

Министерство образования Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В.Плеханова
(технический университет)

А.П.БАТАЛОВ, Ю.П.БОЙЦОВ, С.Л.ИВАНОВ

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебное пособие

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2003

УДК.621.753.1/3(075.80)
ББК 30ц+30.10+65.30-80
Б778

Изложены основные положения метрологии, стандартизации, сертификации, взаимозаменяемости, обеспечения качества продукции на различных предприятиях, методы оценки качества и организация системы сертификации в России.

Учебное пособие «Метрология, стандартизация и сертификация» предназначено для студентов технологических специальностей, обучающихся по направлениям 650200 «Технологии геологической разведки», 650600 «Горное дело», 656600 «Защита окружающей среды», 650700 «Нефтегазовое дело», 651300 «Металлургия», 651600 «Технологические машины и оборудование».

Научный редактор проф. *И.П.Тимофеев*

Рецензенты: кафедра теоретических основ материаловедения СПГТИ;
к.т.н. *А.Б.Романов* (СПГТИ).

Баталов А.П.

Б778. Метрология, стандартизация, сертификация: Учеб. пособие / А.П.Баталов, Ю.П.Бойцов, С.Л.Иванов. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2003. 65 с.

ISBN 5-94211-236-3

УДК.621.753.1/3(075.80)
ББК 30ц+30.10+65.30-80

ISBN 5-94211-236-3

© Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В.Плеханова, 2003 г.

1. МЕТРОЛОГИЯ

Слово *метрология* образовано из двух греческих слов *метрон* (мера) и *логос* (умение) и означает – учение о мерах. Метрология в современном понимании – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Единством измерений называется состояние измерений, при которых их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности известны с заданной вероятностью.

1.1. Метрологическое обеспечение качества продукции

Народное хозяйство любой страны требует разнообразной информации о параметрах и характеристиках объектов исследований и измерений в науке, производстве, здравоохранении, сельском хозяйстве, на транспорте, в области охраны окружающей среды и в других сферах человеческой деятельности. В современной промышленности доля затрат труда на выполнение измерений составляет в среднем 10 % общих затрат труда на всех этапах создания и эксплуатации продукции, а в отдельных отраслях, в частности, электронной, радиотехнической, химической, достигает 50-60 %.

Для этой цели необходимо метрологическое обеспечение, т.е. установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Основными целями метрологического обеспечения являются:

- повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов;

- обеспечение достоверного учета и повышение эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов;

- повышение эффективности мероприятий по профилактике, диагностике и лечению болезней, нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей среды, оценке и рациональному учету использования природных ресурсов; повышение эффективности международного научно-технического, экономического и культурного сотрудничества.

Техническими основами метрологического обеспечения являются:

- система государственных эталонов единиц физических величин;

- система передачи размеров единиц физических величин от эталона всем средствам измерений с помощью образцовых средств измерений и других средств поверки;

- система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений, обеспечивающих определение с требуемой точностью характеристик продукции, технологических процессов и других объектов;

- система обязательных государственных испытаний средств измерений;

- система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.

Руководство метрологическим обеспечением народного хозяйства страны осуществляет Госстандарт России. Метрологическая служба РФ состоит из государственной метрологической службы, территориальных органов Госстандарта РФ, ведомственных метрологических служб.

Государственный метрологический надзор осуществляется Госстандартом РФ, главным управлением государственного надзора, лабораторией государственного надзора (ЛГН).

Объектами государственного надзора являются: нормативные документы по стандартизации и техническая документация; продукция, процессы и услуги; иные объекты в соответствии с действующим законодательством о государственном надзоре.

Международная организация мер и весов (МОМВ) обеспечивает хранение и поддержание международных эталонов различных единиц и сличение с ними государственных эталонов и состоит из Генеральной конференции мер и весов, Международного комитета по мерам и весам, Международного бюро мер и весов (МБМВ).

В большинстве стран мира мероприятия по обеспечению единства измерений установлены законодательно. Поэтому один из разделов метрологии называется законодательной метрологией и включает комплекс общих правил, требований и норм, направленных на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений. Для единообразия в единицах измерений в 1978 г. был утвержден Международный стандарт «Единицы физических величин» (СИ), который введен с 1 января 1979 г. как обязательный во всех областях народного хозяйства, науки, техники и при преподавании.

СИ содержит семь основных единиц, которые затрагивают измерения всевозможных параметров: механических, тепловых, электрических, магнитных, световых, акустических и ионизирующих излучений и в области химии. Основными единицами установлены: метр (м) – для измерения длины; килограмм (кг) – для измерения массы; секунда (с) – для измерения времени; ампер (А) – для измерения силы электрического тока; Кельвин (К) – для измерения температуры; кандела (свеча) кд – для измерения силы света, моль – для измерения количества вещества.

До 1960 г. за международный эталон и национальный эталон длины 1 м принималось расстояние между серединами двух штрихов на бруске X-образного сечения, сделанном из сплава платины с иридием. У этого эталона расстояние между серединами штрихов было невозможно измерить точнее $\pm 0,1$ мкм, что не отвечало требованиям современного состояния науки и техники. Недостатком эталона являлось и то, что он представлял собой металлический брусок, который при стихийном бедствии (например, землетрясении или наводнении) мог пропасть или потерять со временем точное значение метра.

В новой системе единиц 1 м выражен в длинах световых волн атома криптона (газа). Теперь метр – это длина, равная

1650763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего оранжевой линии спектра криптона-86. Оранжевая линия спектра этого света, принятая в качестве эталонной, имеет строго определенную длину, равную 0,6057 мкм.

При новом эталоне длина 1 м воспроизводится сейчас с погрешностью 0,002 мкм, которая меньше погрешности старого искусственного эталона метра в 50 раз.

Для воспроизведения метра в длинах световых волн создана специальная установка, основной частью которой является лампа в виде разрядной трубки, наполненная газом – криптоном.

Кельвин – единица термодинамической температурной шкалы. Эту температурную шкалу впервые предложил английский физик У. Томсон (лорд Кельвин) еще в 1848 г. По этой шкале нулевым значением температуры является абсолютный нуль ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$), а температура тройной точки воды составляет 273,16 К или по Цельсию $+0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$. Под тройной точкой воды понимают точку равновесия воды в твердой, жидкой и газообразной фазе. Такая точка получается, если нагреть лед до $+0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ в специальной установке с точностью $\pm 0,0001\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Существующая с 1742 г. и широко распространенная шкала Цельсия, в которой точка таяния льда принимается равной 0° , а точка кипения воды 100° , не обеспечивает необходимой точности измерений, так как погрешность при определении точки начала кипения воды колеблется от 0,01 до 0,002 $^{\circ}\text{C}$.

С принятием в качестве основной шкалы Кельвина, точность которой зависит только от погрешности определения тройной точки воды ($\pm 0,0001^{\circ}$), погрешность эталонных измерений уменьшается не менее чем в 50 раз.

Шкала в Кельвинах является эталонной и предпочтительной при расчетах, так как в ней нет минусовых температур. В быту и производстве сохранена температурная шкала в градусах Цельсия, которая названа Международной практической шкалой и основана не на двух точках (таяния льда и кипения воды), а на шести точках. Первой точкой шкалы является температура кипения гелия ($-268,93\text{ }^{\circ}\text{C}$), а последней точкой – температура затвердевания золота ($+1064,43\text{ }^{\circ}\text{C}$). При новом построении шкалы в градусах Цельсия градусы обеих

шкалы строго совпадают и переход от одной температурной шкалы к другой очень прост: если известна температура по Цельсию t , то температура по Кельвину T будет составлять $T = t + 273,15$.

Ампер равен силе не изменяющегося тока, который при прохождении по двум прямолинейным параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н. Единица измерения ампер воспроизводится на специальной установке по принципу амперовотоковых весов с погрешностью 10^{-5} , которая значительно меньше погрешности ампера при старом определении.

Секунда равна 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния цезия-133. Секунда связана с частотой колебаний атомов цезия и воспроизводится на атомных часах с относительной погрешностью $5 \cdot 10^{-11}$. По старой эталонной секунде, воспроизводившейся с помощью кварцевых часов, погрешность составляла $1 \cdot 10^{-7}$.

Кандела равна силе света, испускаемого с поверхности площадью $1/600000$ м² полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении 101325 Па. Кандела воспроизводится с погрешностью $1 \cdot 10^{-3}$.

Для *килограмма* сохранен международный прототип в виде бруска из сплава платины и иридия, который характеризуется относительной погрешностью $2 \cdot 10^{-9}$.

Единицей количества вещества является *моль*, который определяется как количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг.

1.2. Метрологические показатели измерительных средств и методы измерений

При выборе измерительных средств должны быть учтены организационно-технические формы контроля, масштаб производства, конструктивно-технологические и точностные характеристики деталей и изделий. Каждый размер или параметр может быть измерен несколькими средствами с различными погрешностями, которые зависят от точности самих средств, их настройки, метода и условий измерения. Погрешность годного прибора не должна превышать установленного для него уровня, что обеспечивается систематической поверкой прибора. Допустимые погрешности измерений, устанавливаемые ГОСТом, могут составлять от 20 (качества 10-17) до 35 (качества 5-9) процентов измеряемой величины допуска. С целью уменьшения дополнительных погрешностей при измерении должны соблюдаться предусмотренные стандартом условия: температура 20 °С, атмосферное давление 101325 Па, относительная влажность окружающего воздуха 58 %, положение деталей в пространстве, освещенность и т.п.

Под техническими измерениями понимают измерения размеров деталей и изделий, производимых в машиностроении, в отличие от измерений свойств материала или других физических величин (температуры, давления и т. п.).

При изготовлении деталей их действительные размеры в силу различных причин иногда оказываются вне поля допуска (интервала допускаемых величин). Годность действительных размеров устанавливают либо путем измерения, либо путем контроля.

Измерить – определить действительный размер с заданной точностью с помощью каких-либо универсальных измерительных средств. Измерения производят в единичном и мелкосерийном производстве, при ремонтных и экспериментальных работах, при точности выше 6-го качества и в некоторых других случаях.

Проконтролировать – установить факт годности или негодности проверяемого размера, что часто возможно и без определения его действительной величины. Контроль является частным случаем измерений.

По назначению средства измерения могут быть универсальными и специальными.

Универсальные средства измерения предназначены для измерения длин и углов в определенном диапазоне размеров независимо от конфигурации измеряемой детали, специальные – для конкретных размеров деталей определенной формы.

В зависимости от отличительных признаков, имеющихся у средств измерения, их часто классифицируют на меры, измерительные инструменты и приборы. Поскольку не всегда можно четко провести точную грань между измерительным инструментом и прибором, в последнее время отказываются от понятия «измерительный инструмент» и все измерительные средства делят на меры и измерительные приборы.

Мера – средство измерения, предназначенное для воспроизведения длины (в общем случае – физической величины) заданного размера. Примером меры как специального измерительного средства являются калибры, широко применяемые в серийном и массовом производстве для контроля годности изготовленных изделий.

Калибрами называются меры, имеющие форму поверхности, противоположную (обратную) контролируемому объекту и воспроизводящие его номинальные (нормальные калибры, шаблоны, щупы) или предельные (предельные калибры – проходной ПР и непроходной НЕ) размеры.

Существуют и универсальные, так называемые многозначные меры, воспроизводящие ряд одноименных величин различного размера (линейки с делениями, плоскопараллельные концевые меры длины и др.).

Измерительный прибор – средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации, выдаваемой отсчетными устройствами (шкальными, цифровыми, регистрирующими).

По характеру оценки измеряемой величины различают абсолютный и относительный *методы измерения* и соответствующие им средства измерения. При абсолютном методе оценка значения всей измеряемой величины производится непосредственно по шкале прибора (например, при измерении штангенциркулем, микрометром, на длинноте и др.).

Относительный (сравнительный) метод основан на сравнении измеряемой величины с установочной мерой, по которой прибор предварительно настраивается на нуль. По шкале прибора в этом случае определяется отклонение измерительной величины от установочной меры (например, измерение на миниметре, с помощью индикаторного нутромера, тангенциальным зубомером и др.).

Метод измерений может быть прямым или косвенным в зависимости от способа получения измеряемой величины.

Прямой метод характеризуется непосредственной оценкой измеряемой величины по показанию прибора.

При косвенном методе измеряют некоторые величины, связанные с искомой функциональной зависимостью. На основании результатов измерения искомая величина вычисляется по формулам (например, определение радиуса закругления на основании измерения длины хорды и стрелы прогиба или определение угла конуса на основании измерения диаметров в двух сечениях и расстояния между ними). Косвенным методом измерения пользуются в тех случаях, когда искомая величина недоступна для измерения прямым методом или не может быть измерена с достаточной точностью.

По характеру взаимодействия средств измерения с поверхностью измеряемой детали методы и средства измерения разделяются на контактные и бесконтактные.

Контактными называются измерения, при которых измерительное средство имеет механический контакт с поверхностью измеряемого объекта.

Бесконтактными называются измерения, при которых измерительное средство не имеет механического контакта с поверхностью измеряемого объекта. Бесконтактные методы основаны на проекционном, фотографическом, пневматическом и других подобных способах измерения.

В зависимости от количества одновременно выявляемых различных параметров методы и средства измерения разделяют на дифференцированные (поэлементные) и комплексные.

Дифференцированным (поэлементным) называется измерение, при котором у детали (изделия) сложной формы измеряют каждый из ее элементов или параметров, характеризующих точность. Например,

при измерении резьбы каждый ее параметр (диаметр, шаг, угол профиля) определяют отдельно. Дифференцированные методы и средства измерения наиболее удобны при изготовлении деталей, так как позволяют выявить, какой из элементов детали вышел за пределы допустимых значений.

Комплексными называются измерения, при которых определяется влияние всех элементов сложных деталей (изделий) вместе, в их взаимосвязи между собой, т.е. выявляются эксплуатационные показатели. Например, проверка резьбы на свинчивание с комплексными резьбовыми калибрами позволяет одновременно определить соответствие допускаемым значениям сразу всего комплекса параметров резьбы. Комплексные измерительные средства чаще всего используются при приемочном контроле готовых деталей (изделий), поскольку выявляют свойства, близкие к эксплуатационным.

По характеру взаимосвязи результатов измерения с технологическим процессом производится разделение приборов на активные и пассивные.

Приборы активного контроля предназначены для измерения размеров детали в процессе ее обработки на станке и дают информацию о необходимости изменения режимов обработки.

Приборами пассивного контроля производят измерения после окончания обработки и фиксируют полученную точность обработки детали.

Метрологические характеристики (показатели) – совокупность параметров универсальных измерительных средств, характеризующих точность измерения, область их возможного и наиболее рационального применения. Ниже приведены основные показатели измерительных средств.

Диапазон измерения (предел изменения прибора) – диапазон размеров, который может быть измерен данными измерительными средствами и для которого нормируется допускаемая погрешность.

Диапазон показаний (пределы показаний по шкале) – область значений измеряемого размера, которая может быть отсчитана по шкале прибора.

Цена деления (шкалы) – разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Обычно применяются цены деления из ряда 1; 2; 5.

Измерительное усилие – сила, с которой измерительный наконечник прибора воздействует на измеряемую поверхность в направлении измерения.

Погрешность прибора – разность между показаниями прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

Погрешность измерения – отклонение значений величины, найденной путем ее измерения, от истинного значения измеряемой величины.

Измерением называется нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Измерение может быть:

- прямое, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (например, измерение массы на циферблатных весах, температуры термометром, размера штангенциркулем и др.);

- косвенное, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. Например, для определения диаметра D большого вала его охватывают рулеткой и определяют длину окружности l . Получают абсолютное измерение $D = l/\pi$, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин;

- относительное измерение – отношение величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

При выборе измерительных средств пользуются метрологическими показателями.

К основным показателям относятся: цена деления шкалы, интервал деления шкалы, допускаемая погрешность измерительного средства, пределы измерения и измерительное усилие.

Ценой деления шкалы называется разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Например, у индикатора часового типа цена деления равна 0,01 мм. Если стрелка прибора переместится от одного деления шкалы до другого, это значит, что измерительный наконечник переместился на 0,01 мм.

Цену деления не следует принимать за точность прибора. Точность прибора определяется погрешностью и может быть больше или меньше цены деления.

Интервал деления шкалы – это расстояние между двумя соседними отметками шкалы. У большинства измерительных средств интервал деления составляет от 1 до 2,5 мм. Чем больше интервал деления на шкале, тем удобнее отсчет по шкале, хотя это обычно ведет к увеличению ее габаритов.

Допускаемой погрешностью измерительного средства называется наибольшая погрешность, при которой измерительное средство может быть допущено к применению. Для каждого вида измерительных средств, выпускаемых отечественными предприятиями, обязательно устанавливается допускаемая погрешность.

При рассмотрении погрешности измерений часто выделяется вариация или нестабильность показаний измерительного средства, под которой понимается разность показаний этого средства при многократных измерениях одной и той же величины.

Пределы измерений измерительного средства – это наибольший и наименьший размеры, которые можно измерить данным средством.

Пределы измерений по шкале – наибольшее и наименьшее значения размера, которые можно отсчитать непосредственно по шкале.

Измерительное усилие – усилие, возникающее в процессе измерения при контакте измерительных поверхностей с контролируемым изделием.

Измерительное средство и приемы его использования в совокупности образуют метод измерения. По способу получения значений измеряемых величин различают следующие методы измерений.

Метод непосредственной оценки характеризуется определением всей измеряемой величины непосредственно по показаниям измерительного средства, например при измерении детали штангенциркулем значение размера 25,5 мм.

Метод сравнения с мерой, которым определяют отклонение измеряемой величины от известного размера установочной меры или образца. Например, индикатор закрепляют в стойке на плите и устанавливают на нуль по какому-то образцу, а затем измеряют деталь. В этом случае индикатор будет показывать отклонение размера контролируемой детали относительно размера установочного образца.

При оценке годности деталей на производстве иногда пользуются понятием контроля деталей. Под контролем понимается не определение действительного значения размера, а регистрация факта, что размер детали не выходит из пределов допускаемых наибольшего и наименьшего размеров, т.е. из пределов допуска, например при контроле деталей в условиях серийного и массового производства калибрами.

1.3. Погрешности измерений, их виды и источники

Узнать абсолютное значение измеряемой величины нельзя, так как результаты наших измерений несвободны от погрешностей. Поэтому измерения одной и той же постоянной величины при сохранении одних и тех же внешних условий часто дают неодинаковые результаты, отличающиеся на небольшую величину. Погрешностью измерения $\Delta_{\text{изм}}$ называется отклонение результата измерения X_i от истинного значения $X_{\text{ист}}$ / $\Delta_{\text{изм}} = X_i - X_{\text{ист}}$.

Погрешности измерений подразделяют на систематические, случайные и грубые (промахи).

Систематической называется такая погрешность, значение которой при повторных измерениях повторяется или закономерно изменяется. Эти погрешности либо увеличивают результат каждого измерения, либо уменьшают его на одну и ту же величину. Например, если измерительную головку установить на нуль по концевой мере, действительный размер которой меньше номинального на 1 мкм, то при всех измерениях будет погрешность 1 мкм со знаком минус.

Влияние систематических погрешностей можно устранить, если ликвидировать причины их появления или внести поправку в результат измерений, равный величине погрешности, но с обратным знаком, как например это делается, когда известно, что часы отстают на 3 минуты.

Случайной называется погрешность измерения, принимающая при повторных измерениях одной и той же величины и в тех же условиях разные значения по величине и знаку. Случайные погрешно-

сти вызываются многочисленными случайными причинами: влиянием неодинаковости измерительного усилия, влиянием зазора между деталями измерительного прибора, погрешностью при отсчете показаний прибора, неточностью установки измеряемого изделия относительно измерительного устройства и др.

Величину и знак возможной случайной погрешности заранее, т.е. до проведения измерения, установить нельзя. Практикой установлено, что распределение случайных погрешностей измерений в большинстве случаев близко к закону нормального распределения. Поэтому допускают, что погрешности, одинаковые по величине, но разные по знаку, равновероятны. Наибольшее число измерений имеют малые погрешности, близкие к нулю (малые по величине погрешности встречаются чаще, чем большие). Ввиду того что одинаково вероятны как плюсовые, так и минусовые случайные погрешности, при достаточно большом количестве повторных измерений среднее арифметическое значение ряда повторных измерений дает наиболее точное значение измеряемой величины (размера).

При многократных измерениях погрешность измерения от случайных ошибок уменьшается в $n^{0,5}$ раз, где n – число измерений.

На основе закона нормального распределения случайных величин можно многократным измерением одних и тех же величин одним и тем же измерительным средством уменьшить влияние случайных ошибок, так как они усредняются и в итоге повышается точность результата измерения. На машиностроительных и приборостроительных заводах многократность измерений как способ повышения надежности и достоверности результата измерений применяют довольно часто.

Проведя несколько повторных измерений одной и той же величины и получив различные результаты, определяют среднее арифметическое значение ряда измерений \bar{x} и принимают его за значение измеряемой величины $X_{\text{ист}}$, т.е. принимают $X_{\text{ист}} = \bar{x}$.

Из результатов многократных измерений можно получить более полную информацию об интересующей нас величине, например о размере опытной детали, если провести еще несложную математическую обработку результатов всех проведенных измерений. Практика показывает, что при современных требованиях к производству

точных изделий боязнь небольшой математической обработки результатов измерений является врагом точности. Поэтому ценность результата многократных измерений значительно повышается, если кроме среднего арифметического значения X будет определена предельная погрешность среднего арифметического в виде σ , которая зависит от значения амплитуды рассеяния размеров и количества проведения измерений n .

Предельная погрешность среднего арифметического определяется по формуле

$$S = \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}},$$

где σ – средняя квадратическая погрешность ряда измерений.

Если при многократных измерениях появится погрешность больше 3σ , то такую погрешность считают грубой, и результат измерения с такой погрешностью отбрасывают. Причинами грубой погрешности могут быть неправильное снятие показаний по шкале прибора или ошибка при записи результата измерения.

1.4. Эталоны, поверочная схема и порядок доведения значения эталона до производственных измерений

Эталон – средство измерений, обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы физической величины с целью передачи размера единицы образцовым, а от них рабочим средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Если эталон воспроизводит единицу с наивысшей в стране точностью, то он называется первичным.

Эталоны, значения которых установлены по первичному эталону, называются вторичными. Они создаются и утверждаются для организации поверочных работ и для обеспечения сохранности и наименьшего износа государственного эталона.

Вторичные эталоны по своему метрологическому назначению делятся на эталоны-копии, эталоны сравнения, эталоны-свидетели и рабочие эталоны.

Эталон-копия предназначен для хранения единицы и передачи ее размера рабочим эталонам.

Эталон сравнения применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть сличаемы друг с другом.

Эталон-свидетель применяется для проверки сохранности государственного эталона и для замены его в случае порчи или утраты.

Рабочий эталон применяется для хранения единицы и передачи ее размера образцовым средствам измерения высшей точности и при необходимости наиболее точным рабочим мерам и измерительным приборам.

Передача размеров единиц от эталонов рабочим мерам и измерительным приборам осуществляется посредством образцовых средств измерений. Образцовые средства измерений представляют собой меры, измерительные приборы или преобразователи, предназначенные для поверки и градуировки по ним других средств измерений и в установленном порядке утвержденные в качестве образцовых. Образцовые средства измерения должны быть аттестованы, и на них выдаются свидетельства с указанием метрологических параметров и разряда. Все образцовые средства измерений подлежат обязательной периодической поверке в установленные правилами Госстандарта сроки.

Научно-техническую сторону передачи размеров от эталона до изделия обеспечивают поверочные схемы, представляющие собой документ, устанавливающий метрологическое соподчинение эталонов, образцовых средств измерений и порядок передачи размера единицы образцовым и рабочим средствам измерений.

В поверочной схеме указываются наименование утвержденного государственного эталона, вторичных эталонов, образцовых и рабочих средств измерений и методов поверки; приводятся погрешности воспроизведения передачи размера единицы каждому средству измерений, указанному в схеме. В ней наблюдается постепенное, теоретически и практически обоснованное снижение точности от высших звеньев к низшим, но лишь в такой степени, которая обеспечивает требуемую точность рабочих мер и приборов.

2. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Одним из основных условий осуществления массового и серийного производства является взаимозаменяемость одинаковых деталей и узлов комплектующих изделий. *Взаимозаменяемостью* называют свойство независимо изготовленных деталей (сборочных единиц) обеспечивать у механизмов и машин в условиях сборки или при ремонте работоспособное состояние и надежность.

Если при сборке нет необходимости в подгонке, то такая взаимозаменяемость называется *полной*. Если же необходима подгонка, применение компенсаторов, регуляторов или селективная сборка, то такая взаимозаменяемость называется *неполной*.

Одним из основных условий взаимозаменяемости является точность деталей, узлов, комплектующих по геометрическим параметрам.

Взаимозаменяемость может быть внешней и внутренней. Так, например, подшипники качения как узлы деталей машин обладают полной внешней взаимозаменяемостью (размеры наружного и внутреннего колец подшипников одного типоразмера одинаковы). В свою очередь, при сборке подшипников их тела качения по размерам рассортировывают по нескольким селективным группам и только после этого осуществляют сборку. При этом тела качения из разных групп не являются взаимозаменяемыми и внутренняя взаимозаменяемость подшипников является неполной.

Система допусков и посадок предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин, дает возможность стандартизовать режущий и мерительный инструмент, облегчает конструирование, производство и достижение взаимозаменяемости изделий и их частей, а также обуславливает повышение их качества.

Предпочтительные размеры в машиностроении

Уже давно разработаны и опубликованы предпочтительные ряды чисел (ГОСТ 8032-84).

Ряд 5 (*R5*) представляет ряд геометрической прогрессии 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10 с основанием, равным корню пятой степени из десяти (1,6) или $R10 \sqrt[5]{10} \cong 1,25$ 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8.

В интервалах рядов, например 10-100 и 100-1000, значения чисел увеличиваются в 10 и 100 раз, а в интервалах 0,1-1 и 0,01-0,1 также уменьшаются. Существуют еще ряды $R20 \sqrt[20]{10} \cong 1,12$; $R40 \sqrt[40]{10} \cong 1,06$; $R80 \sqrt[80]{10} \cong 1,03$ и ряды с более мелкой градацией размеров.

Номинальные размеры деталей или параметры изделий и узлов выбирают по этим рядам. Преимущество имеют ряды с более крупной градацией $R5$ и $R10$.

Ряды предпочтительных чисел (РПЧ) обладают следующими характерными особенностями:

- произведение или частное от деления двух любых чисел РПЧ является членом ряда;
- целые степени любого члена РПЧ всегда являются членами этого ряда;
- начиная с ряда $R10$, в числах рядов находится число $\pi \approx 3,15$, следовательно, длина окружности и площадь круга будут выражаться также предпочтительным числом.

Допуски и посадки цилиндрических и плоских соединений

Основными геометрическими характеристиками деталей машин являются размеры и форма. Рассмотрим простейшие формы деталей с гладкими цилиндрическими и плоскими поверхностями. Сначала дадим основные определения.

Номинальный размер – размер, относительно которого определяются предельные размеры, служит началом отсчета отклонений. Номинальные размеры рассматриваемых форм деталей, как правило, округляются до значений из рядов предпочтительных чисел. Эти размеры проставляют на чертежах деталей (без отклонений).

Действительный размер – размер, установленный измерениями с допустимым отклонением.

Предельные размеры – два предельно допустимых (наибольший и наименьший) размера, между которыми должен находиться действительный размер.

Отклонение – алгебраическая разность между размерами (действительным, предельным и т.д.) и соответствующим номинальным размером.

Верхнее отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами. Для отверстий обозначается ES , для валов – es .

Нижнее отклонение – алгебраическая разность наименьшего и номинального размеров. Для отверстий обозначается EI , для валов – ei .

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз.

Допуск – разность между верхним и нижним отклонениями. Различают допуск отверстия – ITD и допуск вала – ITd ; $ITD = ES - EI$; $ITd = es - ei$.

Квалитет – совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех девятнадцати номинальных размеров: 01; 0; 1; 2; 3; 4; ... 16; 17. Детали в машиностроении обрабатываются по 6-14 квалитету точности. Поле допуска ограничивается верхним и нижним отклонениями и может быть представлено графически, а сам допуск равен произведению единиц допуска i на безмерный коэффициент a , $IT = ia$.

Единица допуска для квалитетов 5-17 рассчитывается по формуле $i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D$ и зависит от размера D ; коэффициент a может быть определен из следующих данных:

Квалитет	5	7	9	11	13	15	17
a	7	16	40	100	250	640	1600

Основное отклонение – одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), ближайшее к нулевой линии. Они обозначаются буквами латинского алфавита $A, B, C, D, \dots, H, \dots, X, Y, Z$ для отверстий; $a, b, c, d, \dots, h, \dots, x, y, z$ для валов в зависимости от положения основного отклонения относительно нулевой линии.

Основное отверстие обозначается буквой H , основной вал h , при этом основные отклонения H (EI) и h (es) совпадают с нулевой линией и равны нулю.

Основные отклонения вала являются определяющими для основных отклонений отверстий, которые построены так, чтобы обес-

печить посадки в системе вала, аналогичные посадкам в системе отверстия, $EI = -es$ при основных отклонениях $A-H$; $ES = -ei$ при основных отклонениях от J до ZC .

Основные отклонения отверстий расположены зеркально основным отклонениям валов, обозначенных той же строчной буквой относительно нулевой линии. Основные отклонения валов от a до g – отрицательные и от $m(k)$ до z – положительные.

Из этого правила сделано исключение для отверстий с размером свыше 3 мм с отклонениями J, K, M и N до квалитета 8 и с отклонениями $P-ZC$ до квалитета 7 включительно. Для них установлено специальное правило: $Es = -ei + \Delta$.

Условное обозначение поля допуска состоит из обозначения основного отклонения и квалитета: $h8, k6$ – валы; $H8, K6$ – отверстия.

Сопрягаемые детали – детали, подвижно или неподвижно соединяемые сборкой и контактирующие друг с другом по сопрягаемым (после сборки – по сопряженным) поверхностям. Различают охватываемые и охватывающие детали или поверхности, обозначаемые соответственно d и D (или B). Размеры сопрягаемых поверхностей при изготовлении должны находиться в пределах допуска, а при сборке по этим поверхностям могут получаться зазоры S или натяги N за счет деформации соединяемых деталей.

Посадка – характер соединения деталей, определяется величиной полученных зазоров или натягов (рис.1).

Условное обозначение посадки состоит из обозначения полей допусков отверстия и вала, которые записываются в виде дроби или разделяются горизонтальной чертой: $\frac{H 8}{j_s 8}$; $K 7 / h 7$; $H 6 - f 7$.

Величины зазоров S или натягов N определяются как разность верхнего и нижнего отклонений:

$$S_{\max} = ES - ei = (N_{\min}); \quad S_{\min} = EI - es = (N_{\max}).$$

Если при расчете зазор получился отрицательным, то имеет место натяг. Он является положительной величиной, а его абсолютное значение равно рассчитанному зазору, т.е. $-S = N$.

Точность сборки или точность посадки определяется допуском посадки

$$T(S, N) = ITd + ITD = S_{\max} - S_{\min} = N_{\max} - N_{\min}.$$

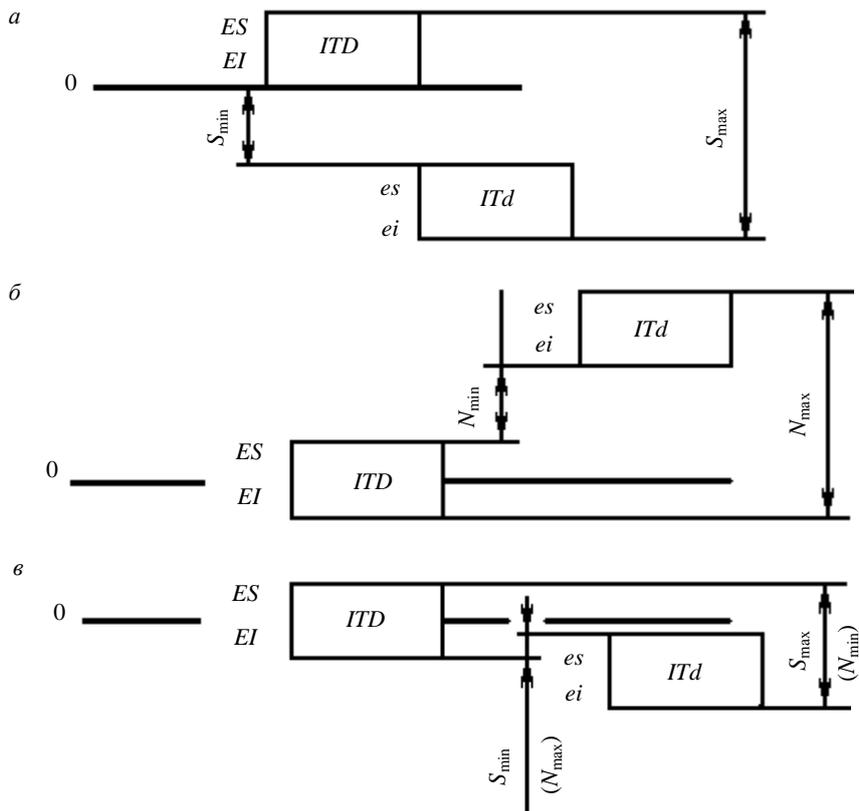


Рис.1. Схемы полей допусков различных видов посадок:
a – с зазором; *б* – с натягом; *в* – переходной

Сочетание основного отверстия H с любым полем допуска вала дает посадку в системе отверстия $\varnothing 40 \frac{H 7}{g 8}$, а сочетание основного вала h с любым полем допуска отверстия, кроме H , дает посадку в системе вала $\varnothing 40 \frac{P 7}{h 6}$.

На все размеры, указанные на чертежах, включая размеры несопрягаемых поверхностей, назначают предельные отклонения, от-

сутствие которых усложняет изготовление и контроль деталей. Предельные отклонения линейных размеров указывают непосредственно после номинальных размеров условными обозначениями полей допусков $\varnothing 22H7$, числовыми значениями $\varnothing 22^{+0,021}$ или совместно – условными обозначениями полей допусков и указанными в скобках соответствующими значениями предельных отклонений – $\varnothing 22H7(^{+0,021})$. Кроме того, значения предельных отклонений можно указывать в таблице.

Рядом с условными обозначениями полей допусков значения предельных отклонений указывают обязательно, если отклонения назначены:

- на размеры, не включенные в ряды нормальных линейных размеров, например: $41,5H7(^{+0,025})$;
- на размеры или элементы соединений специальных видов – посадки подшипников качения, шпоночных и пр.;
- на размеры уступов с несимметричным полем допуска;
- на отверстия, которые обрабатываются в системе вала.

Если один предельный размер ограничен каким-либо условием в сторону увеличения или уменьшения, то после значения размера указывают max или min. Если отдельные участки поверхности с одним номинальным размером должны иметь различную точность, то эти участки разделяют тонкой линией и указывают точность обработки каждого участка.

На сборочных чертежах предельные отклонения обеих сопрягаемых деталей указывают одним из следующих способов: условными обозначениями посадки – полей допусков отверстия и вала ($\varnothing 22H7/j,6$); значениями предельных отклонений отверстия, помещенными над чертой, и вала, помещенными под чертой ($\varnothing 22 \frac{+ 0,021}{\pm 0,0065}$).

Если предельные отклонения заданы численной величиной, размеры с предельными отклонениями можно указывать в виде двойной записи: для отверстия – над размерной линией, для вала – под ней, при этом перед номинальными размерами указывают, к какой детали относятся предельные отклонения $\varnothing 22^{+0,021}$ и $\varnothing 22 \pm 0,065$. В некоторых случаях указывают размер с условным обозначением поля допуска или с предельными отклонениями только одной детали

соединения (отверстия или вала). Тогда перед размером проставляют номер детали и всю надпись помещают над размерной линией, например, поз.14 $\text{Ø}22 \pm 0,065$.

Предельные отклонения линейных размеров с неуказанными допусками задают общей записью, которая должна содержать условные обозначения односторонних и симметричных предельных отклонений, назначенных по полям допусков или квалитетам ($H, h, \pm 0,5IT$) или по классам точности ($+t; -t; \pm t/2$). Неуказанные предельные отклонения радиусов закруглений, фасок и углов отдельно не указывают, так как их значения зависят от квалитетов или классов точности предельных отклонений, назначенных на линейные размеры.

Предельными отклонениями размеров с неуказанными допусками называют предельные отклонения квалитета 12 и грубее. Эти размеры, определяющие общую форму деталей, относятся к несопрягаемым поверхностям и существенно не влияют на работоспособность деталей. Неуказанные предельные отклонения линейных размеров, кроме радиусов закруглений и фасок, назначают либо по квалитетам 12-17 для номинальных размеров от 1 до 10000 мм, либо по классам точности.

Классы точности условно называются и обозначаются: точный – t_1 ; средний – t_2 , грубый – t_3 и очень грубый – t_4 . В перечисленных классах точности предельные отклонения установлены для укрупненных интервалов (например, для номинальных размеров от 6 до 30 мм, от 30 до 120 мм и т. д.) и получены грубым округлением среднего допуска, вычисленного по допускам, принятым соответственно в квалитетах 12, 14, 16 и 17 для интервалов размеров, которые входят в данный укрупненный интервал.

Для размеров металлических деталей, обрабатываемых резанием, предпочтительными являются квалитет 14 и класс точности t_2 . Для радиусов закруглений и фасок, а также неуказанных предельных отклонений углов, установлены по два ряда предельных отклонений. Первые из этих рядов применяются при квалитетах 12-16, а вторые – при квалитете 17 и соответствующих этим квалитетам классах точности.

Для размеров с неуказанными допусками рекомендуется несколько вариантов расположения полей допусков относительно но-

минальных размеров. Для охватываемых поверхностей поле допуска обычно располагается ниже нулевой линии, тогда $es = 0$; $ei = IT$ или $ei = t$. Для охватывающих поверхностей поле допуска обычно располагается выше нулевой линии, тогда $EI = 0$; $ES = IT$ или $ES = t$.

Для некруглых охватываемых и охватывающих поверхностей можно применять, а для размеров, которые не относятся к отверстиям и валам (высота и длина уступов, глубина пазов и пр.), всегда применяют симметричное расположение полей допусков относительно нулевой линии. В этих случаях допуски выбирают только по классам точности и предельные отклонения равны $\pm t/2$.

Общая запись, обозначающая предельные отклонения, установленные на размеры с неуказанными допусками, для варианта, имеющего наибольшее применение в машиностроении: неуказанные предельные отклонения размеров $H14; h14; \pm t/2$ или $H14; h14; \pm t/2$.

Выбор системы посадок, квалитетов и вида посадок

В машиностроении преимущественно применяют посадки системы отверстия. Посадки системы вала применяют для соединения нескольких деталей с гладким валом (штифтом) по разным посадкам (например, установка нескольких подвижных блоков в обойме на одну ось); для установки изделий массового производства в корпусные детали (например, для соединения наружных колец подшипников качения с корпусами). В приборостроении точные оси малого диаметра (менее 3 мм) часто изготавливают из гладких калиброванных прутков, в этих случаях система вала находит широкое применение. При выборе квалитетов необходимо учитывать ряд общих положений.

Наличие посадок и их видов. В интервале размеров от 1 до 500 мм посадки с зазором установлены в квалитетах 4-12, переходные – в квалитетах 4-7, посадки с натягом – в квалитетах 5-8. Если вид посадки определяют по результатам расчета, то квалитет выбирают одновременно с посадкой. При подборе квалитетов часто используют опыт проектирования и эксплуатации аналогичных изделий. В машинах и приборах при высоких требованиях к ограниче-

нию разброса зазоров и натягов посадок применяют для отверстий квалитет 7, для валов квалитет 6; при особо высоких требованиях к точности соединений (узлы подшипников качения высокой точности в приборах) применяют для отверстий квалитет 6 и для валов квалитет 5; при менее высоких требованиях к ограничению разброса зазоров и натягов для упрощения технологии можно применять квалитет 8; в соединениях, допускающих большие зазоры, и для облегчения сборки применяют квалитеты 9-12; допуски свободных размеров назначаются по квалитету 12 и грубее. Учитывая повышенные требования к качеству машин и приборов, рекомендуется шире применять квалитеты 6-8.

Основной причиной потери работоспособности машинами серийного выпуска является снижение точности в результате износа основных деталей и соединений, поэтому в настоящее время распространен метод назначения допусков и выбора посадок с зазором, основанный на гарантированных запасах точности эксплуатационных показателей машин. Суть этого метода заключается в том, что на основные детали и соединения назначают несколько завышенные допуски, которые должны обеспечивать эксплуатационные показатели машин (точность вращения шпинделя, перемещения суппорта и пр.), а также компенсировать погрешности изготовления и сборки. Такой допуск называют функциональным. Он включает в себя эксплуатационный допуск, обеспечивающий запас точности деталей и их соединений с целью сохранения работоспособности машины в течение назначенного срока службы, и конструктивный допуск, обеспечивающий компенсацию погрешностей изготовления деталей и сборки изделий. Таким образом, функциональные допуски отдельной детали и посадки с зазором будут определяться суммой названных допусков.

Выбор посадок. Основными характеристиками посадок являются наименьшие натяги или зазоры и их допуски. При переходе от посадок с большими зазорами (образованными полями a, A) к посадкам с большими натягами (образованными полями zc, ZC) при неизменном номинальном размере наименьшие зазоры уменьшаются и наименьшие натяги увеличиваются. У переходных посадок в том же направлении (от поля j_s, J_s к полю n, N) повышается вероятность получения натягов. При переходе к менее точным квалите-

там при одинаковых посадках и номинальных размерах значения S_{\min} и N_{\min} не изменяются, но допуски посадок при этом увеличиваются. Например, допуск посадки $H7/f7$ в 1,5 раза больше допуска посадки $H6/f6$ при $S_{\min} = 20$ мкм. С увеличением допуска посадки утрачивают определенность характера соединения, что особенно нежелательно для посадок с натягами и переходных. Поэтому указанные посадки образуют полями допусков не грубее $IT8$. Для правильного применения посадок необходимо знать их основные свойства.

Посадки с натягом по значению гарантированного натяга подразделяют на три подгруппы. Посадки с минимальным гарантированным натягом ($H7/p6$, $P7/h6$, $H6/p5$, $P6/h5$) применяют при малых нагрузках и для уменьшения деформаций собранных деталей. Неподвижность соединения обеспечивают дополнительным креплением. Эти посадки допускают редкие разборки. Посадки с умеренными гарантированными натягами ($0,0002-0,0006)D$ ($H7/r6$, $H7/s6$, $H8/s7$, $H7/t6$, $R7/h6$, $T7/h6$, $H6/r5$, $H6/s5$) допускают передачу нагрузок средней величины без дополнительного крепления, а также с дополнительным креплением; могут применяться для передачи больших нагрузок, если прочность деталей не позволяет применить посадки с большими натягами, сборка может производиться под прессом или способом термических деформаций. Посадки с большими гарантированными натягами ($0,001-0,002)D$ ($H7/u7$, $H8/u8$, $U8/h7$, $H8/x8$, $H8/z8$) передают тяжелые и динамические нагрузки без дополнительного крепления. Необходима проверка соединяемых деталей на прочность; сборка осуществляется в основном способом термических деформаций.

Переходные посадки образуются полями допусков, которые установлены в квалитетах 4-8 и характеризуются возможностью получения сравнительно небольших зазоров или натягов. Они применяются в неподвижных разъемных соединениях при необходимости точного центрирования, при этом необходимо дополнительное крепление собранных деталей. Посадки с более вероятными натягами ($H7/m6$, $M7/h6$, $H7/n6$, $N7/h6$ и др.) применяют при больших ударных нагрузках, при повышенной точности центрирования и редких разборках, а также при затрудненной сборке вместо посадок с минимальным гарантированным натягом.

Посадки с равновероятными натягами и зазорами ($H7/k6$, $K7/h6$ и др.) имеют наибольшее применение из переходных посадок, так как для сборки и разборки не требуют больших усилий и обеспечивают высокую точность центрирования. Посадки с более вероятными зазорами ($H7/j_6$, $J_7/h6$ и др.) применяют при небольших статических нагрузках, частых разборках и затрудненной сборке, а также для регулирования взаимного положения деталей.

Посадки с зазором образуются полями допусков $a - h$ и $A - H$, установлены в квалитетах 4-12 и применяются в неподвижных и подвижных соединениях для облегчения сборки при невысокой точности центрирования, для регулирования взаимного положения деталей, для обеспечения смазки трущихся поверхностей (подшипники скольжения) и компенсации тепловых деформаций, для сборки деталей с антикоррозийными покрытиями. Посадки с $S_{\min} = 0(H/h)$ обеспечивают высокую точность центрирования и поступательного перемещения деталей в регулируемых соединениях и могут заменять переходные посадки.

Для подбора посадок применяют методы подобия и расчетный. В методе подобия используют рекомендации по применению различных посадок, разработанных в результате обобщения опыта проектирования и эксплуатации разнообразных машин, механизмов, приборов. При подборе посадок необходимо учитывать конструктивные и эксплуатационные особенности проектируемого соединения. Например, зазоры и натяги для стандартных посадок установлены для следующих условий: нормальная температура работы соединений $t = 20$ °С; соединяемые детали изготовлены из материалов с одинаковыми или близкими температурными коэффициентами линейного расширения; отношение длины соединения к диаметру $l/D \approx 1,5$. Если перечисленные условия не выполнены, то выбор посадок корректируется. При $l/D > 1,5$ принимают посадки с большими зазорами, а при $l/D < 1,5$ – с меньшими.

При больших тепловых деформациях отверстия выбирают посадку с уменьшенным зазором, а при больших тепловых деформациях вала – с увеличенным зазором. Для посадок с натягами при малой длине напрессовки увеличивают натяги и уменьшают их с увеличением длины; для соединения тонкостенных деталей или дета-

лей, изготовленных из малопрочных материалов, применяют посадки с меньшими натягами и т.д. Метод подобия характеризуется отсутствием точных критериев и требует большого опыта проектирования. Расчетный метод дает более обоснованные результаты. Однако неисчерпаемое разнообразие соединений препятствует созданию универсального метода расчета посадок.

Разработаны методы расчета натягов в неподвижных посадках, в соединении подшипников качения с валами, для вычисления зазоров в подшипниках скольжения. При расчете неподвижные посадки подбирают, исходя из следующих условий: при наименьшем натяге соединение должно передавать действующие нагрузки, а при наибольшем натяге в материале соединяемых деталей не должны возникать остаточные деформации. Для подшипников скольжения зазор между цапфой и вкладышем подшипника определяют из расчета, основанного на гидродинамической теории смазки. Зазор в опоре должен обеспечивать полное разделение маслом трущихся поверхностей при заданном режиме работы опоры. По расчетному значению зазора подбирают стандартную посадку.

Подшипники качения являются стандартными изделиями, которые изготавливают на специализированных государственных подшипниковых заводах (ГПЗ). Они обладают полной внешней взаимозаменяемостью по присоединительным поверхностям колец и ограниченной внутренней взаимозаменяемостью между телами качения и дорожками качения колец. Вследствие особо высоких требований к точности указанных элементов используют принцип групповой (селективной) сборки.

На шариковые и роликовые подшипники с внутренним диаметром 0,6-2000 мм устанавливают пять классов точности подшипников. Классы точности подшипников качения обозначают в порядке повышения точности арабскими цифрами 0; 6; 5; 4 и 2. Класс точности проставляют через тире перед условным числовым обозначением подшипника, например 5-208, 6-36205. Нулевой класс в обозначениях не указывают, поскольку он является основным для всех типов подшипников качения. Чем выше класс точности, тем более ограничена номенклатура типоразмеров изготавливаемых по ним подшипников. Это объясняется как сужением области их при-

менения, так и существенным повышением относительной стоимости. С повышением класса точности возрастают точностные требования ко всем элементам подшипников как внутренним, обеспечивающим точность вращения и зазоры, так и внешним, обеспечивающим посадку колец в изделии.

В подшипниках качения оба кольца принимают в качестве основных деталей системы допусков (рис.2).

Широкое распространение в конструкциях машин имеют шпоночные соединения.

Для ширины шпонки установлено поле допуска $h9$. Высоту призматических шпонок выполняют по $h11$ (при высоте 2-6 мм по $h9$), длину l по $h14$, длину пазов по $H15$, диаметр сегментных шпонок d по $h12$. Допуск всегда направлен «в тело», что гарантирует собираемость.

По ширине для призматических шпонок предусмотрено три варианта соединения:

- свободное (вал $H9/h9$, втулка $D10/h9$);
- нормальное (вал $N9/h9$, втулка $J_s10/h9$);
- плотное (вал $P9/h9$, втулка $P9/h9$).

Для сегментных шпонок применяют только нормальное и плотное соединение. Поля допусков для обоих типов шпонок одинаковы, посадки выполняют только в системе вала (основная деталь – шпонка). Это позволяет ограничить номенклатуру размеров калиброванной

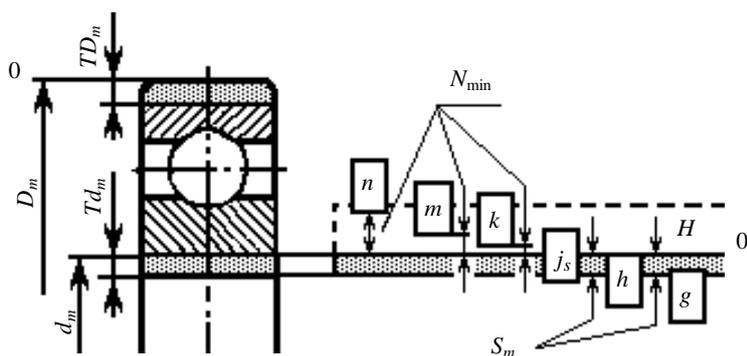


Рис.2. Образование посадок подшипника качения

стали для шпонок, точность изготовления которой без дополнительной обработки обеспечивает точность h . Для передачи больших крутящих моментов в современном машиностроении применяют шлицевые соединения.

Ниже приведены примеры условных обозначений прямобоочных шлицевых соединений, в которых стоящая вначале буква указывает на принятый метод центрирования, последующие числовые значения соответствуют числу шлиц z , внутреннему диаметру d , наружному диаметру D и ширине зуба b :

$$d - 8 \times 46 \frac{H 7}{f 7} \times 50 \frac{H 12}{a 11} \times 9 \frac{D 9}{f 8} ;$$

$$D - 8 \times 46 \frac{H 11}{a 11} \times 50 \frac{H 7}{j_s 6} \times 9 \frac{F 8}{j_s 7} ;$$

$$b - 8 \times 46 \times 50 \times 9 \frac{D 9}{e 8} .$$

Поля допусков и посадки по каждому из трех элементов шлицевого соединения указаны непосредственно после числового значения по ГОСТ 25346-82. В условном обозначении допускается не указывать посадку по нецентрирующему диаметру, поскольку отклонение таких диаметров определяется ГОСТом и выбирается из ряда: $a 11, b 12, H 11, H 12$.

Профиль эвольвентных шлицев имеет большую боковую поверхность соприкосновения. Такое соединение прочнее, чем у соединений с прямобоочным профилем, поскольку имеет большее сечение в основании зуба.

Основным является центрирование по боковым сторонам зубьев, при котором в отличие от прямобоочных достигается достаточно хорошая соосность деталей.

Условное обозначение эвольвентных шлицевых соединений содержит значения номинального диаметра соединения D , модуля m , обозначение посадки соединения, помещаемое после размеров центрирующих элементов.

Например: $50 \times 2 \times 9H/9g$ с центрированием по боковым сторонам зубьев и посадкой $9H/9g$; $50 \times H7/g6 \times 2$ с центрированием

по наружному диаметру и посадкой $H7/g6$; $i50 \times 2 \times H7/g6$ при центрировании по внутреннему диаметру.

Эвольвентные шлицевые соединения контролируют комплексными проходными и гладкими непроходными калибрами.

По эксплуатационному назначению различают резьбы общего применения и специальные, предназначенные для соединения одного типа деталей определенного механизма: крепежные (метрическая, дюймовая); кинематические (трапецеидальная и прямоугольная), применяемые для ходовых винтов, винтов суппортов станка и столов измерительных приборов и т.п., их основное назначение – обеспечение точного перемещения при наименьшем трении, а также (упорная) для преобразования вращательного движения в прямолинейное в прессах и домкратах; трубные и арматурные (трубные цилиндрическая и коническая, метрическая коническая), их основное назначение – обеспечение герметичности соединений.

Общими для всех резьб являются требования долговечности и свинчиваемости без подгонки независимо изготовленных резьбовых деталей при сохранении эксплуатационных качеств соединений.

Параметры цилиндрической резьбы (рис.3): средний $d_2(D_2)$, наружный $d(D)$ и внутренний $d_1(D_1)$ диаметры наружной (внутренней) резьбы; шаг P (для многозаходной резьбы ход $P_h = Pn$, где n – число заходов); угол профиля α ; угол наклона сторон профиля β и γ , угол подъема резьбы ψ , а также длина свинчивания l .

Для получения посадок резьбовых деталей с зазором предусмотрено пять основных отклонений (d , e , f , g и h) для размеров d_1 ,

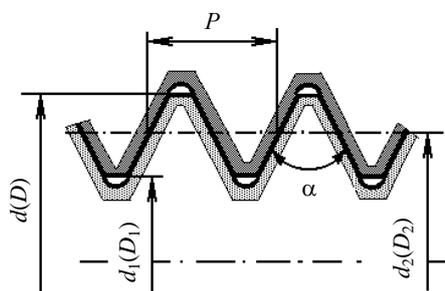


Рис.3. Параметры цилиндрической резьбы

d_2 , d и четыре (E , F , G и H) для диаметров D , D_2 , D_1 . Основные отклонения E и F установлены только для специальных применений при значительных толщинах слоя защитного покрытия. Отклонения отсчитывают от номинального профиля резьбы в направлении, перпендикулярном оси резьбы.

Указанные основные отклонения для наружной резьбы определяют верхние отклонения, а для внутренней – нижние отклонения диаметров резьбы. Второе предельное отклонение определяют по принятой степени точности резьбы. Сочетание основного отклонения, обозначаемое буквой с допуском по принятой степени точности, образует поле допуска диаметра резьбы. Поле допуска резьбы образуют сочетанием поля допуска среднего диаметра с полем допуска диаметра выступов (d или D_1).

Основные отклонения h и H равны нулю, остальные отклонения определяют по формулам:

для болтов

$$es_d = -(80 + 11P); es_e = -(50 + 11P), \text{ кроме } P \leq 0,75 \text{ мм};$$

$$es_f = -(30 + 11P); es_g = -(15 + 11P);$$

для гаек

$$EI_E = +(50 + 11P), \text{ кроме } P \leq 0,75;$$

$$EI_F = +(30 + 11P); EI_G = +(15 + 11P),$$

где es – верхнее отклонение болтов, мкм; EI – нижнее отклонение гаек, мкм; P – шаг резьбы, мм.

Установлены следующие степени точности:

Диаметр	Болт	Гайка
наружный	4; 6; 8	–
внутренний	–	4; 5; 6; 7; 8
средний	(2)*; 3-9; 10**	(2; 3)**; 4-8; 9**

* Посадки с натягом

** Детали из пластмасс

Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение (например $6h$, $6g$, $6H$). Обозначение поля допуска резьбы состоит из обозначения поля допуска среднего диаметра, помещаемого на первом месте, и обозначения поля допуска диаметра выступов (например $7g6g$; $5H6H$). Если обозначение поля допуска диаметра выступов совпадает с обозначением поля допуска среднего диаметра, его в обозначении поля допуска резьбы не повторяют

(например $6g$, $6H$). Поле допуска резьбы указывают через тире после размера (например болт $M12 - 6g$; гайка $M12 - 6H$; болт $M12 \times 1 - 6g$; болт с закругленной впадиной – $M12 - 6g - R$).

Посадки резьбовых деталей обозначают дробью, в числителе которой указывают поле допуска гайки, в знаменателе – поле допуска болта (например, $M12 - 6H/6g$; левая резьба $M12 \times 1LH/6g$). Если длина свинчивания отличается от нормальной, ее указывают в обозначении резьбы: $M12 - 7g6g - 30$, где 30 – длина свинчивания, мм. Обеспечение точностных технических требований достигается выявлением и расчетом размерных цепей.

Размерной цепью называют совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур. В зависимости от вида задач размерные цепи делятся на *конструкторские*, *технологические* и *измерительные*. Цепи, относящиеся к собранным изделиям, называют *сборочными*. Технологические цепи типичны при расчете положения поверхностей, осей и припусков под механическую обработку у отдельных деталей.

Размеры, образующие цепь, называются *звеньями*. В зависимости от их вида различают *линейные*, *угловые* и *смешанные* размерные цепи. Различают *плоские* размерные цепи – звенья расположены в одной или нескольких параллельных плоскостях и *пространственные* – часть или все звенья расположены в непараллельных плоскостях. Звенья размерной цепи обозначаются одной из прописных букв русского алфавита с числовыми индексами. В угловой размерной цепи звенья обозначаются строчными буквами греческого алфавита с числовыми индексами, соответствующими номеру звена цепи.

Отдельные звенья могут иметь нулевые номинальные размеры (биения, начальные значения параллельности, соосности, величины зазоров или натягов, температурные или упругие деформации).

Размерная цепь состоит из *составляющих* звеньев и *замыкающего*. Схема размерной цепи, представляющей собой графическое безмасштабное изображение, представлена на [рис.4](#). Составляющие звенья функционально связаны с замыкающим. Замыкающее звено размерной цепи является исходным при постановке задачи или получается последним в результате ее решения. Оно имеет индекс в виде прописной буквы Δ , например A_{Δ} , B_{Δ} , α_{Δ} , β_{Δ} .

Составляющие звенья различают *увеличивающие* и *уменьшающие*. Увеличивающими звеньями называют звенья, с увеличением которых замыкающее звено увеличивается. Уменьшающими звеньями называют звенья размерной цепи, с увеличением которых замыкающее звено уменьшается.

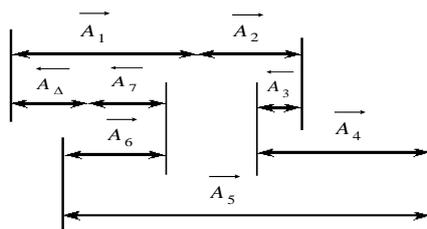


Рис.4. Схема размерной цепи

На примере размерной цепи (рис.4) звенья с индексами 1; 2; 4; 6 являются увеличивающими, а с индексами 3; 5; 7 – уменьшающими.

На чертежах нельзя допускать замкнутых размерных цепей – один из размеров должен быть опущен, либо указан как размер для справок. В противном случае возможно появление брака.

Размеры гладкого цилиндрического соединения образуют трехзвенную цепь, в которой номиналом замыкающего звена является зазор, в соединении диаметр вала является уменьшающим звеном, а диаметр отверстия увеличивающим.

Размер замыкающего звена в процессе обработки или сборки получается как следствие обеспечения заданной точности каждого из составляющих звеньев, следовательно, замыкающее звено в размерной цепи является самым малоточным, так как его погрешность суммируется из погрешностей остальных размеров. Поэтому следует стремиться составлять размерную цепь из минимально необходимого числа звеньев.

Размерная цепь используется для решения двух типов задач: прямой и обратной.

Прямая задача заключается в назначении номиналов и полей допусков составляющих звеньев по известным предельным размерам замыкающего звена. Номиналы составляющих звеньев, как правило, назначают предварительно на основе расчетов или из конструкторских соображений. Прямые задачи типичны для решения конструкторских размерных цепей.

Обратная задача заключается в определении номиналов и предельных отклонений замыкающего звена по известным номи-

нальным размерам и предельным отклонениям составляющих звеньев. Обратная задача позволяет проверить правильность решения прямой задачи.

Для расчета размерной цепи используются несколько методов: полной взаимозаменяемости (метод максимумов-минимумов); неполной взаимозаменяемости (вероятностный метод); пригонки; регулирования; групповой взаимозаменяемости.

При применении метода максимумов-минимумов предполагается, что в одной размерной цепи одновременно могут оказаться все звенья с предельными значениями, причем увеличивающие звенья только с верхними (нижними) предельными отклонениями и уменьшающие звенья с нижними (верхними) предельными отклонениями, тогда размер замыкающего звена находится в пределах от максимально возможного до минимального.

Метод максимумов-минимумов применяют в случаях, когда необходима полная взаимозаменяемость в штучных изделиях для относительно коротких размерных цепей (до пяти звеньев), ориентировочных расчетов в грубых размерных цепях (хотя бы у одного звена допуск имеет очень большую величину), а также для технологических размерных цепей в единичном и серийном производстве, в остальных случаях целесообразно применять вероятностный метод.

3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Стандартизация – нормативный метод обеспечения качества продукции. Стандартизация – это процесс установления и применения правил с целью упорядочения в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей максимальной экономии с соблюдением функциональных условий и требований безопасности.

Стандартизация осуществляется на различных уровнях.

Международная стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран. Результатом работы по международной стандартизации являются международные стандарты или рекомендации по стандартизации, используемые странами-участницами при создании или пересмотре национальных стандартов.

Региональная стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического или экономического региона мира, например ABC – региональная система Америка-Британия-Канада (1952), RCD – региональная система Турция-Иран-Пакистан (1961) и т.д.

Методические основы стандартизации

К главным принципам стандартизации, вошедшим повсеместно в мировую практику, следует отнести следующие:

- *комплексность* – систематизация и оптимальная увязка всех взаимодействующих факторов, обеспечивающих требуемый технический уровень и качество продукции в процессе установления и применения нормативной документации (НД). Комплексная стандартизация в горно-добывающей промышленности – это процесс установления и применения НД, определяющей качество минерального сырья и продуктов его переработки, технологических процессов добычи и обогащения, методов контроля, правил приемки, хранения и транспортировки;

- *опережающее развитие* – это развитие стандартизации с учетом изменения во времени показателей качества объектов стандартизации и установление повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время;

- *общая классификация* – выделение у объекта основных классификационных признаков и их ранжирование по значимости.

В теории стандартизации разработано пять методов: пассивный; симплификация; унификация; типизация; агрегатирование.

Пассивный метод стандартизации осуществляется на основе достигнутого качества, при этом используют ту продукцию, выпуск которой освоен, и не учитывают требований потребителей.

Симплификация (метод ограничений) – это процесс, который заключается в простом сокращении количества марок или разновидностей продукции до некоторого технически и экономически обос-

нованного с точки зрения удовлетворения потребностей минимума без внесения каких-либо технических изменений.

Унификация представляет собой рациональное сокращение числа марок, типов и видов продукции одинакового функционального назначения для того, чтобы виды продукции были взаимозаменяемыми в потреблении. Это позволяет создать комплексы из ограниченного числа разновидностей, чтобы путем комбинирования двух или более разновидностей можно было создавать большую номенклатуру изделий.

Типизацией называется разработка и установление типовых конструктивных или технологических решений, которые содержат общие характеристики. Она позволяет сократить затраты времени на проектирование и разработку технологического процесса и решать задачи целой отрасли промышленности, обеспечивая единство технических требований и показателей различного оборудования, поставляемого предприятиями смежных отраслей или других государств.

Агрегатирование – компоновка разнообразной номенклатуры машин, агрегатов, технических средств путем применения ограниченного числа стандартизированных, обладающих функциональной и геометрической взаимозаменяемостью.

По видам различают стандартизацию фактическую и официальную.

Фактическая стандартизация отражает некоторые исторически сложившиеся особенности и правила жизни общества (система письменности, счета, летоисчисление и т.д.).

Официальная стандартизация является результатом целенаправленной деятельности и всегда завершается выпуском нормативной документации, составляемой по форме, имеющей вполне определенную сферу и сроки действия.

Объектом стандартизации называется предмет (продукция, процесс, услуга), подлежащий или подвергшийся стандартизации.

Документ, содержащий правила, общие принципы, характеристики, касающиеся определенных видов деятельности или их результатов, и доступный широкому кругу потребителей (пользователей) называют *нормативным документом*.

Стандартом называют нормативный документ по стандартизации, разработанный, как правило, на основании договора, характеризующегося отсутствием возражений по существенным вопросам у большинства заинтересованных сторон и утвержденный признанным органом (или предприятием). В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы, характеристики, требования или методы, касающиеся определенных объектов стандартизации. Стандарт направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Основными целями стандартизации являются:

- защита интересов потребителя и государства в вопросах номенклатуры и качества продукции, услуг и процессов (далее продукция), обеспечивающих их безопасность для жизни, здоровья людей и имущества, охрану окружающей среды;
- повышение качества продукции в соответствии с развитием науки и техники, с потребностями населения и народного хозяйства;
- обеспечение совместимости и взаимозаменяемости продукции;
- содействие экономии людских и материальных ресурсов, улучшению экономических показателей производства;
- устранение технических барьеров в производстве и торговле, обеспечение конкурентоспособности продукции на мировом рынке и эффективного участия государства в межгосударственном и международном разделении труда;
- обеспечение безопасности народнохозяйственных объектов и содействие повышению обороноспособности и мобилизационной готовности страны.

Категории стандартов, действующих на территории России: государственный стандарт РФ – ГОСТ Р; отраслевой стандарт – ОСТ; технические условия – ТУ; стандарты предприятий и объединений предприятий (союзов, ассоциаций, концернов, акционерных обществ, межотраслевых, региональных и других объединений) – СТП; стандарты научно-технических и инженерных обществ (союзов, ассоциаций и других общественных объединений) – СТО; межгосударственный стандарт СНГ – ГОСТ; международный стандарт – ИСО.

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания устанавливаемых к нему требований разрабатывают стандарты следующих видов: основополагающие; на продукцию и услуги; на процессы; на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Порядок разработки, обновления и отмены государственных стандартов

Государственная система стандартизации (ГСС) устанавливает требования к разработке, согласованию, утверждению, государственной регистрации, изданию, обновлению (изменению, пересмотру) и отмене государственных стандартов Российской Федерации. Разработку государственных стандартов РФ осуществляют, как правило, технические комитеты по стандартизации (ТК) в соответствии с заданиями планов государственной стандартизации РФ, программ (планов) работ ТК и договоров на разработку стандартов.

Порядок разработки стандартов включает следующие стадии: организация разработки стандарта; разработка проекта стандарта (первой редакции); разработка проекта стандарта (окончательной редакции); утверждение и государственная регистрация стандарта; издание стандарта.

Организация разработок стандартов осуществляется на основе заявок в технический комитет по закрепленным за ними объектам стандартизации. Технический комитет организует разработку проекта стандарта: определяет подкомитет, в котором будут разрабатывать стандарт; назначает рабочую группу или предприятие для разработки проекта стандарта; устанавливает сроки выполнения работ по стадиям разработки стандарта в соответствии со сроком, установленным договором.

Рабочая группа (предприятие) готовит проект стандарта и пояснительную записку к нему. Технический комитет (подкомитет) с учетом предложений, полученных от членов комитета, подготавливает первую редакцию проекта стандарта, с учетом поступивших отзывов готовит окончательную редакцию проекта стандарта и направляет ее с пояснительной запиской органам государственного надзора, в научно-исследовательские организации.

Утверждение и государственную регистрацию стандарта осуществляет Госстандарт России или Минстрой России, которые проводят проверку стандарта на соответствие требованиям законодательства, действующих государственных стандартов РФ, метрологическим правилам и нормам применяемой терминологии, правилам построения и изложения стандартов. При утверждении стандарта устанавливают дату его введения в действие с учетом мероприятий, необходимых для внедрения стандарта.

Обновление, отмену и пересмотр стандарта осуществляет технический комитет, который разрабатывает и направляет в Госстандарт России (Минстрой России) проект изменения к стандарту или предложение по отмене стандарта.

Новому стандарту присваивают обозначение старого стандарта с заменой двух последних цифр года утверждения.

Международная организация по стандартизации (ИСО) создана в 1946 г., является неправительственной организацией и пользуется консультативным статусом ООН.

Членами ИСО могут быть национальные организации по стандартизации; представительство страны, не имеющей национальной организации по стандартизации.

В настоящее время комитет-членами ИСО являются более 90 стран.

ИСО имеет право: устанавливать международные стандарты при условии согласия всех членов; способствовать внедрению и облегчать применение новых прогрессивных стандартов; организовывать обмен информацией о работах своих членов и технических комитетов; сотрудничать с другими международными организациями.

Официальными языками ИСО признаны русский, английский и французский.

Технические комитеты и подкомитеты осуществляют всю основную работу по созданию международных стандартов.

Проект международного стандарта считается принятым, если за него проголосовало не менее двух третей членов данного технического комитета или подкомитета.

4. СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ

Сертификация продукции – это деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям. Сертификация гарантирует потребителю, что продукция (товар) соответствует стандарту или определенным требованиям.

Сертификация осуществляется в целях:

- создания условий для деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке Российской Федерации, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- содействия потребителям в компетентном выборе продукции;
- защиты потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);
- контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- подтверждения показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Сертификация может иметь обязательный и добровольный характер. Она может осуществляться изготовителем (самосертификация), который сам выполняет все необходимые действия и заявляет об этом специальным документом, или простановкой знака сертификации на продукции, либо сопроводительным документом, или третьей стороной, которая называется системой сертификации и реализуется в виде системы органов, формально не относящихся ни к потребителю, ни к изготовителю продукции.

В настоящее время системы сертификации созданы на государственном уровне практически во всех странах, и в каждой стране имеют свои национальные отличительные особенности.

Система предусматривает следующее распределение ответственности между участниками сертификации:

- изготовитель (исполнитель, поставщик) несет ответственность за соответствие продукции требованиям нормативных доку-

ментов, которые контролируются при сертификации, и за правильность использования знака соответствия;

- продавец несет ответственность за наличие сертификата и знака соответствия у реализуемой им продукции, подлежащей обязательной сертификации;

- испытательная лаборатория (центр) несет ответственность за соответствие проведенных ею сертификационных испытаний требованиям нормативных документов, а также достоверность и объективность их результатов;

- орган по сертификации несет ответственность за правильность выдачи сертификата соответствия и подтверждения его действия.

Сертификация в системе проводится на соответствие обязательным требованиям ГОСТов, других нормативных документов, в том числе международных и национальных стандартов других стран, введенных в действие в установленном порядке.

Органы по сертификации создаются на базе организаций, имеющих статус юридического лица и являющихся третьей стороной. Аккредитация органов сертификации и испытательных лабораторий (центров) осуществляется комиссиями, формируемыми из представителей изготовителей, обществ потребителей, Союза независимых испытательных центров, научно-исследовательских организаций и территориальных органов Госстандарта, с привлечением экспертов-аудиторов системы сертификации.

Эксперты-аудиторы системы сертификации проходят подготовку по программам, принятым в системе, и аттестуются в установленном порядке.

Официальное признание органов сертификации, испытательных лабораторий (центров) и экспертов-аудиторов, в том числе зарубежных, удостоверяются аттестатом, зарегистрированным в Государственном реестре системы сертификации.

Органы, лаборатории, эксперты-аудиторы, нарушающие правила системы сертификации, исключаются из реестра. Инспекционный контроль за деятельностью аккредитованных органов и экспертов-аудиторов в системе сертификации организует Госстандарт России.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, состоянием ее производства осуществляет орган, проводящий серти-

фикацию этой продукции, как правило, с привлечением территориальных органов Госстандарта России. Система сертификации предусматривает участие в инспекционном контроле обществ потребителей и торговой инспекции, а также использование информации, получаемой от этих органов. Предприятия, сертифицировавшие свою продукцию в системе, обязаны маркировать знаком соответствия продукцию (тару, упаковку), товаросопроводительную документацию.

Рассмотрение апелляций по результатам аккредитации, аттестации и сертификации осуществляется комиссией по апелляциям, создаваемой Госстандартом России.

Основой информационного обеспечения является Государственный реестр системы сертификации. Данные реестра, а также информацию, получаемую от органов сертификации и других участников системы сертификации, Госстандарт России периодически публикует в своих изданиях или в специальных справочниках.

Организационную структуру системы сертификации образуют: Госстандарт России; органы сертификации однородной продукции; испытательные лаборатории (центры).

Научно-методическим центром системы сертификации является Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации.

Сертификацию продукции, в том числе импортируемой, в системе сертификации проводят органы сертификации продукции, а при их отсутствии – Госстандарт России.

Порядок проведения сертификации продукции в общем случае включает:

- принятие решения по декларации-заявке;
- отбор, идентификацию образцов и их испытания;
- аттестацию производства сертифицируемой продукции (если это предусмотрено схемой сертификации или по желанию заявителя);
- анализ полученных результатов и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия;
- выдачу сертификата соответствия и внесение сертифицированной продукции в Государственный реестр системы сертификации;
- признание сертификата соответствия, выданного зарубежным или международным органом;

- осуществление инспекционного контроля за стабильностью сертифицированных характеристик продукции;

- информацию о результатах сертификации.

В ИСО создан специальный комитет по сертификации – СЕРТИКО, который занимается изучением средств обеспечения взаимного признания надежности национальных и региональных знаков соответствия, участием в разработке и развитии национальных и региональных систем сертификации для обеспечения развития сертификации на основе стандартов ИСО и использования в будущем знака ИСО в качестве знака соответствия стандартам, а также разработкой методов контроля за использованием стандартов ИСО в системах сертификации.

5. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ

Понятие качества и оценка его уровня неразрывно связаны с понятием сертификации.

Качеством называют совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Качество – понятие, изменяющееся во времени.

Продукция – результат деятельности или процессов, которые можно разделить на четыре общие категории: оборудование (технические средства); программное обеспечение (средство); перерабатываемые материалы; услуги.

Продукция может быть: материальной (узлы или перерабатываемые материалы), нематериальной (информация или понятия); комбинацией из них; намеренной (предложение потребителям); ненамеренной (отходы горного предприятия).

Количественно или качественно установленные требования к характеристикам (свойствам) объекта, дающие возможность их реализации и проверки, называются показателями качества.

Показатели качества продукции в зависимости от задач оценки ее уровня классифицируются:

- *по характеризующим свойствам* – назначение; надежность, сохраняемость; эргономичность и эстетичность; технологичность; стандартизация и унификация; патентно-правовые показатели; экологические показатели; безопасность; транспортабельность;

- *по способу выражения* – показатели, выраженные в натуральных единицах (килограмм, метр, балл, безразмерные единицы) и в стоимостных единицах;

- *по числу характеризующих свойств* – единичные показатели, комплексные, обобщенные, интегральные; единичные, относящиеся только к одному свойству (например, прочность бетона на сжатие); комплексные – к нескольким свойствам (энергоёмкость разрушения массива горной породы); обобщенные – относящиеся к такой совокупности свойств, по которой принято оценивать качество продукции (например, номенклатура показателей качества); интегральные – отражающие соотношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции и суммарных затрат на ее создание, эксплуатацию или потребления (например, мост, карьер, обогащательная фабрика и др.);

- *по стадии определения* – прогнозируемые, проектные, производственные, эксплуатационные;

- *по применению* – базовые, единичные.

Базовым является показатель качества продукции, принятой за исходный при сравнительных оценках. Относительным называют показатель, представляющий собой отношение единичного показателя качества продукции к соответствующему базовому показателю, а определяющим является показатель качества продукции, по которому оценивают его качество.

Уровень качества продукции – относительная характеристика качества, являющаяся результатом сравнения совокупности значений показателей качества продукции с соответствующей совокупностью базовых значений этих показателей.

Количественную оценку качества продукции осуществляют методами квалиметрии. Практическими задачами квалиметрии являются: разработка методов определения численных значений показателей технического уровня и качества продукции; сбор и обработка данных для вычисления и установления требований к точности

показателей; установление единых методов измерения и оценки показателей качества; установление единичных, комплексных и интегральных показателей качества продукции.

Основными методами квалиметрии являются:

- инструментальный; расчетный; статистический, использующий правила прикладной математической статистики; органолептический;

- экспертный; социологический, основанный на сборе и анализе мнений потребителей данной продукции; комбинированный, включающий несколько методов определения показателей качества.

Оценку уровня качества продукции можно определять дифференциальным, комплексным и смешанным методами.

Дифференциальным называется метод оценки качества продукции, основанный на сопоставлении единичных показателей ее качества.

При дифференциальном методе рассчитывают относительные показатели качества продукции; уровень качества продукции оценивается сопоставлением совокупностей относительных показателей качества базового и оцениваемых образцов.

Комплексным называется метод оценки уровня качества продукции, основанный на сопоставлении комплексных показателей качества оцениваемого и базового образцов продукции:

$$U_k = \frac{qk_i - qk_б}{qk_б},$$

где qk_i , $qk_б$ – единичные показатели i -го качества оцениваемого и базового образцов продукции.

Количество рассматриваемых единичных показателей q_i устанавливается в соответствии с требованиями нормативного документа.

Оценка уровня качества комплексным методом может быть произведена с использованием в качестве коэффициентов весомости технико-экономических; средневзвешенных; стоимостных показателей.

При смешанном методе часть единичных показателей объединяют в группы и для каждой определяют комплексный (групповой) показатель, а особо важные показатели применяют как единичные. Уровень качества продукции оценивают по эмпирическим форму-

лам на основе совокупностей комплексных (групповых) показателей качества.

Оптимальным значением уровня качества продукции называется значение, при котором достигается либо наибольший эффект от эксплуатации или потребления продукции при заданных затратах на ее создание, эксплуатацию или потребление, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам.

Оптимальные значения уровня качества продукции определяют методами линейного и нелинейного программирования, динамического программирования, теории игр и статистических решений, теории оптимального управления и другими математическими методами.

6. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

6.1. Общие принципы

Машиностроительные предприятия, имеющие оформленные и функционирующие комплексные системы управления качеством продукции, располагают достаточно серьезной базой для разработки и внедрения систем обеспечения качества продукции, удовлетворяющих требованиям международных стандартов. Эти системы станут эффективным средством и инструментом управления качеством продукции и обеспечения ее конкурентоспособности.

При этом необходимо решить целый комплекс задач:

- исследовать сущность управления качеством продукции и форм управления качеством продукции как внутри страны, так и за рубежом;
- оценить отечественный и зарубежный опыт в системном подходе к управлению качеством продукции;
- изучить основополагающие принципы сертификации систем управления качеством продукции;
- оценить влияние сертификации системы управления качеством продукции на усовершенствование комплексной системы управления качеством продукции;

- дать рекомендации по дальнейшему совершенствованию системы управления качеством продукции.

Всякая работа выполняется как процесс, который сам по себе является (или должен быть) преобразованием, которое добавляет ценность. Каждый процесс включает определенным образом трудовые и (или) другие ресурсы. Процессом необходимо управлять по двум направлениям: через структуру и работу самого процесса, внутри которого имеются потоки продукции или информации и через качество продукции или информации, протекающих внутри структуры.

Система качества функционирует посредством процессов и состоит из ряда элементов. Для эффективности системы качества следует определить эти процессы и соответствующие ответственность, полномочия, методики и ресурсы.

Проверки систем качества могут проводиться самой организацией или от ее имени (первой стороной), ее потребителями (второй стороной) или независимыми органами (третьей стороной). Проверка второй или третьей сторонами может повышать степень объективности с позиции заказчика.

При оценке систем качества необходимо ответить на следующие вопросы:

- определены ли процессы и, соответственно, оформлены ли документально их методики?
- полностью ли развернуты и внедрены процессы согласно документации?
- являются ли процессы эффективными для достижения ожидаемых результатов?

Документальное оформление методик является объективным доказательством того, что процесс был определен правильно, методики одобрены и находятся под управлением.

Весь опыт проведения работ по решению проблемы качества продукции на предприятиях машиностроения определил необходимость использования системного подхода, который предполагает изучение того или иного объекта как системы целостного комплекса взаимосвязанных элементов в единстве со средой, в которой они находятся. Элементы любой системы, как правило, представляют собой системы (подсистемы) более низкого порядка, а каждая система

(подсистема), в свою очередь, выступает как отдельный элемент системы более высокого порядка.

В первой половине 70-х годов была разработана и прошла апробацию комплексная система управления качеством продукции (КСУКП).

Главная цель системы была сформулирована следующим образом: обеспечение высоких и устойчивых темпов роста качества продукции, выпускаемой предприятием. Она достигалась: созданием и освоением новых высококачественных видов продукции; своевременным производством новой продукции; улучшением показателей качества выпускаемой продукции путем ее совершенствования и модернизации.

Функции и задачи, способы и методы их реализации закрепляются в комплексе стандартов предприятия (СТП). В круг функций и задач, включенных в СТП, внесены следующие:

- прогнозирование потребностей, технического уровня и качества продукции;
- планирование повышения качества продукции;
- нормирование требований к качеству продукции;
- аттестация продукции;
- организация разработки и производства продукции;
- организация технологической подготовки производства;
- организация метрологического обеспечения;
- организация материально-технического обеспечения;
- специальная подготовка и обучение кадров;
- стимулирование повышения качества продукции;
- контроль качества и испытание продукции;
- надзор за внедрением и соблюдением стандартов, технических условий и состоянием средств измерения;
- правовое обеспечение управления качеством продукции;
- информационное обеспечение системы управления качеством продукции.

Комплексная система управления качеством представляет собой организационную структуру распределения полномочий и ответственности, требования и методы их реализации, а также включает ресурсы, необходимые для ее функционирования.

Взаимодействие и организация работ по управлению качеством продукции осуществляется на пяти уровнях:

- руководители предприятия и их заместители;
- главные специалисты, обеспечивающие решение задач комплексной программы обеспечения качества продукции;
- руководители цехов и отделов, которые реализуют мероприятия по КСУКП в рамках своих подразделений;
- руководители бюро, бригад, участков, которые обеспечивают организацию бездефектного изготовления продукции и работу исполнителей;
- непосредственные исполнители, обеспечивающие высокое качество продукции, неукоснительно соблюдающие требования нормативно-технической документации.

Система УКП должна функционировать таким образом, чтобы потенциальный заказчик или потребитель продукции был уверен в том, что его требования к данной продукции будут удовлетворены полностью; возникающие проблемы будут не только устранены, но не смогут возникнуть в последующем вследствие работы эффективного механизма предупреждения их появления; продукция, в результате ее постоянного совершенствования с учетом достижений отечественных и зарубежных ученых, а также накопленного опыта будет и в последующем удовлетворять растущие потребности.

Внедрение КСУКП на отечественных предприятиях имело большой положительный опыт по повышению качества продукции. Необходимо учитывать, что главным недостатком следует считать то, что механизм УКП не сориентирован на потребителя, не направлен на выпуск конкурентоспособной продукции высокого уровня качества со стабильными показателями.

В настоящее время наиболее передовой опыт в области управления качеством продукции и применения системного подхода в УКП накоплен в разных фирмах промышленно развитых стран. Наибольший интерес представляют модели Фейгенбаума, Эттингера-Ситтига и Джурана. Каждую систему можно представить графически.

Модель Фейгенбаума – это треугольник, с боковыми сторонами, разделенными на пять частей горизонтальными линиями, каждая часть в свою очередь разделяется вертикальными линиями, что об-

разует в общей сложности во всех пяти частях 17 функций (участков), в основу которых практически положен только контроль качества продукции.

Модель Эттингера-Ситтига, разработанная специалистами Европейской организации по контролю качества (ЕОКК), графически изображается кругом, разделенным на секторы. Каждый сектор – определенный этап работы. Эта модель учитывает влияние спроса на качество продукции, а также предусматривает изучение рынков сбыта.

Модель Джурана – это восходящая спираль. Спираль более полно отображает этапы непрерывного формирования и улучшения качества продукции. В нее включены две предыдущие модели, предусмотрено также постоянное изучение спроса на рынке сбыта и эксплуатационных показателей качества, что обуславливает полную ориентацию производства на требования потребителей и рынок сбыта.

На основе этих моделей детально разработаны системы управления и обеспечения качества продукции, в частности, в Японии и США.

Обобщая опыт Японии по управлению качеством продукции, к основным его особенностям на настоящий период времени можно отнести следующие:

- воспитание уважительного отношения к потребителю, его пожеланиям и требованиям;
- участие всех подразделений и работников фирмы в обеспечении и управлении качеством продукции. Широкими исследованиями установлено, что лишь 15-20 % проблем, связанных с качеством, возникает по вине непосредственных исполнителей и рабочих, а 80-85 % – это следствие несовершенства системы управления фирмой;
- непрерывное систематическое обучение кадров вопросам обеспечения и управления качеством продукции;
- использование развитой системы инспектирования всей деятельности по обеспечению и управлению качеством продукции;
- широкое использование при обеспечении и управлении качеством продукции передовых методов контроля качества, включая статистические методы, при приоритетном контроле качества производственных процессов;

- наличие в сфере производства высококачественных средств труда (не старше 5-7 лет);
- сильное влияние со стороны государства на принципиальные направления повышения и обеспечения качества продукции.

В США задачи повышения качества продукции осуществляет специализированный отдел управления качеством. Контроль качества продукции охватывает все стадии жизненного цикла продукции.

При управлении качеством продукции службы активно изучают и анализируют издержки и затраты на обеспечение производства качественной продукции. Американские фирмы расходуют в среднем 3-5 % сумм реализации продукции на повышение ее качества.

Одним из распространенных методов обеспечения качества продукции в американских и японских фирмах является метод статистического контроля качества. Для его реализации используются технические средства, автоматически осуществляющие сбор, накопление, обработку данных и выдачу результатов применения статистического метода.

Международная организация по стандартизации (ИСО), взяв за основу имеющиеся стандарты и руководящие документы на системы обеспечения качества и дополнив их требованиями потребителей, разработала и утвердила Советом ИСО серию международных стандартов по управлению качеством продукции, устанавливающих требования к системам обеспечения качества продукции. В этих стандартах обобщен и сконцентрирован весь опыт стран, передовых в области управления качеством продукции, накопленный в последние десятилетия. Международные стандарты взаимосвязаны между собой.

В соответствии с руководящими указаниями стандартов система качества должна функционировать одновременно со всеми видами деятельности, влияющими на качество продукции, и взаимодействовать с ними. Воздействие системы распространяется на все этапы управления качеством продукции, реализуемые в замкнутой петле качества, и включает последовательное выполнение следующих процессов: 1 – маркетинг, поиск и изучение рынка; 2 – проектирование и (или) разработка технических требований, разработка продукции; 3 – материально-техническое снабжение; 4 – подготовка и разработка

производственных процессов; 5 – производство продукции; 6 – контроль, проведение испытаний и обследований; 7 – упаковка и хранение; 8 – реализация и распределение продукции; 9 – монтаж и эксплуатация; 10 – техническая помощь в обслуживании; 11 – утилизация после использования продукции.

Среди всех этапов УКП наибольшее значение, особенно для развития международной торговли, имеет маркетинг (выявление потребностей рыночного спроса в определенные сроки на продукцию, а также ее стоимость, требования потребителей, информирование об этом руководством) и вопросы проектирования и разработки продукции.

6.2. Опыт проведения сертификации систем управления качеством продукции

В Российской Федерации в соответствии с требованиями Закона «О защите прав потребителей» обязательной сертификации подлежат товары (работы, услуги), на которые в законодательных актах или стандартах установлены требования, направленные на обеспечение безопасности жизни, здоровья потребителей и охраны окружающей среды, предотвращение причинения вреда имуществу потребителей, и средства, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья потребителей.

Работы по сертификации продукции, а также систем УКП проводятся под руководством Госстандарта России как национального органа по сертификации.

В Государственном реестре зарегистрировано пять систем обязательной сертификации, сформированных государственными органами:

- система сертификации ГОСТ Р;
- система сертификации техники;
- система сертификации взрывоопасных производств (Госкомоборонпром);
- система сертификации электросвязи (Министерство связи);
- система сертификации средств защиты информации.

Кроме того, зарегистрировано более 30 систем добровольной сертификации.

Госстандарт выполняет следующие функции по сертификации систем УКП и продукции:

- определяет порядок сертификации систем УКП;
- определяет порядок сертификации продукции и ее номенклатуру;
- аккредитует органы по сертификации конкретных видов продукции, а также испытательные лаборатории (центры) для проведения соответствующих испытаний;
- представляет другим юридическим лицам право аккредитации;
- осуществляет контроль за правильностью проведения сертификации систем УКП и продукции;
- ведет государственный реестр сертифицированных систем УКП, продукции, аккредитованных органов по сертификации, испытательных лабораторий (центров);
- принимает решения о признании сертификатов, выданных зарубежными и международными органами;
- представляет страну во взаимоотношениях с зарубежными странами и международными организациями по вопросам сертификации систем УКП и продукции.

В основу нормативной базы сертификации систем УКП и продукции в Российской Федерации положены стандарты ИСО серии 9000. На их основе введены в действие Государственные стандарты – ГОСТ 40.9001-40.9003-88, определяющие систему качества, модель для обеспечения качества при проектировании (или разработке), производстве, монтаже и обслуживании, окончательном контроле и испытаниях.

Государственные стандарты на системы качества должны использоваться каждым предприятием при:

- заключении контрактов (договоров) на поставку продукции на внешний рынок;
- участии в тендерах, конкурсах и прочих подобных мероприятиях, когда в случае удачи могут заключаться договора;
- получении госзаказа, льготного кредитования или страхования при желании руководителей предприятия убедиться в соответ-

вии системы УКП международным требованиям, чтобы быть готовым к заключению выгодных договоров с иностранными партнерами.

Необходимо признать обязательным наличие на предприятии системы качества, постоянно обеспечивающей конкурентоспособность выпускаемой продукции для завоевания международных рынков сбыта на длительные периоды. Требования стандартов системы ГОСТ 40.9001-40.9003 целесообразно принимать в качестве минимально необходимых.

Сертификация системы управления качеством продукции, независимо от органа, которым она проводится (национальным или зарубежным), должна характеризоваться рядом основных принципов:

- целевая направленность, т.е. необходимость осуществления сертификации системы УКП с четко определенной целью. К такой цели может относиться, например, выход предприятия на определенный участок мирового рынка;
- добровольность, т.е. проведение на предприятиях сертификации системы УКП может быть только добровольным, по инициативе и при наличии заявки от этого предприятия;
- объективность, т.е. проверка и оценка системы УКП при ее сертификации должны осуществляться компетентными, высококвалифицированными специалистами;
- конфиденциальность, т.е. орган по сертификации и его сотрудники должны соблюдать профессиональную тайну в отношении конфиденциальности информации, получаемой в результате взаимодействия с поставщиком.

6.3. Внутренняя проверка и подготовка системы управления качеством продукции

Основой обеспечения контроля соответствия каждого экземпляра сертифицированной типовой продукции во всех случаях является независимая инспекция (применительно к странам Содружества независимых государств – военная приемка), утвержденная уполномоченным органом и одобренная Регистром системы обеспечения качества.

Уполномоченными органами Регистра являются научно-исследовательские институты по направлениям (НИАТ, НИИД, НИТИ, ВИАМ и др.).

После того, как на предприятии сформирован полный комплект нормативно-технической и методической документации по сертификации управления качеством продукции типа изделия и производства (СУ КП), проводится совещание руководящего состава предприятия (от начальников цехов до генерального директора) по вопросу сертификации производства изделий. Предусматривается проведение работ в три этапа: рассмотрение и предварительный анализ представленных материалов; системное обследование производства и функционирования КС УКП; оформление результатов обследования.

Утверждаются «Матрица компетентности при самооценке производства изделий» и «План-график по самооценке системы качества предприятия при подготовке к сертификации производства на планируемый год».

По итогам работы совещания по сертификации производства разрабатываются и утверждаются генеральным директором предприятия комплексные мероприятия по подготовке к сертификации:

1. Создание Совета по сертификации производства с закреплением его полномочий в стандарте предприятия.
2. Создание Совета по рассмотрению материалов контроля согласно требованиям к качеству продукции.
3. Формирование основных направлений работ подразделений предприятия по качеству согласно методическим материалам.
4. Разработка и утверждение мероприятия по предварительной самооценке системы УКП и производства.
5. Формирование комиссий в цехах для проведения работ по сертификации производства.
6. Создание рабочих комиссий в цехах.
7. Создание рабочей комиссии по приведению действующей на предприятии документации в соответствии с требованиями стандартов.

На основе этих мероприятий формируется единый «План работ по сертификации производства изделий», включающий: организационно-методические мероприятия; экспертизу нормативно-

технической документации; оценку действующей системы обеспечения качества (по направлениям); мероприятия по проверке предприятий-поставщиков наиболее ответственных агрегатов, узлов, комплектующих изделий и деталей; подготовку заключительного анализа и оформление документов по результатам оценки производства.

Общее руководство в период самооценки производства осуществляет Совет по сертификации производства. Оперативную работу по рассмотрению материалов самооценки (контроля) выполняет Совет по рассмотрению материалов контроля.

В результате анализа устанавливается, что в нормативно-технической документации, действующей на предприятии, как правило, не были отражены требования по следующим основным вопросам: формирование политики в области качества; оценка потребителем системы УКП поставщика; сертификация системы УКП; выбор, постановка на производство изделий в зависимости от возможности предприятия по обеспечению поставки изделий с заданным уровнем качества; анализ и оценка затрат на качество; внедрение статистических методов в управлении качеством продукции.

«Политика в области обеспечения качества» обязывает руководителей всех структурных подразделений предприятия:

- руководствоваться в своей деятельности требованиями настоящей «Политики», обеспечивать ее понимание всеми работниками подразделения и практическую реализацию;
- обеспечивать полное соответствие действующих и разрабатываемых подразделением стандартов предприятия комплексной системы УКП положениям «Политики» и «Руководства по качеству»;
- обеспечивать приоритетность в планировании, финансировании работ, связанных с реализацией «Политики»;
- создавать условия для эффективного труда; своевременно обеспечивать производство необходимым оборудованием, документацией, оснасткой, инструментом, тарой, материалами, гарантировать технологическую и экологическую безопасность труда, обучение и инструктаж исполнителей, деловую и доброжелательную атмосферу в коллективе;
- создавать условия и стимулы для постоянного повышения квалификации работников подразделения и их служебного роста в

соответствии с деловыми качествами, подготовкой и практическим опытом; разрабатывать требования к уровню подготовки соответствующих работников в области деятельности, возложенной на данное производство.

6.4. Проведение сертификации системы управления качеством продукции

Необходимым и обязательным условием допуска изделия в эксплуатацию является его соответствие требованиям и нормам годности по прямому назначению и наличие сертификата. При этом изготовитель должен обеспечить соответствие производства изделия требованиям стандартов.

Проверка системы управления качеством продукции проводится в два этапа: предварительная и окончательная проверка и оценка системы управления качеством продукции.

Обследование и анализ производства изделий проводится по следующим направлениям: наличие нормативной базы и производственной среды, необходимой для изготовления изделий, соответствующих техническим условиям; обеспечение контроля за исполнением требований документально-нормативной базы; проверка, анализ и оценка функций по обеспечению качества. Приводится перечень нормативно-технической документации, используемой при проведении работ по сертификации производства (государственные стандарты; отраслевые стандарты; стандарты предприятия и т.д.). В некоторых случаях для подтверждения доказательности предоставленных данных привлекаются другие подразделения, например, центральная заводская лаборатория – для снятия определенных характеристик изделия (агрегата, узла, детали).

Комплексный отчет совместно с таблицей соответствия, доказательной документацией, разрешением на производство с утвержденной системой контроля (сертификатом) представляется в орган сертификации для принятия решения о выдаче сертификата на производство изделий.

Инспекционный контроль над сертифицированным производством осуществляется представителем заказчика, который обеспечивает соответствие каждого изделия или партии изделий сертификату производства, дополняя приемку и испытания изделий летучим контролем производства.

Кроме того, инспекционный контроль в соответствии со стандартом предприятия «О комплексных проверках производства» осуществляют инспекторы бюро управления качеством продукции.

6.5. Влияние сертификации системы управления качеством продукции на выпуск качественной продукции

Конечное качество изделий зависит от того, с каким качеством был реализован тот или иной этап жизненного цикла изделия. В то же время вклад каждого этапа жизненного цикла в качество изделия различен. Так, если техническое задание на изделие определяет 100 % качества изделия, а эскизный и технический проекты определяют от 50 до 80 % качества изделия, то рабочий проект и технологическая подготовка производства определяют от 5 до 35 % , производство – от 5 до 25 %. Следовательно, предприятие может реализовать, проведя на достаточно высоком уровне технологическую подготовку производства и обеспечив изготовление изделий с полным выполнением требований технических условий, максимум 60 % от первоначально заданного качества изделия.

Одним из важнейших элементов повышения качества является внесение изменений в действующую нормативно-техническую документацию и разработка новых стандартов, устанавливающих общепризнанные нормы, зафиксированные в стандартах ИСО серии 9000. Но при этом возникает вопрос – сможет ли предприятие в рамках действующей системы УВП обеспечить выполнение одного из главных положений «Политики в области качества» – «... главная цель работы каждого – полное удовлетворение требований потребителей».

На первый план выходят проблемы организационной системы и системы управления людьми. Возникает необходимость разработки и реализации конкретных процедур по повышению индивидуаль-

ной ответственности исполнителей за качество продукции с одновременным сокращением объема работ, контролируемых работниками ОТК.

Не следует забывать, что структура большинства японских программ обеспечения и повышения качества продукции основана на пяти моральных обязательствах, действующих во всем мире: выброси ненужное; содержи свои вещи в порядке; соблюдай чистоту на рабочем месте; соблюдай личную чистоту; соблюдай дисциплину.

Особенно актуальным для переходного периода в России является тезис «Качество начинается и кончается обучением».

Для изделий, экспортирующихся зарубежному потребителю, необходим еще один сертификат – экспортный. Сертификация производства – это тот минимум, который позволит зарубежному потребителю взглянуть на предприятие, как на возможного поставщика продукции.

Предприятие, чтобы выжить, вынуждено искать рынок сбыта своей продукции, заботясь о ее конкурентоспособности, смене типа изделий, производимых на предприятии. Система управления качеством продукции должна быть быстро перестраиваемой, обладать свойствами адаптивности, оперативного контроля всех стадий жизненного цикла изделий.

Примерный перечень задач, решаемых системой УКП, приведен ниже:

Наименование задачи	Этапы «петли качества»	Подразделения, для которых предназначена задача
Создание базы данных по нормативным документам на продукцию и методы ее испытаний	2-7	Отделы проектирования УКП, испытательная лаборатория, ОТК
Создание базы данных по организационно методическим документам системы УКП	Все этапы	Бюро УКП
Создание базы данных по производственному оборудованию предприятия	2, 3, 4, 5	Отдел главного технолога
Создание пакета комплексных программ для статистического контроля качества продукции.	5, 6	ОТК, испытательная лаборатория, бюро УКП

Разработка алгоритмов и программ для оценки технического уровня качества и конкурентоспособности продукции	1, 2, 5, 6	Отдел главного конструктора, бюро УКП, отдел внешних связей, отдел маркетинга
Разработка алгоритмов и программ для расчета и анализа затрат на качество продукции	2, 4, 5	Экономический отдел, бюро УКП, бухгалтерия
Разработка алгоритмов и программ для оценки СУ КП на предприятии	1-11	Бюро УК
Разработка алгоритмов и программ для формирования и контроля реализации мероприятий по качеству продукции	1-11	Бюро УК
Создание базы данных по деловым связям предприятия	1, 3, 8, 10	Отделы сбыта, экономический, внешних связей, маркетинга
Создание базы данных по типовым формам документов (по видам деятельности)	1-8	Подразделения, связанные с работами по обеспечению качества

Такие возможности системе УКП могут быть предоставлены при компьютеризации системы. Первоочередным этапом работы является определение предприятием и его подразделениями отдельных задач и их комплексов, требующих использования компьютерных средств. Координацией этой деятельности занимается бюро УКП, владеющее идеологией управления качеством на базе стандартов ИСО серии 9000, знающее характер и специфику производственного процесса предприятия, взаимодействующее с его структурными подразделениями совместно с вычислительным подразделением, организующим комплексные решения для формирования и реализации задач.

При такой технологии выполнения работ специалисты предприятия участвуют в постановке задач, а компьютерное обеспечение осуществляет профессиональное подразделение с едиными методическими и организационно-техническими позициями.

На основе единой компьютерной системы УКП можно решить и такие задачи, как сертификация типа и производства (СУ КП), а также обеспечение стабильности качества серийного производства изделий.

Одним из возможных инструментов построения системы является мониторинг обеспечения качества техники, удовлетворяющей указанным требованиям. Мониторинг предполагает постоянное слежение за процессом с целью предупреждения возможности возникновения неблагоприятных, критических или недопустимых изменений в его ходе.

Естественным дополнением к автоматизированной комплексной системе УКП может служить разработка и внедрение на предприятии общей для фирмы системы обеспечения качества продукции.

Подобные японские системы обеспечения качества обусловили возможность использования нового показателя качества изготовителя – число дефектных изделий на миллион. Принципы, по которым строится работа общей для фирмы системы обеспечения качества продукции, заложены и в требованиях стандартов ИСО серии 9000:

1. Цель работы в системе – ноль дефектов. Это значит: «делай правильно с первого раза» или «дефект может появиться только один раз». Следовательно, необходимо постоянное стремление к уменьшению числа дефектов, понимая, что ноль дефектов – конечная, фактически недостижимая цель.

2. Правило работы в системе – предупреждение дефектов, а не их устранение.

3. Все производственные отношения между подразделениями, а также между персоналом предприятия рассматриваются и строятся как отношения потребителя и поставщика.

В современных условиях, когда на передний план вышла такая характеристика продукции, как конкурентоспособность, и в то же время наблюдается нестабильность производства, наиболее достоверным окажется применение метода экспертных оценок (балльного метода).

Если рассматриваемая единица продукции имеет дефект, то это означает, что по меньшей мере один из ее показателей качества или параметров вышел за предельное значение или не выполняется одно из требований нормативной документации к признакам продукции.

Дефекты, в свою очередь, подразделяются на критические, значительные и малозначительные в зависимости от степени влияния каждого вида дефекта на эффективность и безопасность использования продукции с учетом ее назначения, устройства, показателей качества, режимов и условий эксплуатации.

Управленческие решения существенно влияют на экономическую эффективность работы отдельных подразделений и предприятия в целом. Это в конечном счете сказывается на повышении конкурентоспособности изделий. Особое влияние на качество продукции оказывает текущий контроль на всех стадиях производства продукции.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Абрамов В.А. Сертификация продукции и услуг. М.: Ось-89, 2001.

Варгина М.К. Направления совершенствования работ по управлению качеством в регионах мира // Сертификация. 1995. № 1.

ГОСТ 40.9001 – 88 (ИСО – 9001 – 87). Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и (или) разработке, производстве, монтаже и обслуживании. М.: Изд-во стандартов, 1988.

Иванов С.Л. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость / С.Л.Иванов, А.П.Баталов, А.А.Янкилевич; Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2000.

Никифоров А.Д. Стандартизация и сертификация. М.: Высшая школа, 2001.

Спицнадель В.Н. Системы качества (в соответствии с международными стандартами ISO семейства 9000): разработка, сертификация. М.: Издательский дом «Бизнес-Пресса», 2000.

Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические измерения. М.: Высшая школа, 2001.

Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А.И.Якушев, Л.Н.Воронцов, Н.М.Федоров. М.: Машиностроение, 1986.

Самарская область. Справочник инвестора. Лицензирование видов деятельности и сертификация продукции / <http://guide.zodchiy.ru/texts/licenz>.

Сертификация продукции и лицензирование деятельности. Сертификации энергии. Инструкция / <http://guide.zodchiy.ru/texts/licenz>.

Сертификация продукции / <http://www.infobus.ru>.

СТПП Сертификация / <http://www.murmanweb.ru/ncci/russ/center/certificate>.

Управление качеством / <http://www.standard.ru/iso9000>.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Метрология	3
1.1. Метрологическое обеспечение качества продукции	3
1.2. Метрологические показатели измерительных средств и методы измерений.....	8
1.3. Погрешности измерений, их виды и источники	14
1.4. Эталоны, поверочная схема и порядок доведения значения эталона до производственных измерений	16
2. Взаимозаменяемость в машиностроении	18
3. Стандартизация.....	36
4. Сертификация продукции	42
5. Качество продукции и методы его оценки	45
6. Управление качеством продукции	48
6.1. Общие принципы.....	48
6.2. Опыт проведения сертификации систем управления качеством продукции	54
6.3. Внутренняя проверка и подготовка системы управления качеством продукции	56
6.4. Проведение сертификации системы управления качеством продукции	59
6.5. Влияние сертификации системы управления на выпуск качественной продукции	60
Рекомендательный библиографический список	64