

Тема: Понятие о технологичности конструкций

Задание для студентов

- 1 Ознакомиться с теоретическим материалом (**не переписывать!**)
- 2 Ознакомиться с видеоматериалом по ссылке:

Технологичность конструкции изделия	https://www.youtube.com/watch?v=eCmmwDVZP_U&feature=emb_logo
-------------------------------------	---
- 3 Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
- 4 Найти **дополнительную информацию** по теме Технологичность конструкций на стадии технического проекта
- 5 . Выписать из ГОСТ 14.201 – 83 перечень показателей технологичности
- 6 Предоставить **конспект лекции, ответы** на контрольные вопросы и **дополнительную информацию** по теме в электронном виде на проверку в течение трех дней со дня выдачи задания.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна.*

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46

Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

Тема: Понятие о технологичности конструкций

Цель: Ознакомить студентов с видами и критериями оценки технологичности конструкции

План

1. Определение и виды технологичности конструкций
2. Технологичность конструкций на стадии проектирования
3. Технологичность сварных конструкций
4. Порядок анализа конструкции на технологичность
 - 4.1 Качественный уровень
 - 4.2 Количественный уровень
5. Последовательность выполнения анализа на технологичность

1.Определение и виды технологичности конструкций

Технологичность конструкции (по ГОСТ 18831-73) – совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовления, эксплуатации и ремонте по

сравнению с показателями однотипных конструкций изделий того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества в принятых условиях изготовления.

Технологичной конструкцией называется конструкция изделия, значения показателей технологичности которой соответствует базовым показателям технологичности, принятым за исходное при сравнительной оценке технологичности изделия. Технологичность одного и того же изделия будет разной для различных типов производства, для заводов с различными производственными возможностями. Развитие техники изменяет уровень технологичности конструкции.

Технологичность конструкции нельзя рассматривать изолировано, без взаимной связи и учета условий выполнения заготовительных процессов обработки, сборки и контроля изделия. Различают три вида технологичности: производственную и эксплуатационную.

Производственная – проявляется в сокращении затрат средств и времени на конструкторскую подготовку производства, изготовление изделия, контроль.

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

Технологичность сварных конструкций зависит от:

- программы выпуска изделий,
- выбранных материалов, количества наплавленного металла,
- формы и размеров свариваемых элементов,
- дефектоскопичности конструкции,
- удобства выполнения сварки,
- объема остаточных напряжений и деформаций,
- оснащенности конкретного производства.

Ремонтная технологичность заключается в сокращении средств и времени на все виды ремонта.

К главным факторам, определяющим требования к ТКИ относятся следующие:

- вид изделия, характеризующий главные конструктивные и технологические признаки, обуславливающие основные требования к ТКИ;
- объем выпуска и тип производства, определяющие степень технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов и специализацию всего производства.

Обеспечение ТКИ согласно ГОСТ 14.201 – 83 является функцией подготовки производства, предусматривающей взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Оценка технологичности конструкции изделия может быть двух видов: качественной и количественной.

Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно, на основе опыта исполнителя. Качественная оценка при сравнении вариантов конструкции в процессе проектирования изделия предшествует количественной и определяет целесообразность последней. Количественно ТКИ оценивается показателем, значение которого характеризует степень удовлетворения требованиям к технологичности конструкций.

Количественная оценка ТКИ производится с помощью системы, включающей следующие показатели:

- базовые (исходные) показатели технологичности, которые являются предельными нормативами технологичности, обязательными для выполнения при разработке изделия; их указывают в техническом задании на разработку изделия или в отраслевых стандартах;
- показатели технологичности, достигнутые при разработке изделия;
- показатели уровня технологичности конструкции разрабатываемого изделия.

Число показателей должно быть минимальным, но достаточным для оценки технологичности.

ГОСТ 14.201 – 83 рекомендует перечень показателей технологичности. В методических рекомендациях МР 186 – 85 приведены основные и вспомогательные показатели ТКИ и методика их определения.

К основным показателям ТКИ относятся трудоемкость и себестоимость изготовления изделия, материалоемкость и энергоемкость изделия.

2. Технологичность конструкции на стадии проектирования

Оптимальными являются конструктивные формы, которые отвечают служебному назначению изделия, обеспечивают надежную работу в пределах заданного ресурса, позволяют изготовить изделие при минимальных затратах материалов, труда и времени — эти признаки определяют понятие технологичности конструкции. Кроме того, необходимо, чтобы конструкция отвечала требованиям технической эстетики, которые должны соблюдаться на всех стадиях проектирования и изготовления конструкций.

Технологичность конструкции — выбор такого ее конструктивного оформления, которое обеспечивает удобство и простоту изготовления сварного изделия любыми видами сварки и при различных режимах.

Технологичность конструкции обеспечивается выбором металла, формы свариваемых элементов и типов соединений, видов (способов) сварки и мероприятий по уменьшению сварочных деформаций и напряжений.

Технологичность конкретной конструкции оценивают качественно и количественно. Качественная оценка характеризует технологичность обобщенно на основании опыта исполнителя. Она предшествует количественной оценке и выражается численным показателем,

характеризующим степень удовлетворения требованиям технологичности конструкции. Необходимость количественной оценки, номенклатура показателей и методика их определения устанавливаются отраслевыми стандартами и стандартами предприятий.

Для оценки технологичности используют специальные критерии.

Трудоемкость изготовления конструкции. *Уровень технологичности по трудоемкости* K_T определяют по соотношению

$$K_T = \frac{T_{\Pi}}{T_{\delta}}$$

где T_{Π} — трудоемкость по проектному варианту, нормо-ч;

T_{δ} — трудоемкость по базовому варианту, нормо-ч.

Эффективность использования материалов. Оценку эффективности использования материалов можно выполнять по следующим показателям:

- *удельная материалоемкость конструкции:*

$$K_{ум} = \frac{M_{и}}{N}$$

где $M_{и}$ — масса конструкции, т,

N — показатель работоспособности (программа выпуска, мощность и т.п.);

- *коэффициент использования материалов:*

$$K_{и.м.} = \frac{M_{и}}{M_{з}}$$

где $M_{з}$ — масса материалов деталей и заготовок, т;

- *коэффициент применяемости материалов:*

$$K_{пм} = \frac{M_{м}}{M_{и}}$$

где $M_{м}$ — масса материала данного вида в сварной конструкции, т;

- *относительный $a_{нм}$ или удельный $K_{унм}$ расход наплавленного металла:*

$$a_{нм} = \frac{M_{нм}}{M_{и}}$$
$$K_{унм} = \frac{M_{нм}}{N}$$

где $M_{н м}$ — масса наплавленного металла в проектном и базовом вариантах сварной конструкции, т.

Технический уровень сварочного производства. Технический уровень сварочного производства определяется использованием прогрессивных механизированных технологических процессов.

Технический уровень производства можно оценивать по следующим показателям:

- *уровень механизации сварочных работ, %:*

$$У_c = \frac{T_{м\Pi}}{T_{м}+T_{р}} = 100\%$$

где $T_{м}$ — трудоемкость работ, выполняемых механизированными способами сварки, нормо-ч;

Π — коэффициент производительности труда при данном способе сварки;

T_p — трудоемкость работ, выполняемых ручными способами сварки, нормо-ч.

Различные способы сварки характеризуются следующими значениями коэффициента Π производительности труда: ручная дуговая — 1; механизированная дуговая — 1,5; автоматическая дуговая — 2; электрошлаковая — 4; контактная — 6;

• *уровень комплексной механизации работ при изготовлении сварной конструкции:*

$$U_c = \frac{\sum U_i d_i}{100}$$

где U_i — уровень механизации по i -му виду работ, %;

d_i — доля i -го вида работ в общем объеме, %.

Величину $U_{км}$: определяют с учетом доли ручного труда, %.

Для основных технологических операций доля ручного труда характеризуется следующими значениями, %:

- для ручной дуговой сварки и резки — 100;
- механизированной дуговой сварки — 62;
- автоматической дуговой сварки и резки — 8... 12;
- контактной сварки — 44.

При выборе материала для сварочных заготовок необходимо учитывать не только его эксплуатационные свойства, но и свариваемость или возможность применения технологических мероприятий, обеспечивающих хорошую свариваемость.

Обычно стремятся выполнять сварные соединения так, чтобы они были равнопрочны основному материалу заготовки. В этом случае следует выбирать хорошо свариваемые материалы: низколегированные стали и сплавы, а также сплавы цветных металлов, применение которых не ограничивается какими-либо требованиями к виду и режиму сварки.

В случае необходимости применения материалов с пониженной свариваемостью следует предусматривать комплекс технологических мероприятий для сведения к минимуму неблагоприятных изменений свойств металла сварного соединения. Следует применять виды и режимы сварки, обеспечивающие минимальное термическое воздействие на металл, предусматривать операции, снижающие влияние сварки на соединение (предварительный подогрев, искусственное охлаждение, термообработку после сварки и т. п.).

Прочность зоны сварного соединения может быть повышена последующей прокаткой или проковкой этой зоны.

Выбор технологических мероприятий зависит от габаритных размеров и конструктивного оформления свариваемых заготовок.

Разнообразие назначений, форм и размеров сварных конструкций, а также прогресс техники и технологии не позволяют конструктору просто повторять готовые решения. Поэтому проектирование — творческая задача, не исключая разумной конструктивной преемственности. Оптимальными являются такие конструктивные формы, которые отвечают

служебному назначению изделия, обеспечивают надежную работу в пределах заданного ресурса, позволяют изготовить изделие при минимальных затратах материалов, труда и времени. Эти признаки определяют понятие *технологичности конструкции*. Кроме того, необходимо, чтобы конструкция отвечала требованиям технической эстетики. Эти требования должны соблюдаться на всех стадиях проектирования конструкции и в процессе ее изготовления.

На этапе *эскизного проектирования* выявляют принципиальную возможность обеспечения заданных служебных свойств изделия при различных вариантах конструктивного оформления и оценивают их технологическую целесообразность.

Генеральное конструктивное оформление обычно предопределяется предшествующим опытом создания изделий данного типа. Напротив, выбор формы и размеров отдельных элементов конструкции определяется параметрами и особенностями данной проектируемой машины. При проектировании этих элементов одновременно с выбором материала и метода получения заготовок конструктор назначает расположение сварных соединений, их тип и способ сварки. Таким образом, основные вопросы технологичности сварных конструкций решаются уже на первом этапе проектирования путем умелого использования богатых возможностей компоновки из отдельных заготовок и применения наиболее прогрессивных приемов изготовления с помощью сварки.

Технолог не в состоянии эффективно использовать передовую технологию там, где конструкция разработана без учета технологичности. Поэтому на всех стадиях проектирования сварной конструкции при отработке технологичности конструктивных решений обязательно участие технологов-сварщиков, которое обеспечивается как через технологические отделы конструкторских бюро, так и путем согласования с отделом главного сварщика.

На стадии *технического проекта* конструкции всех основных узлов и наиболее трудоемких деталей обычно разрабатывают в нескольких вариантах, которые затем сравнивают по их технологичности и надежности в эксплуатации. В случае необходимости при этом производят расчеты трудоемкости изготовления, металлоемкости и других показателей. Не всегда удается изыскать вариант, существенно превосходящий все другие. Тогда выбор производят на основании того показателя, который в данном случае является решающим.

На этапе *рабочего проектирования* производят детальную технологическую проработку принятого варианта конструкции. В первую

очередь прорабатывают чертежи и технические условия на крупные заготовки, в особенности поставляемые извне, затем чертежи всех основных узлов и деталей и технические условия на их изготовление, сборку, монтаж и испытания. Рабочие чертежи направляют в отдел главного сварщика. Здесь при разработке рабочей технологии спроектированной конструкции выявляют недостатки, связанные в основном с выбором материалов (по их свариваемости), видов заготовок, размеров швов и характера подготовки кромок, припусков на механическую обработку, допусков формы и размеров, методов контрольных операций. Необходимые изменения по согласованию с конструктором вносят в чертежи и технологическую документацию до запуска изделия в производство. В ряде случаев при создании принципиально новых типов сварных конструкций, а также при освоении новых материалов или сварочных процессов к решению наиболее сложных вопросов привлекают научно-исследовательские организации.

3. Технологичность сварных конструкций

Технологичность сварной конструкции - выбор такого ее конструктивного оформления, которое обеспечивает удобство и простоту изготовления сварного изделия любыми видами сварки и при различных режимах, определяющих возможность ее изготовления с наименьшими затратами труда и материалов методами прогрессивных технологий в соответствии с требованиями к качеству

Технологичность конкретной конструкции оценивают качественно и количественно.

Количественные показатели технологичности:

- 1. Трудоемкость изготовления конструкции;**
- 2. Эффективность использования материалов:**
 - удельная материалоемкость конструкции
 - коэффициент использования материалов
 - коэффициент применяемости материалов
 - относительный или удельный расход наплавленного металла
- 3. Технический уровень сварочного производства;**
 - уровень механизации сварочных работ, %;
 - уровень комплексной механизации работ при изготовлении сварной конструкции

Качественные показатели технологичности:

1. Простота конструкции. Оценивается количество сборочных единиц и деталей, входящих в изделие, подсчитывается количество сварных швов. Изделие считается технологичным, если на завершающей стадии его сборки и сварки оно состоит не более, чем из 5-7 сборочных единиц и деталей. В

свою очередь, каждая из сборочных единиц, входящих в готовое изделие, также должна состоять из небольшого числа элементов и т. д. В случае несоблюдения этого требования необходимо разработать иную компоновку изделия и разбивку его на сборочные единицы.

2. Отсутствие необходимости (или необходимость) использования уникального специального оборудования для выполнения заготовительных операций. Использование подобного рода оборудования требует значительных материальных затрат и может быть оправдано только в условиях массового производства, рассчитанного на длительную перспективу. В условиях серийного и единичного производства применение нестандартного оборудования для заготовительных операций нецелесообразно.

3. Свариваемость материала конструкции. Оценивается технологическая прочность в процессе кристаллизации металла шва (склонность к образованию горячих трещин) и в процессе фазовых и структурных превращений в твердом состоянии (склонность к холодным трещинам). При этом используются как расчетные методы, например, расчет эквивалентного содержания углерода $C_{э}$, так и экспериментальные лабораторные испытания образцов сварных соединений. Если по результатам подобного рода исследований обнаруживается опасность возникновения в сварном соединении горячих или холодных трещин сварная конструкция признается нетехнологичной.

4. Необходимость проведения дополнительных мероприятий в процессе сварки по повышению технологической прочности сварных соединений конструкции. Если материал сварной конструкции относится к группе трудно свариваемых материалов или свариваемых ограниченно, разрабатывается комплекс специальных мероприятий по предотвращению возникновения 'холодных и горячих трещин. Среди таких мер наиболее трудоемкими являются предварительный и сопутствующий подогрев. Введение их в технологический процесс снижает общий уровень технологичности изделия.

5. Необходимость проведения после сварочной термообработки. Оценивается структура фазового состава шва. По результатам подобного анализа и справочным данным, с целью регулирования структуры металла сварных соединений, принимается решение о необходимости поведения после сварочной термообработки изделия. С этих позиций наиболее технологичными следует считать изделия, позволяющие избежать подобной обработки

6. Удобство сборки. Под удобством сборки понимается обеспечение возможности быстрой установки комплекта деталей и съем изделия с приспособления, удобная фиксация деталей относительно друг друга, возможность использования простых зажимов и фиксаторов, доступность

мест выполнения прихваток, обеспечение наиболее выгодного порядка сборки и правильного порядка наложения сварных швов, возможность механизации и автоматизации процесса сборки и т.п.

7. Сложность сборочно-сварочной оснастки. С этих позиций конструкция изделия считается технологичной, если для ее сборки и сварки не требуется большое число кантовок: надежное и равномерное прижатие деталей может быть обеспечено малым количеством прижимов и фиксаторов; имеется возможность Установки прижимов для фиксации нескольких деталей одновременно; число прихваток и швов, выполняемых в вертикальном положении, было как можно меньше: применяемая оснастка была бы проста в работе и ремонте.

8. Протяженность и конфигурация сварных швов. Этот показатель влияет на длительность выполнения процесса сварки, утомляемость и удобство выполнения сварных швов, возможность автоматизации и механизации процесса сварки. Изделие считается наименее технологичным, если оно содержит протяженные криволинейные сварные швы.

9. Пространственная ориентация сварных швов и возможность сварки в нижнем положении. Этот показатель, главным образом, влияет на качество сварного соединения: требуемую квалификацию рабочих-сварщиков: выбор способов и видов сварки, в том числе, механизированных и автоматизированных.

10. Возможность механизации и автоматизации процесса сварки. Наиболее легко поддаются механизации и автоматизации, протяженные прямолинейные и кольцевые сварные швы. Короткие швы со сложной ориентацией могут быть выполнены сварочным роботом. Однако применение последнего наиболее рационально в условиях массового и крупносерийного производства. Механизация и автоматизация процесса сварки имеет важное значение в повышении общего уровня технологичности изделия.

11. Обзорность. Доступность для наблюдения мест стыковки свариваемых деталей определяет удобство выполнения сварных швов, возможность контроля качества сварки и, в целом, положительно влияет на технологичность изделия.

12. Доступность мест сварки. Данный показатель определяет возможность и удобство попадания сварочной головки в место стыка или электродов при контактной сварке, и т.п.

13. Необходимость переналадки оборудования. Подобная необходимость возникает при производстве изделия, имеющих сварные швы, выполняемые на разных режимах на одном рабочем месте. Потребность в

переналадке оборудования снижает технологичность изделия и допускается только в условиях мелкосерийного и единичного производства.

14. Возможность возникновения сварочных деформаций и их величина. Остаточные сварочные деформации вызывают необходимость правки сварной конструкции и тем самым удорожают ее производство.

15. Время сварки. Значительное время сварки снижает производительность труда при производстве сварных конструкций. Наилучшие показатели технологичности при производительных быстротекущих процессах.

4 Порядок анализа конструкции на технологичность

ЛЕКЦИЯ

Тема: Порядок анализа конструкции на технологичность

Цель: Ознакомить студентов с уровнем оценки и порядком анализа конструкции на технологичность

План

1. Уровни оценки технологичности
 - 1.1 Качественный уровень
 - 1.2 Количественный уровень
2. Последовательность выполнения анализа на технологичность

Теоретические сведения

Технологичность конструкции детали имеет прямую связь с производительностью труда, затратами времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия. Поэтому проектированию технологического процесса изготовления детали должен предшествовать анализ технологичности её конструкции и в необходимых случаях отработка на технологичность.

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном. Качественная оценка предшествует количественной и сводится к определению соответствия конструкции детали следующим требованиям:

- конструкция должна быть стандартной или состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов;
- для изготовления детали должны использоваться стандартные или унифицированные заготовки;

- точность размеров и шероховатость поверхностей детали должны быть оптимальными, обоснованными конструктивно и экономически;
- при определении жёсткости, формы и размеров, а также механических и физико-химических свойств её материала следует учитывать возможности технологии изготовления, условий хранения и транспортирования;
- точность и шероховатость поверхностей должны обеспечивать требуемую точность установки, обработки и контроля;
- заготовку необходимо получать рациональным способом (с учётом объёма выпуска и типа производства);
- должны обеспечиваться доступ к обрабатываемым поверхностям и возможность одновременной обработки нескольких заготовок;
- сопряжения поверхностей деталей различных качеств и шероховатости должны соответствовать методам и средствам обработки;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность использования групповых, типовых и стандартных технологических процессов.

5.Порядок анализа конструкции на технологичность

Анализ технологичности конструкции детали рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1) На основании анализа исходной информации (сборочного чертёжа узла, чертёжа детали, программы и годового объёма выпуска, типа производства, служебного назначения узла и детали) выносят заключение о целесообразности принципиального изменения метода получения исходной заготовки. При этом в ряде случаев приходится менять материал заготовки.

В тех случаях, когда качественное сравнение принципиально отличных методов получения заготовок не позволяет сделать определённый выбор, производят количественную технико-экономическую оценку двух – трёх предпочтительных вариантов методов получения заготовок и принимают решение о выборе исходной заготовки.

Если метод получения исходной заготовки был изменён принципиально, то приводят эскизные рисунки базовой и предложенной исходной заготовок с указанием их основных размеров.

2) Выполняют анализ технологичности конструктивных элементов детали, учитывая рекомендации. Выявляют труднодоступные для обработки места и при необходимости вносят изменения в конструкцию (производят отработку на технологичность).

3) Определяют возможность совмещения технологических и конструкторских (измерительных) баз при обеспечении размеров требуемой точности, а также возможность прямого контроля таких размеров.

4) Анализируют конструкцию детали (исходной заготовки) для возможности одновременной обработки нескольких заготовок на одном

станке, много инструментальной, многосторонней и других прогрессивных методов обработки.

Анализируют соответствие заданных допусков и технических требований служебному назначению детали и технологическим возможностям оборудования.

5) Определяют поверхности, которые будут использованы в качестве технологических баз, и проверяют соответствие их требованиям, предъявляемым к технологическим базам заготовки. Выполняют эскизы, изображающие детали или отдельные её элементы до обработки конструкции на технологичность и после (рисунок 1).

В качестве примера можно сформулировать рекомендации по обеспечению технологичности корпусных деталей. Обработка заготовок корпусных деталей сводится главным образом к обработке плоских поверхностей и отверстий.

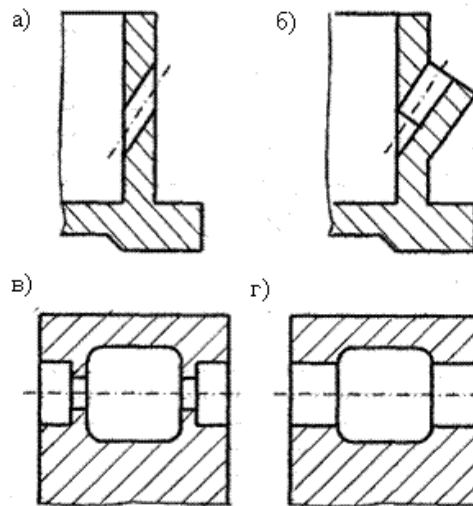


Рисунок 1 – Отдельные элементы детали:

а, в – нетехнологичные,
б, г – технологичные

Конструктивная форма корпусной детали, обеспечивающая минимальную трудоёмкость обработки, должна отвечать следующим основным условиям:

- форма корпусной детали должна быть возможно ближе к правильной геометрической форме. Например, поперечному сечению корпусной детали целесообразно придавать форму правильного четырёхугольника (вместо неправильного четырёхугольника, трапеции или какой-либо сложной формы);
- конструкция корпусной детали должна позволять обработку без спаривания с сопрягаемой деталью;
- следует предусмотреть, по возможности, механическую обработку нескольких поверхностей в одной операции (например, плоскости и двух отверстий);
- конструкция детали должна обеспечивать возможность обработки поверхностей и торцов отверстий напроход. Торцам отверстий следует

придавать форму, удобную для обработки торцовой фрезой или цековкой;

- деталь не должна иметь поверхностей, перпендикулярных осям отверстий на входе и выходе сверла (см.рисунок, а), с целью устранения увода сверла или его поломки;
- диаметр обрабатываемых отверстий во внутренних стенках должен быть равен или меньше диаметра соосных им отверстий в наружных стенках детали;
- необходимо избегать многообразия размеров отверстий, резьб и допусков;
- конструкция детали не должна препятствовать пригонке поверхностей.

6) Выявляют все обрабатываемые поверхности детали.

7) Рассматривают различные методы механической обработки каждой поверхности, оценить удобство и простоту обработки.

8) Выявляют смешанные связи. Если их больше одной в одном координатном направлении, то исключить лишние переводом в другие виды связей. Особое внимание обратить на скрытые связи, которые заданы осями симметрии. Пересчитывают размеры при переводе из смешанных связей в другие.

9) Определяют возможные на данном моменте показатели технологичности конструкции для рассматриваемой детали.

10) Делают выводы и предложения. При расчёте показателей технологичности конструкции, исходные данные и результаты лучше представлять в виде таблиц. На данном этапе нужно рассчитать следующие показатели технологичности: коэффициент унификации, коэффициент использования материала, коэффициент точности и коэффициент шероховатости.

Контрольные вопросы:

1. Что называется технологичностью конструкции?
2. Какие виды технологичности Вы знаете? В чем они проявляются?
3. Какие факторы определяют требования к ТКИ ?
4. Как характеризует технологичность конструкции качественная оценка?
5. Какие показатели включает количественная оценка?
6. Что такое технологичность конструкции?
7. По каким критериям оценивается технологичность конструкции?
8. Чем обеспечивается технологичность?
9. Чему равен уровень технологичности по трудоемкости?
10. Какими показателями характеризуется эффективность использования материалов?
11. Чем определяется технический уровень сварочного производства
12. Как выбрать оптимальный вариант сварочного материала?
13. Каковы стадии проектирования сварных конструкций?

14. Как обеспечивается технологичность конструкции на каждой стадии проектирования?
15. Какую работу проводят на стадии технического проекта?
16. На каком этапе проектирования прорабатывают чертежи и технические условия на крупные заготовки,
17. По каким основным направлениям проводится повышение технологичности сварных конструкций?
18. Какое количество сборочных единиц и деталей должно содержать технологичное изделие на этапе окончательной сборки и сварки?
19. Какие сварные швы наиболее рациональны в условиях массового производства?
20. Является ли технологичным сварное изделие из чугуна и почему?
21. Влияет ли на технологичность сварной конструкции количество прижимов и фиксаторов в процессе его изготовления?
22. Какое пространственное положение сварного шва является самым технологичным?
23. На каких уровнях оценивают технологичность конструкции?
24. Почему качественная оценка предшествует количественной?
25. Какие основные требования предъявляются к технологичности конструкции?
26. В какой последовательности рекомендуется выполнять анализ технологичности конструкции?