	Пьезоэлектрический Электромагнитно-акустический Микрофонный Порошковый

ВВЕДЕНИЕ

Классификация методов неразрушающего контроля (окончание)

Вид контроля	Классификация методов неразрушающего контроля		
	по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	по первичному информативному параметру	по способу получения первичной информации
Проникающими веществами	Молекулярный капиллярный	Жидкостной Газовый	Яркостный (ахроматический) Цветной (хроматический) Люминесцентный Люминесцентно-цветной Фильтрующих частиц
	Молекулярный течеискания	Жидкостной Газовый	Масс-спектрометрический Пузырьковый Манометрический Галогенный Радиоактивный Катарометрический Химический Акустический

1. Качество и контроль качества продукции

1.1. Продукция и качество продукции

Продукция – это результат труда, полученный в определенном месте за определенное время и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их материальных или духовных потребностей.

В соответствии с ГОСТ 15895-77 промышленную продукцию разделяют на изделия и продукт. Изделия – это промышленная продукция, количество которой может быть охарактеризовано дискретной величиной, исчисляемой в штуках или экземплярах. Промышленную нештучную продукцию, а также штучную сельскохозяйственную продукцию относят к продуктам. Так, генераторы электроэнергии – изделия, а генерируемая ими электроэнергия – продукт.

Продукцию используют путем ее эксплуатации или потребления. В процессе эксплуатации изделий расходуется их ресурс. Продукты, а также изделия, которые потребляются, расходуются. Например, эксплуатируют генераторы, но потребляют электроэнергию.

В любой продукции присущи объективные свойства, особенности, проявляющиеся при ее создании, эксплуатации или потреблении. Совокупность свойств, обуславливающих пригодность продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением, называют качеством продукции. При этом свойства продукции, не связанные с ее назначением, считаются не влияющими на ее качество.

1. Качество и контроль качества продукции

1.1. Продукция и качество продукции

Для количественной характеристики качества продукции используют показатели качества. Единичный показатель качества продукции характеризует количественно одно из ее свойств, комплексный показатель качества – несколько свойств продукции, входящих в ее качество. Интегральный показатель качества Q продукции есть соотношение суммарного полезного эффекта G от эксплуатации или потребления продукта к суммарным затратам Σ , благодаря которым достигнут этот эффект. Запись этого выражения $Q = \frac{G}{\Sigma}$ и операция деления недопустима.

Естественно стремление при разработке и изготовлении продукции обеспечить наиболее высокие показатели ее качества. Значение показателей, принятых за основу при сравнительной оценке качества продукции, называют базовыми показателями качества. Отношение показателя качества оцениваемой продукции к соответствующему базовому показателю определяет уровень качества продукции.

В процессе разработки продукции и ее производства в нормативно-технической документации (НТД) на продукцию регламентируют номинальные (базовые) значения показателей ее качества и допустимые отклонения этих показателей от номинального значения. Выход фактического показателя качества продукции за установленные в НТД пределы, означает, что рассматриваемая продукция имеет дефект.

1. Качество и контроль качества продукции

1.2. Дефекты и брак продукции

Под дефектом понимают каждое отдельное несоответствие продукции установленным в НТД требованиям. Если продукция имеет дефект, то это означает, что хотя бы один из показателей качества вышел за предельные значения, установленные НТД.

Дефекты могут быть обусловлены образованием несплошностей и структурных неоднородностей, отклонением размеров и физико-механических характеристик от номинальных значений и другими причинами. Независимо от типа дефектов их разделяют на три вида:

- критические, когда использовать продукцию по назначению невозможно или недопустимо (небезопасно);
- значительные, оказывающие существенное влияние на использование продукции и на ее долговечность, но не являющиеся критическими;
- малозначительные, практически не влияющие на использование продукции по ее назначению и на ее долговечность.

1. Качество и контроль качества продукции

1.2. Дефекты и брак продукции

Вид дефекта, в отличие от типа, характеризует степень его влияния на эффективность использования продукции с учетом ее назначения, то есть его потенциальную опасность. Очевидно, что дефект одного и того же типа и размера может принадлежать к дефектам различного вида в зависимости от условий и режимов эксплуатации продукции, то есть в зависимости от ее назначения.

Например:

Пора размером 2 мм в стыковом сварном соединении толщиной 20 мм в сосуде для хранения воды относится к малозначительному дефекту, а в таком же соединении в пролетном строении моста – к критическому.

Во многих отраслях промышленности ограничиваются разделением дефектов по потенциальной опасности на два вида: допустимые и недопустимые. Совокупность дефектов, каждый из которых является малозначительным и допустимым, может быть эквивалентна критическому и недопустимому.

1. Качество и контроль качества продукции

1.2. Дефекты и брак продукции

Дефекты, для выявления которых в НТД на продукцию предусмотрены методы, средства и правила, относят к классу явных дефектов. Дефекты называют скрытыми, если в НТД отсутствуют рекомендации по их обнаружению. Выявленный дефект может быть устранимым, если его исправление возможно и экономически целесообразно, в противном случае – неустранимым.

Продукция, передача которой потребителю из-за наличия дефектов недопустима, относят к браку. По аналогии с дефектами брак делят на исправимый и неисправимый. Неустранимый дефект не всегда оказывается причиной неисправимости брака.

Например:

Пора в стыке контактной сварки рельсов – неустранимый дефект, а стык с таким дефектом – исправимый брак, потому что, вырезав весь бракованный стык, рельсы можно сварить заново.

Своевременное обнаружение дефектов достигается техническим контролем продукции на стадиях ее разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

1. Качество и контроль качества продукции

1.3. Контроль качества, испытания и диагностика

Проверка соответствия продукции или процессов, от которых зависит качество продукции, установленным техническим требованиям составляет сущность технического контроля.

Объектом технического контроля могут быть процессы разработки и соответствующая техническая документация, технологические процессы изготовления, транспортировки, хранения, технологического обслуживания, ремонта продукции.

Технический контроль осуществляют на стадиях проектирования (контроль проектирования), производства (производственный) и эксплуатации (эксплуатационный контроль). Эксплуатационный контроль – составная часть технического диагностирования объекта.

1. Качество и контроль качества продукции

1.3. Контроль качества, испытания и диагностика

В процессе создания продукции выполняют контроль:

- входной (контроль продукции, предназначенной для изготовления или эксплуатации другой продукции);
- пооперационный (контроль продукции во время или после завершения технологической операции);
- приемочный (контроль продукции, по результатам которого принимают решение о ее пригодности к поставкам потребителю и использованию).

В эксплуатационном различают входной, профилактический (необязательный) и текущий виды контроля. Контролю подвергают или все единицы продукции (сплошной контроль), или некоторую ее часть (выборочный контроль). При выборочном контроле решение о соответствии (несоответствии) всей продукции установленным техническим требованиям принимают по результатам контроля выборки из исследуемой партии продукции.

Контроль проводят по запланированному графику (плановый контроль) или в случайные моменты, выбираемые службами контроля (летучий контроль). Эффективность летучего контроля определяется квалификацией операторов. Такой контроль чаще вскрывает недостатки в организации производства, ремонта или хранения продукции.

1. Качество и контроль качества продукции

1.3. Контроль качества, испытания и диагностика

В ряде случаев с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля осуществляют вторичный, инспекционный контроль специально уполномоченными работниками. Этот контроль, как правило, летучий и выборочный.

Сущность любого технического контроля сводится к осуществлению двух основных этапов:

получение информации о фактическом состоянии объекта контроля, о признаках и показателях его свойств (первичная информация);
сопоставление первичной информации с заранее установленными требованиями, нормами, критериями, то есть обнаружение соответствия или несоответствия фактических данных требуемым. Информацию расхождения фактических и требуемых данных называют вторичной.

На основании вторичной информации вырабатывают соответствующее управляющее воздействие на объект. Технический контроль, вторичную информацию которого используют для регулирования технологического процесса изготовления или эксплуатации продукции, называют активным контролем.

1. Качество и контроль качества продукции

1.3. Контроль качества, испытания и диагностика

Технический контроль продукции обычно выполняют с применением технических средств контроля (измерительный контроль). В ряде случаев при техническом контроле первичную информацию воспринимают органами чувств (зрение, слух, осязание, обоняние, вкус). Такой контроль называют органолептическим. Наибольшее распространение при этом получил визуальный осмотр.

Технический контроль, после проведения которого продукция может быть использована по прямому назначению, называют неразрушающим, а если нельзя – то разрушающий.

Один и тот же метод контроля, в зависимости от назначения продукции, может быть отнесен как к разрушающему, так и неразрушающему контролю (например, измерение твердости). Только неразрушающие методы позволяют осуществлять сплошной контроль всей продукции.