**9.1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Основные термины в области измерения и контроля стандар­тизованы.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263—81). Измерения, отнесенные к линейным, радиусным и угловым величинам, называют техническим измерением. Измере­ние может быть как частью промежуточного преобразования в про­цессе контроля, так и окончательным этапом получения инфор­мации при испытании. Испытание же является этапом получения первичной информации в процессе контроля.

Технический контроль — проверка соответствия объекта, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Технический контроль, осуществляемый с обязатель­ным применением средств измерения, называют измерительным контролем.

Испытания — экспериментальное определение количествен­ных и качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздейст­вия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и воздействий. Раз­новидность испытания, проводимого для контроля качества объекта, называют конт­рольным испытанием.

Взаимосвязь упомянутых понятий пояс­няется кругами Эйлера, в приоритетных зо­нах которых сосредоточено их взаимодейст­вие (рис. 9.1).

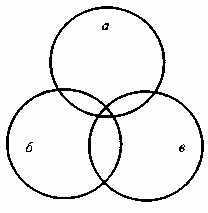


Рис. 9.1. Круги Эйлера:

*а –* технический контроль; *б* – технические измерения; *в* – испытание

Технический контроль (ТК) с совокупно­стью основных элементов (объект, процесс и средство контроля, исполнитель, НТД) функционирует как единая система технического контроля (СТК).

**9.2. ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

В создании технического контроля должны соблюдаться следу­ющие принципы: системности, стандартизации, оптимальности, ди­намичности, автоматизации, преемственности, адаптации и органи­зации.

Принцип системности заключается в том, что при создании ТК процессы планирования, исследования и проектирования, изго­товления, эксплуатации и ремонта рассматривают во взаимосвязи.

Взаимосвязь элементов в ТК должна быть однозначно описана и максимально формализована. К практическому решению всех задач ТК необходимо подходить с позиций системотехники (теории больших систем). При изучении связей между элементами и выделе­нии элементов ТК такой подход приводит к необходимости учиты­вать только основные и наиболее устойчивые связи, что позволяет строить структуры элементов и связей в их строгой зависимости и переходить от рассмотрения ТК к построению и изучению систем технического контроля (СТК).

При построении СТК с позиций системного подхода предусмат­ривают:

структурное и функциональное описание системы и выявление всех основных элементов и связей между ними;

моделирование систем;

квантификацию системы (построение количественных зависимо­стей для связей и количественных характеристик элементов систем).

Принцип стандартизации состоит в том, что основные функ­ции, задачи и требования к системе СТК типизируются, унифициру­ются и обеспечиваются государственными и отраслевыми стандар­тами и техническими условиями. Стандарты являются базой систе­мы и обязательность их требований обеспечивает автоматизм в фу­нкционировании системы. С помощью стандартов внедрение от­дельных элементов системы выполняют одновременно во всех под­разделениях промышленного предприятия.

Принцип оптимальности предполагает, что каждый элемент СТК имеет оптимальный уровень, а сама система обеспечивает решение поставленных задач при минимальных затратах на ее разработку и максимальном эффекте от ее функционирования.

Принцип динамичности заключается в том, что в СТК долж­на быть предусмотрена возможность ее непрерывного совершенст­вования и развития с учетом требований технического прогресса. Принцип динамичности обеспечивается при создании СТК за счет открытой структуры, планомерного обновления ее подсистем и эле­ментов.

Принцип автоматизации предусматривает максимальное ис­пользование средств вычислительной техники в системе техничес­кого контроля, включая автоматизацию технологических процессов и операций технического контроля, а также труда инженерно-тех­нического и управленческого персонала.

Принцип преемственности применяют в каждой конкретной разработке СТК; принцип состоит в максимальном использовании всех имеющихся возможностей (ресурсов) предприятия и пере­дового опыта разработки СТК на предприятиях машиностроения и приборостроения с учетом специфики производства и отрасли.

Принцип адаптации заключается в разработке и введении в СТК элементов, обеспечивающих быструю приспособляемость СТК и специфике объектов контроля в условиях периодически изменяющихся видов выпускаемой продукции.

Принципы организации технического контроля:

соответствие контроля уровню техники, технологии и организа­ции основных производственных процессов;

комплексность контроля (предполагает необходимость охвата контролем всех элементов производственного процесса и всех фак­торов, определяющих качество продукции в ходе ее изготовления);

непрерывность (требует организации постоянного контроля на технологических операциях изготовления продукции и ликвидации каких-либо перерывов между операцией обработки и контроля);

параллельность в проведении операций ТК и операций обработ­ки в целях сокращения времени на пролеживание изделий в ожида­нии контроля и сокращения длительности производственного цикла за счет уменьшения затрат времени на ТК;

совмещение производственных и контрольных функций или пе­редача ряда операций контроля под ответственность рабочих, ма­стеров и бригадиров;

профилактичность, т. е. предупреждение появления дефектных изделий в процессе производства;

независимость органов контроля от производственных служб и подразделений;

организация бездефектного труда;

экономичность, основанная на минимизации затрат на конт­роль.

***93.* ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

Под системой технического контроля (СТК) понимается сово­купность средств контроля и исполнителей, взаимодействующих с объектом контроля по правилам, установленным соответству­ющей документацией. В условиях системного подхода к управле­нию качеством продукции СТК выступает как сложная проблема, имеющая многоуровневую иерархическую структуру по вертикали и многозвенную структуру по горизонтали. В общем случае струк­тура СТК содержит: объекты контроля; процессы технического контроля; техническое оснащение, основанное на методах и средст­вах контроля; организацию контроля; исполнителя. Модель струк­туры описывается графом взаимодействия перечисленных компо­нентов и декартовым произведением их множеств. Граф представ­ляет структуру с жесткими связями бинарных отношений с услови­ями рефлексивности, симметричности, транзитивности, отношени­ем эквивалентности (рис. 9.2).

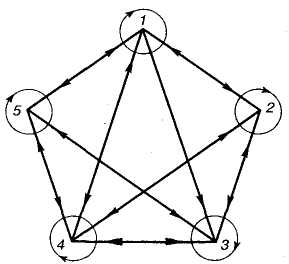


Рис. 9.2. Граф построения СТК в сплошном контроле:

*1* — объект контроля, *2* — процессы технического контроля, *3* — техни­ческое оснащение, *4* — организация контроля; *5* —человеческий фактор (исполнитель)

Построение СТК сводится к осуществлению двух основных эта­пов:

1) получение информации о фактическом состоянии некоторого объекта, о признаках и показателях его свойств. Эту информацию можно назвать первичной, получаемую измерением;

2) сопоставление первичной информации с заранее установлен­ными требованиями, нормами, критериями, т. е. обнаружение соот­ветствия или несоответствия фактических данных требуемым (ожи­даемым). Информацию о рассогласовании (расхождении) фактичес­ких и требуемых данных можно назвать вторичной, находящуюся в сфере технического контроля.

В ряде случаев граница во времени между первым и вторым этапами построения неразличимы. В таких случаях первый этап может быть выражен нечетко или может практически не наблюдать­ся. Характерным примером является контроль размера калибром, сводящийся к операции сопоставления фактического и предельного допускаемого значения размера.

Направления интенсификации построения СТК рассматривают на всех стадиях жизненного цикла объекта контроля.

На стадии проектирования интенсификации построения СТК способствуют: стандартизация, обеспечение технологичности конст­рукции объекта контроля.

На стадии изготовления интенси­фикации построения СТК способ­ствуют: рациональная разработка процессов технического контроля, оптимизация процессов контроля, типизация процессов контроля, ав­томатизация процессов контроля, применение статистического контро­ля, организация технического конт­роля на предприятии.

На стадии эксплуатации интенси­фикации построения СТК способ­ствует применение методов диагно­стического исследования изделий СТК является сложной агрегативной системой, требующей со­гласования любых локальных решений, принимаемых на различных уровнях ее компонентов.

Построение СТК охватывает направления инженерного техни­ческого контроля и информационное (программно-алгоритмичес­кое), носит типовой характер с итерационной последовательностью: синтез — анализ — принятие решения, на последнем строится формализация СТК как процесса обеспечения взаимозаменяемости. Моделирование системы технического контроля. СТК является кибернетической системой с основными частями: вход *X;* выход У; структура *S;* оператор функционирования *F;* связь с окру­жающей средой *Н.*

Входами СТК *(X)* служат материальные потоки в виде объек­тов контроля: заготовок, полуфабрикатов, деталей, сборочных еди­ниц и управляющая документация в виде технологических докумен­тов на технический контроль, характеристики технологических опе­раций изготовления (себестоимость), вероятность правильного вы­полнения и величина партии.

К выходам СТК (У) относят принятые детали, а также инфор­мацию о числе принятых деталей, технологическую себестоимость на технический контроль, вероятности годности дшшятой продук­ции.

Информацию на выходе технологического процесса используют при организации и управлении производством, а при необходимо­сти передают в систему технологического проектирования. Нор­мальное функционирование СТК обеспечивается системами органи­зации и управления производством. В состав управления производ­ством входит отдел технического контроля, который осуществляет на предприятии согласование входных и выходных материальных, энергетических и информационных потоков во времени.

Процессы технического контроля по методу выполнения явля­ются относительно обособленными, целостной частью технологи­ческого процесса, связанными и существенно зависящими от тех­нологических операций обработки, сборки и испытаний. Относи­тельная обособленность технического контроля проявляется в со­держании процесса, обусловливаемом его функциональным назна­чением, и предусматривает вместе с тем наличие связей с внешней средой Н.

К внешней среде Н относят совокупность технологических операций обработки, системы организации и управления производ­ством, технологической документации на технический контроль, изменение параметров функционирования которых оказывает влия­ние на его результаты и характеристики. Взаимодействие внешней среды и системы технического контроля представляется в виде связей входов и выходов системы через обратную связь.

СТК функционирует по определенным правилам, установлен­ным технологической документацией на технический контроль, яв­ляющийся ее знаковой моделью и проектируемой с учетом требова­ний различных технических документов (конструкторских, техноло­гических, производственных, НТД).

Обобщенной моделью СТК, основываясь на системном под­ходе, будет



Функция СТК состоит в предотвращении выпуска некачествен­ных деталей на основе проверки соответствия объекта контроля установленным требованиям.

К критериям эффективности, определяющим свойства будущего изделия, относят характеристики точности и достоверности конт­роля; к частным критериям, определяющим экономические показа­тели созданного изделия — стоимость и трудоемкость контроля. Если при проектировании системы технического контроля основное внимание уделяется показателям достоверности, то могут возник­нуть значительные экономические потери, связанные с использова­нием высокоточных средств контроля, высококвалифицированных исполнителей контроля и т. п. Если же в качестве критерия эффек­тивности СТК выбирают стоимость контроля или технологическую себестоимость, то отойдут на второй план факторы, связанные с точностью контроля и качеством продукции. Таким образом, вид и характер критерия эффективности определяются при поиске таких свойств СТК, которые обеспечивают ее оптимальность. Тенденция показателей достоверности и стоимости контроля разнородны и по­этому при поиске наилучших свойств системы используют показа­тели, содержащие ограничительные условия.

Структурное описание СТК. Для структурного описания системы рекомендуется применять следующие четыре множества:



где— множество состава и свойств элементов;—



множество назначений и характера связей;— множество устой­чивости структуры; *К* — множество построений структуры.



Все множества принимают конечными и среди них различают следующие:

1. Во множестве элементов:



состав — гомогенный (содержащий однотипные элементы), ге­терогенный (содержащий разнородные элементы), смешанный;

свойства элементов — информационные, материальные, энерге­тические.

2. Во множестве связей *V:*

назначение связей — информационные, материальные, энергети­ческие;

характер связей — прямые, обратные для кибернетической СТК.

3. Во множестве устойчивости структуры *а:* детерминированная, вероятностная (стохастическая).

4. Во множестве построения *К:* иерархические, многосвязные, горизонтальные.

Функциональное описание СТК. В функциональном описа­нии систем обеспечения обычно используют два типа уравнений связи:

уравнения связи элемента, характеризующие индивидуальные свойства каждого элемента безотносительно к возможным соедине­ниям с другими элементами;

уравнения связи комплекса, отражающие характер соединения различных элементов безотносительно к их индивидуальным свой­ствам.

С первым типом уравнений для функционального описания си­стемы используется математический аппарат теории множеств, где систему управления *S* определяют как преобразование входа *Хв* вы­ход *Y* посредством некоторого оператора *F* процесса функциониро­вания Z



где *X, Y* — множества, имеющие реальное содержание.

В системе помимо входных и выходных частей имеется множест­во процесса управления *W.* В случае, когда необходимо зафиксиро­вать роль множества *W,* система задается как отображение



Если в системе *S* действуют неопределенные внешние возмуще­ния е, то отображение дополняется:



Цель управления качеством изделий машиностроения состоит в оптимизации целевой функции. Аналитически это записывается

так: задана система, осуществляющая отображение и пусть — функция, отображающая множество входных, управляющих и выходных частей в множество *{G},* частично или полностью упорядоченное ограничением ≥ 0. В этом случае *g* назовем целевой функцией, а множество *{G}* — множеством со­стояний цели. Функция *g* может быть задана двумя функциями *F:X· W·*У и *G:X·W ·Y* или *g(x, u) = G[x, и, F(x, и)],* где u Є *W, х Є Х.*



Если роль управляющих воздействий не акцентируется, то *g* за­дается соотношениями *F:XY; G:X·Y{G).*

В этом случае *g(x) = G[x, F(x)],* где *х Є Х.*

Для функционального задания системы *S* функция *F(x)* называ­ется моделью функционирования или уравнением связи, *G* — целе­вой функцией.

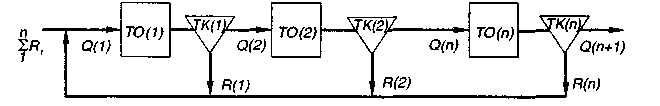
Поскольку цель всей системы состоит в оптимизации функции качества *g(x),* то задача оптимизации, отражающая условие цели, состоит в следующем: дано подмножество *Df Є x,* требуется найти *хх Є Df* такое, что для всех *х* из *Df*

Здесь *Df* — множество допустимых решений, а элемент *хх* есть решение задачи *(g, Df).* В определении *g(xx)* цель системы состоит в отыскании *supg(x)—xЄDf.*

Совмещение функций СТК с функцией управления тех­нологическими процессами. Технологический процесс изготов­ления изделий всегда сопряжен с проявлением действия значитель­ного количества систематических и случайных влияющих факторов: неоднородности материала; отклонений формы заготовки; погреш­ностей технологической системы; погрешностей измерения; непо­стоянства условий в рабочем помещении и т. д.

В результате отклонения размеров поверхности реального изде­лия распределяются в некотором поле значений, симметричном или смещенном по отношению к заданному номинальному значению размера и находятся в разном соотношении поля с допуском изде­лия.

Измерительные средства в управлении технологическими про­цессами используются для определения действительных значений размеров поверхностей изделий, отклонений действительных раз­меров от заданных, разбраковки и сортировки изделий при размер­ном контроле. Для того чтобы при измерении определялся дейст­вительный размер изделия, погрешности измерения должны быть достаточно малыми. Перечисленным требованиям должны удов­летворять системы технического контроля (СТК) в совмещении своих функций с функцией управления технологическими процес­сами (ТП). Общая тенденция совмещения функций контроля и тех­нологии, т. е. СТК и ТП, прослеживается по схеме (рис. 9.3).



**Рис. 9.3. Совмещение функций контроля и технологии:**

n — партии обрабатываемых деталей по технологическим операциям ТО, ТК — технический контроль соответствующий ТО; Ri- — удаляемые дефектные детали с исправимым браком после

соответствующей ТО

На рис. 9.3 совмещение функций контроля и технологии произ­водства проходит по последовательному комплексу оптимизации с обратной связью в виде удаления брака из производственной партии обрабатываемых деталей. В основу формирования принципа совмещения положены следующие предпосылки:

передача обрабатываемых деталей с предыдущей на последу­ющую операцию происходит без повреждений, каждая технологи­ческая операция (ТО) имеет свою технологическую себестоимость. Технологический процесс (ТП) в целом дискретный, детерминиро­ванный, типовой, партия обрабатываемых деталей постоянна;

на каждой ТО детали классифицируются по признаку требова­ний к точности на «годен *G»* или «дефект *D»;*

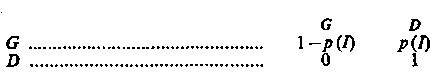
вводится сплошной технический контроль (ТК) после каждой ТО, обеспечивая высокий уровень качества;

удаляемые дефектные детали проходят дополнительно одну или несколько ТО, на которых выявлен брак. В случае глубокого брака они используются как заготовки ТП. Каждый последующий цикл изготовления деталей начинается, когда исправлен брак удаленных дефектных деталей с количеством дополнительных рабочих прохо­дов *К;*

новая партия деталей запускается в производство, когда каждая последняя деталь предыдущей партии реализована.

Перечисленные предпосылки принципа совмещения при постро­ении математической модели оптимизации ТП и ТК в последова­тельном комплексе имеют исходное математическое описание мат­рицей процесса Марковина и поясняются временными фазами про­изводства и реализации продукции (рис. 9.3).

Матрица сводится к виду



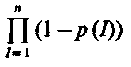
и в нее введены обозначения: *р(I), I=1, 2, ..., п* — вероятность появления брака на первой ТО; *G* и *D* — годные дефектные детали.

В дальнейшем формировании математической модели оптими­зации учитывается, что оптимальный технический уровень СТК и ТП должен учитывать качество, размещение и эффективность контрольных постов, серий постов и передел производственной партии, затраты на средства ТК, затраты на предупреждение бра­ка. В особенность модели включено обязательное требование, что последующий запуск очередной партии деталей будет осуще­ствлен, когда последняя деталь предыдущей партии будет реализо­вана.

Математическая модель совмещенной оптимизации СТК и ТП с критерием оптимальности — технологическая себестоимость Скт, отнесенная к годовому выпуску деталей при бесперебойной работе производства, имеет вид



где *(M1* — *M5)* — функции констант индивидуальных постов ТК, после обработки табулируются; константы ранжируются



по вероятности появления брака на стадии 1.

Важной расчетной составляющей модели является число допол­нительных рабочих проходов в доделке дефектных деталей с вероят­ностями: *wG* — части детали, попадающих в разряд годных с перво­го предъявления; *wD* — части деталей, не соответствующих допуску изделия, подлежащих доработке.

Отсюда



Если закон рассеивания размеров при доделках не изменился, то объем негодных деталей после каждого прохода может быть вычис­лен по формуле



где *k* — число дополнительных рабочих проходов.

Для одной детали значение *wDk* можно рассматривать как веро­ятность получить данный геометрический параметр вне допуска после К-го прохода.

Величина *wD* при равновероятном законе технологического рас­сеивания может быть найдена с помощью зависимости



где *IT* — допуск ИСО на контролируемый размер;— среднее квадратическое отклонение технологической погрешности.



Задавшись величиной *wDk* и зная *wD,* легко найти необходимое число проходов *к.* Для этого логарифмируют выражение



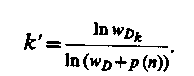
откуда



Рассмотренные зависимости не учитывают погрешности измере­ния Δизм. Если вероятность забракования годной детали в резуль­тате погрешности измерения *р(n),* то вероятность выявления негод­ной детали с первого предъявления по результатам измерения изменится и будет равна



Тогда число необходимых рабочих проходов



Очевидно, что *к'>к.*

Если по условиям производства не допускается попадание бра­кованных изделий в группу годных, необходимо вводить производ­ственные допуски *t* на размеры контролируемого изделия с допус­ком *IT*



Выполнение функций СТК и управления технологическими про­цессами в современном машиностроении неразрывно связано с ре­шением проблемы автоматизации производства.

Стандартизация в системе технического контроля. Ос­новными объектами стандартизации СТК являются: общие положе­ния, методология, технические средства, организация и управление. Причем, в каждом объекте предусматриваются стандарты на тер­минологию, классификацию, отдельные элементы, отдельные систе­мы и подсистемы.

Вид стандартов «Общие положения» необходим для увязки стан­дартов и методических материалов по СТК. В состав стандартов этого класса входят документы на основные термины и определения СТК, стандарты и методики по проектированию общего характера, экономическую эффективность СТК, формы документов.

Вид стандартов «Организация и управление» необходим для обеспечения наиболее экономичных форм организации СТК. В со­став стандартов этого направления входят документы на термины и определения по организации и управлению СТК, классификации СТК и ее элементов, стандарты ЕСТПП по разделу «Технический контроль», а также стандарты на организационные формы СТК, структуру функционирования и управления, методы и процессы управления СТК. В этот же класс входят стандарты информацион­ного и математического обеспечения, которые разрабатываются и предназначены для автоматизированных систем технического контроля. Математическое обеспечение СТК будет включать про­граммы и алгоритмы задач СТК.

Вид стандартов «Метрология» необходим для оснащения СТК типовыми методами и процессами контроля на базе статистичес­кого и неразрушающего контроля. Стандарты на классификацию и терминологию должны охватывать объекты, методы, процессы и операции технического контроля, а также номенклатуру конт­ролируемых параметров. Стандарты методик измерения Государст­венной системы обеспечения единства измерений должны быть ис­пользованы при стандартизации методов и процессов технического контроля.

Вид стандартов «Технические средства» необходим для установ­ления требований к средствам контроля и их элементам, использу­емым материалам и комплексам взаимосвязанных технических средств и систем. Стандарты на терминологию, классификацию и номенклатуру технических средств должны охватывать универ­сальные контрольные инструменты и приборы, специальные конт­рольные приспособления и оборудование, а также контрольные образцы продукции, средства механизации и автоматизации процес­сов технического контроля и инженерно-технических работ, средст­ва получения, передачи и обработки информации в СТК, а также вспомогательное оборудование, инструмент и материалы.

На предприятиях, внедряющих системы управления качеством продукции, ведутся работы по стандартизации СТК и ее элементов с учетом требований нормативно-технических документов — ЕСТД, ЕСКД и др.

При стандартизации системы технического контроля должно предусматриваться функционирование автоматических и автомати­зированных СТК.

**9.4. СОСТАВ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЙ**

**Объект контроля и измерения**

Обеспечение технологичности конструкции при техни­ческом контроле. Под объектом контроля понимается продукция или процесс, подвергаемые контролю (ГОСТ 16504—81).

К объектам технического контроля относят предметы труда (например, продукция основного и вспомогательного производства в виде изделий, материалов, технической документации и т. п.), средства труда (например, оборудование промышленных предпри­ятий) и трудовые процессы (например, производственные процес­сы).

Объект контроля имеет определенные признаки. Контролиру­емый признак — это количественная или качественная характери­стика свойств объекта, подвергаемых контролю. К качественным характеристикам относятся форма, цвет объекта, к количествен­ным — численные значения геометрических параметров, а также параметров, определяющих физические, химические и другие свой­ства объекта.

Контроль, при котором первичная информация о свойствах объекта воспринимается посредством органов чувств без учета чис­ленных значений контролируемых признаков, называется органо-лептическим контролем. Контроль, осуществляемый с обязатель­ным применением средств измерения, называется измерительным контролем. Испытания, проводимые для контроля качества объекта, называются контрольными.

Одной из важнейших характеристик объектов контроля является технологичность конструкции при техническом контроле, качествен­ной характеристикой которой является контролепригодность конст­рукции. Контролепригодность конструкции — это свойство конст­рукции изделия, обеспечивающее возможность, удобство и надеж­ность ее контроля при изготовлении, испытании, техническом об­служивании и ремонте.

Место получения первичной информации о контролируемых признаках может быть определенной точкой, поверхностью и т. д. на объекте; это место называют контрольной точкой.

Показатели технологичности конструкции при техни­ческом контроле. Практикой технического контроля установле­но, что продукция по отдельным показателям качества не приспо­соблена для контроля имеющимися на предприятиях средствами контроля. Поэтому возникла проблема отработки конструкции на технологичность при техническом контроле. Ее решение направлено на повышение производительности труда, снижение затрат на про­ектирование, подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия.

В общем случае показатели технологичности можно классифи­цировать по следующим признакам:

по области проявления (производственные, эксплуатационные);

по области анализа (технические, технико-экономические);

по системе оценки (базовые, фактические);

по значимости (основные, дополнительные);

по количеству характеризуемых признаков (частные, комплекс­ные);

по способу выражения (абсолютные, относительные).

Показатели технологичности контрукции при техническом конт­роле делятся на основные и дополнительные.

Основные показатели:

трудоемкость контроля

***Т***к***=Т***пк,

где *п* — число контролируемых параметров; *m* — число операций контроля по каждому параметру; *tij* — трудоемкость операции кон­троля параметров изделия; *Тпк* — трудоемкость подготовки к конт­ролю;

стоимость контроля

*Ск = Сз, + Са + Сэ+ Со+Спк + (Сс-С'с,*

где *С3* — затраты на заработную плату исполнителей контроля; Сз — амортизация контрольного оборудования и приборов за вре­мя контроля; Са— затраты на все виды энергии, потребляемые в процессе контроля; Со — затраты на контрольную оснастку объекта; *Спк* — стоимость подготовки к контролю; Сс — стоимость объекта контроля; *С'с* — стоимость объекта контроля после ухудше­ния качества.

Дополнительные показатели:

трудоемкость подготовки к контролю

**

где *tуся* — среднее время установки и снятия датчиков; tмдр — сред­нее время дополнительных монтажно-демонтажных работ; tпк — среднее время прочей подготовки к контролю.

Место получения первичной информации о контролируемых признаках может быть определенной точкой, поверхностью и т. д. на объекте; это место называют контрольной точкой.