*ТПТС АПК-20 Лекция №6=2ч.*

**Тема 2.2. Технологичность конструкции изделий**

*1. Основные сведения*

*2. Показатели технологичности конструкции детали*

*3. Технологический контроль конструкторской документации*

1. ***Основные сведения***

Изделие, как и любой продукт труда, предназначенный для удовлетворения определенных потребностей, обладает свойствами, образующими его качество.

Конструктор, придавая конструкции изделия в процессе ее разработки необходимые свойства, выражающие полезность изделия, придает ей и такие конструктивные свойства, которые предопределяют уровень затрат ресурсов на создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой *технологичность конструкции изделия (ТКИ).*

ТКИ выражает не функциональные свойства изделия, а его конструктивные особенности. Конструкцию изделия характеризуют в общем случае состав и взаимное расположение его составных частей, схема устройства изделия в целом, форма и расположение поверхностей деталей и соединений, их состояние, размеры, материалы и информационная выразительность.

В свою очередь конструкторское исполнение изделия во многом определяет такие его свойства, как функциональность (способность изделия реализовывать основную функцию для достижения заданного технического эффекта), надежность, безопасность и экологичность.

В связи с этим задача разработчиков конструкции изделия состоит в том, чтобы постоянно совершенствовать метода исследования взаимосвязи конструкции изделия с технологией ее изготовления, ориентироваться на технологию, обеспечивающую установленные показатели качества.

Под *отработкой конструкции изделия на технологичность* понимается комплекс мероприятий по обеспечению уровня технологичности конструкции изделия по установленным показателям.

Основной задачей отработки конструкции изделия на технологичность является придание изделию такого комплекса свойств, который обеспечивает необходимое качество изделия при оптимальных затратах труда, средств, материалов и времени на ТПП, изготовление, техническое обслуживание и ремонт в конкретных условиях производства и эксплуатации. Для решения этой задачи необходимо рассматривать каждое изделие как объект проектирования, производства и эксплуатации.

Как объект проектирования изделие проходит ряд стадий, которые следует учитывать при отработке конструкции на технологичность.

Как объект производства изделий рассматривается с позиций ТПП, методов получения заготовок, обработки, сборки, испытания и контроля.

Как объект эксплуатации изделие анализируется по соответствию эксплуатационных параметров техническому заданию; удобству и сокращению трудоемкости подготовки изделия к функционированию и контролю его работоспособности; удобству и сокращению трудоемкости профилактических и ремонтных работ, необходимых для повышения срока службы и восстановления работоспособности изделия.

*Технологичной конструкцией* называется конструкция изделия, значения показателей технологичности которой соответствуют базовым показателям технологичности, т.е. показателям, принятым за исходные при сравнительной оценке технологичности конструкции изделия.

Технологичность конструкции изделия – понятие относительное.

Технологичность конструкции одного и того же изделия будет разной для различных типов производств. Изделие, достаточно технологичное в единичном производстве, может быть малотехнологичным в массовом производстве и совершенно нетехнологичным в поточно-автоматизированном производстве. Технологичность конструкции одного и того же изделия будет разной для заводов с различными производственными возможностями. Развитие производственной техники изменяет уровень технологичности конструкции. Ранее нетехнологичные конструкции могут стать вполне технологичными при новых методах обработки.

Технологичность конструкции изделия – понятие комплексное.

Технологичность конструкции нельзя рассматривать изолированно, без взаимной связи и учета условий выполнения заготовительных процессов, процессов обработки, сборки и контроля. Отработанная на технологичность конструкция заготовки не должна усложнять последующую механическую обработку. В то же время отработку на технологичность конструкции заготовки следует производить с учетом выполнения заготовительных процессов и сборки, стремясь получить наименьшую трудоемкость и наименьшую себестоимость изготовления машины в целом.

В соответствии с характером и возможными областями проявления свойств, составляющих технологичность конструкции изделия, следует различать виды и разновидности технологичности.

По области проявления свойств технологичности конструкции изделия различают два вида технологичности: производственную и эксплуатационную.

Производственная технологичность проявляется в сокращении затрат средств и времени на конструкторскую подготовку производства (КПП), технологическую подготовку производства (ТПП), изготовление изделия, в том числе контроль.

Эксплуатационная технологичность проявляется в сокращении затрат средств и времени на техническое обслуживание и ремонт изделия.

Производственная технологичность решается в процессе конструирования, технологических разработок и изготовления изделия, а эксплуатационная – в процессе конструирования.

По характеризуемым свойствам различают также два вида: технологическую рациональность конструкции и конструктивно-технологическую преемственность.

Технологическая рациональность конструкции характеризуется возможностью изготовления и эксплуатации данного изделия при использовании имеющихся в распоряжении общества материальных и трудовых ресурсов.

Конструктивно-технологическая преемственность, так же, как и технологическая рациональность, рассматривается в виде совокупности свойств, образующих технологичность конструкции изделия, однако при этом технологичность рассматривается под иным углом зрения, как бы в ином ракурсе, чем с позиций исследования технологической рациональности конструкции изделия. Преемственность в самом общем смысле определяется как объективная необходимая связь между новым и старым в процессе развития. Известно, например, что при конструировании новых изделий машиностроения до 80% конструктивных решений переходит от изделия к изделию. Этому в значительной мере способствуют унификация и стандартизация многих узлов, деталей и конструктивных элементов общемашиностроительного и отраслевого применения.

Преемственность становится одним из главных принципов наиболее целесообразной подготовки производства, использование которого позволяет наилучшим образом организовать процесс конструкторского и технологического проектирования, максимально использовать все лучшее, что создано ранее в процессе научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических разработок, освоено в производственных условиях и проверено в эксплуатации.

1. ***Показатели технологичности конструкции детали***

Оценка ТКИ подразумевает комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих последовательное выявление ТКИ в целом или отдельных рассматриваемых ее свойств, сопоставление выявленных свойств данного изделия со свойствами изделия, конструкция которого принята в качестве базы для сравнения, и представление результатов сопоставления в форме, приемлемой для принятия управленческих решений по совершенствованию конструкции разрабатываемого изделия.

В зависимости от используемых методов различают качественную и количественную оценку ТКИ.

*Качественная оценка ТКИ* основана на инженерно-визуальных методах оценки и проводится по отдельным конструктивным и технологическим признакам для достижения высокого уровня ТКИ. Она, как правило, предшествует количественной оценке, но вполне совместима с ней на всех стадиях проектирования. Качественной оценке могут быть подвергнуты одно исполнение изделия или совокупность его исполнений. Качественная оценка одного конструктивного исполнения изделия («хорошо-плохо», «допустимо-недопустимо», «лучше-хуже» и т.д.) дается на основании анализа соответствия его основным требованиям к производственной, эксплуатационной и ремонтной ТКИ.

При сравнении вариантов конструктивных исполнений изделия в процессе проектирования качественная оценка часто позволяет выбрать лучший вариант исполнения или установить целесообразность определения численных значений показателей ТКИ всех сравниваемых вариантов.

*Количественная оценка ТКИ* основана на инженерно-расчетных методах, посредством которых определяют и сопоставляют расчетным путем численные значения показателя ТКИ проектируемого изделия *К* и соответствующего показателя *КБ* конструкции изделия, принятой в качестве базы для сравнения.

Количественные показатели по их значимости делятся на основные и дополнительные.

*К основным показателям относятся:*

- трудоемкость изготовления детали

, (24)

где *n* – число операций в маршруте изготовления детали; *tШi* – штучное время изготовления детали при выполнении операции, ч;

- технологическая себестоимость изготовления детали

*СТ.Д = МО + ЗО + Ц,* (25)

где *МО* – стоимость основных материалов за вычетом стоимости реализуемых отходов; *ЗО* – заработная плата основных производственных рабочих; *Ц* – цеховые расходы, связанные с амортизацией и ремонтом оборудования, а также с затратами на силовую электроэнергию, режущий, измерительный, вспомогательный инструмент и приспособления, на заработную плату вспомогательных рабочих цеха (инструментальная группа, ремонтные рабочие и т.п.), инженерно-технических работников, управленческого и обслуживающего персонала цеха и т.д.;

- уровень технологичности по трудоемкости изготовления детали

*КУ.Т.Д = ТД / ТБ.Д*, (26)

где *ТБ.Д* – трудоемкость базового (например, заводского, отраслевого) варианта изготовления детали, ч;

- уровень технологичности по себестоимости изготовления детали

*КУ.С.Д = СТ.Д / СТ.Б.Д,* (27)

где *СТ.Б.Д* – технологическая себестоимость базового варианта изготовления детали.

*Дополнительные показатели*. Необходимость использования дополнительных показателей определяется тем, что на стадии разработки чертежа детали и его согласования с технологом, последний руководствуется, главным образом, техническими критериями, ввиду отсутствия в этот момент данных о трудоемкости и технологической себестоимости проектируемой детали, так как технологический процесс ее изготовления еще не разработан.

При оценке детали на ТКИ обязательными являются следующие дополнительные показатели:

- коэффициент удельной трудоемкости детали

*КУД.Т = ТД / МД,* (28)

где *МД* – масса детали, кг;

- коэффициент удельной технологической себестоимости детали

*КУД.С = СТ.Д / МД;* (29)

- коэффициент использования материала

*КИ.М = МД / МЗ,* (30)

где *МЗ* – масса заготовки, кг;

- коэффициент точности обработки детали

*КТЧ.Д = 1 – 1 / А,* (31)

где ; *ni* – число размеров детали квалитета *i*;

- средняя шероховатость поверхностей

, (32)

где *Rai* – шероховатость *i*-й поверхности; *К* – число поверхностей у детали;

- коэффициент унификации элементов конструкции

*КУ=NУ / N,* (33)

где *NУ* число унифицированных конструктивных элементов детали; *N* – число конструктивных элементов детали.

1. ***Технологический контроль конструкторской документации***

*Технологическим контролем* называется инженерная проверка конструкторско-технологических решений, формируемых на стадиях разработки КД, требованиям технологичности.

Технологический контроль должен быть направлен на:

- соблюдение в конструкции разрабатываемых изделий установленных технологических норм и требований с учетом современного уровня развития техники и способов изготовления, эксплуатации и ремонта изделия;

- достижение в конструкции разрабатываемых изделий заданных показателей ее технологичности;

- выявление наиболее рациональных способов изготовления изделий с учетом заданных показателей качества, объемов выпуска продукции и условий выполнения работ.

Кроме того, при технологическом контроле стремятся к следующему:

1) уменьшить размеры обрабатываемых поверхностей, что снижает трудоемкость изготовления;

2) повысить жесткость конструкции детали для возможности применения многоинструментальной обработки, многолезвийных инструментов и повышенных режимов резания;

3) обеспечить удобный подвод и отвод режущих инструментов для уменьшения вспомогательного времени;

4) унифицировать или свести к минимуму типоразмеры пазов, канавок, переходных поверхностей (например, галтелей, фасок на цилиндрических поверхностях) и отверстий для сокращения номенклатуры режущих инструментов;

5) обеспечить надежное и удобное базирование заготовки с возможностью совмещения технологических измерительных баз.

Выполнение этих и других требований по обеспечению технологичности детали должен проверить технолог при технологическом контроле конструкторской документации, так как содержание технологического контроля заключается в проверке полного и точного учета конструктором технологических требований к конструкции изделия как объекта производства, эксплуатации и ремонта.