



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
В Г. ВОЛГОДОНСКЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**(Институт технологий (филиал) ДГТУ в г. Волгодонске)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор  
И.В. Столяр  
«26» апреля 2021 г.

**Методические указания  
по дисциплине  
«Основы обеспечения технологичности конструкций»  
для обучающихся по направлению подготовки  
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
профиль Технология машиностроения**

**2020 года набора**

Волгодонск

2021

## **Лист согласования**

Методические указания по дисциплине «Основы обеспечения технологичности конструкций» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ТСиИТ» протокол № 10 от «26» апреля 2021 г.

## Содержание

Практическая работа № 1 Определение технологичности изделий, исходя из конструктивной сложности	4
Практическая работа № 2 Качественная и количественная оценка технологичности конструкции деталей	7
Практическая работа № 3 Качественная и количественная оценка производственной технологичности конструкции сборочных единиц	10
Практическая работа № 4 Качественная оценка технологичности конструкции горячештамповочных деталей, получаемых из пластмасс	15

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

### Определение технологичности изделий, исходя из конструктивной сложности

**Тема:** Определение технологичности изделий, исходя из конструктивной сложности

**Цель:** Ознакомление студентов с основами обработки деталей на технологичность.

#### **Теоретическая часть:**

Одной из наиболее важных и трудоемких функций технологической подготовки производства является обеспечение технологичности изделия. Практически без дополнительных материальных затрат в производстве на данном этапе решаются задачи снижения трудоемкости, повышения качества и экономичности новых изделий.

Согласно ГОСТ 14.205-83 под технологичностью следует понимать совокупность свойств конструкции изделия, определяющую ее способность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Различают производственную, эксплуатационную и ремонтную технологичность.

*Производственная ТКИ* заключается в сокращении средств и времени на конструкторскую подготовку производства, технологическую подготовку производства, процессы изготовления, в том числе контроля и испытаний, монтаж вне предприятия-изготовителя.

*Эксплуатационная ТКИ* заключается в сокращении средств и времени на подготовку к использованию по назначению, технологическое и техническое обслуживание, текущий ремонт, утилизацию.

*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.

*Классификация поверхностей деталей по функциональному назначению*

При анализе функций, выполняемых деталью, необходимо определить функции ее поверхностей. Среди поверхностей детали целесообразно выделить важнейшие:

- исполнительные поверхности,
- конструкторские базы (основные и вспомогательные),
- свободные поверхности.

Деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени правильным выбором варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применением оптимальных режимов обработки. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление.

#### *Отработка детали на технологичность*

Деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени правильным выбором варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применением оптимальных режимов обработки. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление.

Технологичность конструкций деталей в значительной мере определяется возможностью их механической обработки. Для этого необходимо выдерживать следующие условия:

- ступенчатые поверхности должны иметь минимальный перепад диаметров;
- целесообразны сквозные отверстия, а не глухие;
- расстояния между отверстиями лучше назначать с учетом возможности применения многошпиндельных сверлильных головок;
- размеры отверстий должны соответствовать нормальям на сверла, зенкеры и развертки;
- резьбы должны быть нормализованными;
- конфигурация плоской поверхности должна предусматривать возможность ее обработки на проход;
- глубина и ширина пазов выбираются в соответствии с нормальями на фрезы;
- размеры зубьев зубчатых колес должны соответствовать нормальям на модульные фрезы.

Естественно, эти условия соблюдаются, если они не снижают качество деталей.

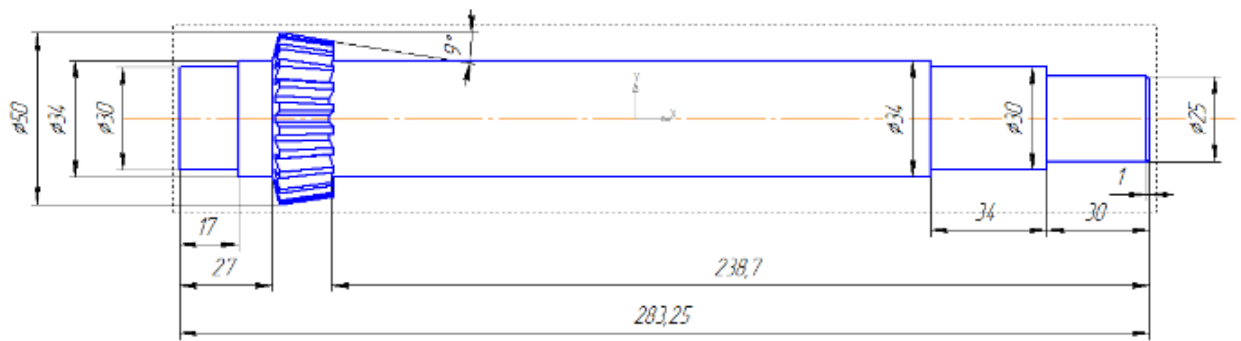


Рисунок 1- Деталь-вал

### Содержание и порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить теоретическую часть работы
2. Определить служебное назначение каждой поверхности детали

### Отчёт должен содержать

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Решение заданий с подробной описанием поверхностей детали
4. Ответы на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы

1. Что такое технологичность изделия?
2. Какие вы знаете показатели технологичности?
3. По каким критериям оценивается технологичность?
4. Как оценивается технологичность изделия?
5. Какие существуют уровни оценки технологичности?
6. Цель обеспечения технологичности изделия?
7. В чем разница между качественной и количественной оценками технологичности?
8. Что такое конструкторская и технологическая преемственность?
9. Как осуществляется экспертная оценка качества продукции?
10. Как влияет стандартизация и унификация на технологичность изделия?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### Качественная и количественная оценка технологичности конструкции деталей

**Тема:** Качественная оценка производственной технологичности конструкции СЕ

**Цель:** закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по проведению анализа технологичности конструкции.

**Теоретическая часть:** Технологичностью называется совокупность свойств изделия определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве, эксплуатации, ремонте и утилизации для заданных показателей качества, производительности, объема выпуска и условий выполнения работ.

В принципе технологичность определяет понятия: удобно или неудобно данную конструкцию производить, эксплуатировать, ремонтировать.

Технологичность сборки предполагает соответствующую эффективность сборочных работ.

ТКИ - понятие относительное. Прежде всего, технологичность есть функция масштабов и серийности выпуска изделия. Она различна для предприятий с различным парком оборудования и различным уровнем квалификации И ГР и производственных рабочих.

С другой стороны, это понятие комплексное. Нельзя упускать из вида ни одного этапа разработки, изготовления и эксплуатации изделия. Эффект технологичности должен быть суммарным по всем этапам.

Показатели технологичности подразделяются на основные и дополнительные.

Основными показателями технологичности являются трудоемкость изготовления (сборки) изделия и технологическая себестоимость сборки изделия, а также уровень ТКИ по себестоимости (по отношению к базовому). Однако эти показатели могут быть определены лишь тогда, когда начинается непосредственно производство изделия. На этапе подготовки производства возможно лишь прогнозирование этих показателей.

Дополнительные показатели ТКИ характеризуют отдельные свойства изделия и могут быть определены на ранних этапах его проектирования и изготовления (технический проект, рабочий проект). К ним относятся:

1) технико-экономические, например, относительная трудоемкость сборочных работ в общей трудоемкости изготовления изделия;

2) технические, например, уровень унификации конструкции, уровень сборности изделия, уровень стандартизации и т. п. В системе стандартов ЕСТПП этих показателей существуют около 50.

Например, показатель унификации конструкции изделия показывает степень оригинальности конструкции нового изделия:

$$K_y = \frac{E_3 + E_{\Pi} + E_{CT}}{E_3 + E_{\Pi} + E_{CT} + E_{OP}}$$

где  $E_3$ ,  $E_{\Pi}$ ,  $E_{CT}$ ,  $E_{OP}$  - количество сборочных единиц (деталей) соответственно заимствованных, покупных, стандартных и оригинальных.

Коэффициент сборности показывает возможность расчленения изделия на автономно собираемые единицы:

$$K_{CB} = \frac{E}{E + D}$$

где  $E$  - число с.е. в изделии,

$D$  - число деталей прямого вхождения.

Коэффициент унификации конструктивных элементов (например, крепежных резьб, шпоночных соединений):

$$K_{CB} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i^2}{N^2}$$

где  $n$  - количество элементов  $i$ -го вида (размера),

$N$  - суммарное число всех элементов разных размеров,

$k$  - число разновидностей этих элементов.

Все дополнительные показатели являются безразмерными.

Поскольку отдельные показатели технологичности могут вступать в противоречие между собой, необходима их обобщенная оценка. Это возможно либо путем приведения всех показателей к одному масштабу, например, от 0 до 1, либо путем использования их весовой оценки, назначаемой экспертами:

$$K_{TI} = \frac{K_1 \cdot B_1 + K_2 \cdot B_2 + \dots + K_k \cdot B_k}{B_1 + B_2 + \dots + B_k}$$

где  $B_1, B_2, \dots, B_k$  - весовые оценки отдельных показателей технологичности  $K$ .

Количественная оценка позволяет выявить долю каждого показателя в общей оценке технологичности. Но ей не хватает комплексности подхода.

Окончательно показатели технологичности определяют при изготовлении опытного образца установившейся серии изделий и, если необходимо, вносят соответствующие изменения в конструкцию.



Для оценки технологичности можно воспользоваться упрощенной методикой, при которой следует ответить на следующие вопросы:

- 1) Оценить размеры, массу СЕ и их соотношение с точки зрения применения грузоподъемных средств и жесткости собираемого изделия.
- 2) Определить имеется ли в СЕ достаточно удобная базовая деталь.

### **Содержание и порядок выполнения работы**

1. Внимательно изучить теоретическую часть работы
2. Определить служебное назначение каждой поверхности детали
3. Определить КТИ СЕ

### **Отчёт должен содержать**

1. Наименование темы работы
2. Цель работы
3. Решение заданий с подробной описанием поверхностей детали
4. Ответы на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое технологичность изделия?
2. Какие вы знаете показатели технологичности?
3. По каким критериям оценивается технологичность?
4. Как оценивается технологичность изделия?
5. Какие существуют уровни оценки технологичности?
6. Цель обеспечения технологичности изделия?
7. В чем разница между качественной и количественной оценками технологичности?
8. Что такое конструкторская и технологическая преемственность?
9. Как осуществляется экспертная оценка качества продукции?
10. Как влияет стандартизация и унификация на технологичность изделия?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### Качественная и количественная оценка производственной технологичности конструкции сборочных единиц

**Тема:** Оценка технологичности конструкций типовых деталей машиностроения

**Цель работы:**

- Провести анализ конструкции детали по чертежу.
- Дать качественную оценку технологичности конструкции детали.
- Освоить методику определения количественных показателей технологичности конструкции деталей машин.

**Теоретическая часть**

В соответствии с ГОСТ 14.205-83, *«технологичность конструкции – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ».*

Оценка технологичности конструкции осуществляется на уровне изделий, сборочных единиц и деталей. Цель обеспечения технологичности конструкции детали – повышение производительности труда и качества изделий при максимальном снижении затрат времени и средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Чтобы избежать незамеченных недостатков в конструкции, качественный анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности:

1. Установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки.
2. Определить целесообразность назначения протяженности и размеров обрабатываемых поверхностей, труднодоступные для обработки места.
3. Определить технологическую увязку размеров, оговоренных допусками, шероховатость поверхностей, необходимость дополнительных технологических операций для получения высокой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.
4. Определить возможность обработки детали в имеющихся производственных условиях.
5. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании.
6. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки.

С целью упрощения анализа технологичности возможны рекомендации для типовых классификационных групп деталей.

*Для корпусных деталей следует определить:*

1. Допускает ли конструкция обработку плоскостей на проход и что мешает такому виду обработки?
2. Можно ли обрабатывать отверстия одновременно на многошпиндельных станках с учетом расстояний между центрами отверстий.
3. Позволяет ли форма отверстий растачивать их на проход с одной стороны или с двух сторон?
4. Есть ли свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям?
5. Нужна ли обработка торцов ступице внутренних сторон?
6. Есть ли глухие отверстия?
7. Имеются ли обрабатываемые поверхности под углом?
8. Для всех ли отверстий плоскость входа и выхода перпендикулярна оси отверстия?
9. Имеются ли в конструкции детали достаточные по размерам базовые поверхности?
10. Нет ли в конструкции детали внутренние резьбы большого диаметра?
11. Насколько способ получения заготовки (отливки), правильно ли выбраны элементы конструкции, обуславливающие получение заготовки?

*Для валов следует определить:*

1. Можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?
2. Убывают ли к концам диаметральные размеры шеек вала?
3. Имеются ли буртики большого диаметра (по сравнению с остальными диаметрами)? Как это повлияет на коэффициент использования материала?
4. Имеются ли закрытые шпоночные пазы?
5. Каково соотношение длин ступеней вала, эффективна ли многорезцовая параллельная обработка их?
6. Допускает ли жесткость вала получение высокой точности (жесткость вала недостаточна, если для получения 8-9 качества соотношение его длины к диаметру  $l:d > 10-12$ ; при более низкой точности, это соотношение может быть равно 15; при многорезцовой обработке это соотношение – 10)?

*Для зубчатых колес следует определить:*

1. Возможность высокопроизводительного формообразования зубчатого венца с применением пластического деформирования в горячем и холодном состоянии.

2. Простоту формы центрального отверстия.
3. Простоту конфигурации наружного контура зубчатого венца (более технологичны плоские, без ступицы).
4. Одно или двухстороннее расположение ступицы (это определяет возможность нарезания зубьев одновременно у нескольких деталей).
5. Симметричность расположения перемычки между ступицей и венцом (нарушение этого требования вызывает значительные односторонние искажения при термической обработке).
6. Правильность форм и размеров канавок для выхода инструментов.
7. Возможность многолезвовой обработки в зависимости от соотношения диаметров венцов и расстояний между ними.

Технологичность конструкций изделия оценивают количественно с помощью системы показателей, которая включает:

Базовые (исходные) значения показателей технологичности, являющиеся предельными нормативами технологичности, обязательными для выполнения при разработке изделия;

Значения показателей технологичности, достигнутые при разработке изделия;

Показатели уровня технологичности конструкции разрабатываемого изделия.

*Для количественной оценки технологичности конструкции проводится расчет коэффициентов технологичности: Кт.о., Кш.о., Ку.к.э., которые сравниваются со средними нормативными значениями этих коэффициентов.*

В результате такого сравнения определяется, что в конструкции детали существенно будет влиять на трудоемкость изготовления (высокие требования по точности); потребует использования стандартного или специального инструмента.

Расчет коэффициентов технологичности

1. Коэффициент точности обработки

$$Кт.о. = 1 - 1/Аср.$$

где Аср –средний квалитет точности всех размеров детали

$$Аср. = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 10 \cdot n_{10}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{10}}$$

1,2,...19 – номера квалитетов точности, по которым выполнены размеры.

n1,n2 ...n19 – количество размеров 1-го, 2-го... 19-го квалитетов точности.

Нормативное значение Кср.т.о. = 0,8

Условие технологичности Кт.о.  $\geq 0,8$

2. Коэффициент шероховатости обработки

$$Кш.о = 1 / Бср.$$

где: Б<sub>ср.</sub> - средняя величина шероховатости

$$B_{ср} = \frac{25 \cdot n_1 + 12,5 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_{10}}{n_1 \cdot n_2 + \dots + n_{10}}$$

25; 12,5 ... 1,6; 0,8 (мкм) – величина шероховатости поверхности

n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, ... n<sub>10</sub> – количество поверхностей соответствующих классов шероховатости

Нормативное значение К<sub>ср.ш.о.</sub> = 0,32

Условие технологичности К<sub>ш.о.</sub> ≤ 0,32

1. Коэффициент унификации конструктивных элементов

$$K_{у.к.э.} = Q_{у.э.} / Q$$

где: Q<sub>у.э.</sub> – количество унифицированных конструктивных элементов (к ним относятся элементы выполненные по ГОСТ; повторяющиеся элементы)

Q – общее количество конструктивных элементов

Нормативное значение К<sub>ср.у.к.э.</sub> = 0,6

Условие технологичности: K<sub>у.к.э.</sub> ≥ 0,6

### **Содержание и порядок выполнения работы:**

1. Провести качественный анализ конструкции детали по чертежу на технологичность.

2. Рассчитать показатели технологичности детали.

3. Сравнить расчетные величины со средними нормативными значениями коэффициентов технологичности.

4. Сделать вывод о технологичной целесообразности конструкции детали.

### **Отчёт должен содержать**

1 Наименование темы работы

2 Цель работы

3 Решение заданий с подробным описанием

4 Ответы на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

1. Какие конструктивные элементы детали называют унифицированными.

2. Какие заготовки относятся к стандартным.

3. Определение технологичности детали.

1) конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;

2) детали должны изготавливаться из стандартных или унифицированных заготовок;

3) размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные экономически и конструктивно обоснованные точность, шероховатость, обеспечивающие точность установки, обработки и контроля;

4) заготовки должны быть получены рациональным способом с учетом определенного ранее типа производства;

5) форма и габариты детали, основные и вспомогательные базы и их сочетания, схемы простановки размеров, конструктивные элементы, материалы, покрытия, требования и упрочнению должны максимально соответствовать принятым методам и средствам обработки;

6) конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых технологических процессов ее изготовления.

Таблица - Пример оформления таблицы для расчета коэффициента точности

Квалитет точности, $T_i$	Количество поверхностей, $n_i$	$T_i \cdot n_i$
14	8	112
9	5	45
7	4	28
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>17</b>	<b>185</b>

Таблица - Пример оформления таблицы для расчета коэффициента шероховатости

Параметр шероховатости $R_{ai}$ , мкм	Количество поверхностей, $n_i$	$R_{ai} \cdot n_i$
25	-	-
12,5	10	125
0,8	3	2,4

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Качественная оценка технологичности конструкции горячештамповочных деталей, получаемых из пластмасс

**Цель:** закрепление теоретических знаний лекционного курса; приобретение навыков и умений по проведению анализа технологичности конструкции.

### **Теоретическая часть:**

Конфигурация изделия должна быть таковой, чтобы оно было простым в изготовлении, удобным в эксплуатации, чтобы оно легко оформлялось и извлекалось из формы (например, вместо 1 сложного изделия целесообразно изготовить несколько простых). Чем проще изделие, тем дешевле форма, выше производительность труда, выше точность и качество изделия, и ниже себестоимость проекта. С другой стороны (например, введение рёбер жёсткости) может привести к усложнению конструкции, однако это улучшит характеристики изделия (увеличение прочности при минимальной массе и избежание коробления для больших поверхностных изделий).

*Общая технологичность* изделия направлена:

- рациональные условия заполнения расплавом формующей полости;
- повышение прочности;
- уменьшение поверхностных напряжений в изделии;
- повышение степени точности размеров и отклонений;
- устранение необходимости механической обработки изделия.

Общая конфигурация изделия – не должна препятствовать течению расплава при заполнении формующей полости, поэтому нужно стремиться к наибольшему упрощению конструкции наружных и внутренних поверхностей формы.

Основными параметрами материала, влияющими на выбор формы изделия, являются текучесть, или вязкость пластмассы. Поэтому конфигурация изделия должна обеспечить наиболее короткий путь потоку полимера. Условия течения пластмассы влияют на характер и величину внутренних напряжений, усадку и ориентацию материала.

Форма изделия должна обеспечивать возможность применения неразъёмных элементов, т.к. они резко повышают стоимость формующей оснастки и увеличивают трудоёмкость её изготовления.

Также форма изделия будет напрямую влиять на количество плоскостей разъёма в форме, а, следовательно, на простоту извлечения изделия.

Далее рассмотрим основные конструктивные элементы, которые имеются у всех изделий – стенка, дно, рёбра жёсткости, отверстия и углубления, радиусы округления, резьбовые отверстия и армированные элементы.

Литье изделия с тонкими стенками — более экономичное производство за счет использования меньшего количества сырья и сокращения длительности цикла. Стоимость материала и затрат, связанных со временем охлаждения, часто дает более 70% вклада в стоимость изделия. На рис. 9.19 можно видеть, что время охлаждения возрастает экспоненциально с увеличением толщины стенок. Удвоение толщины стенок для изделия из АБС с 1,0 до 2,0 мм будет приводить к увеличению времени охлаждения приблизительно в 2,6 раза. Удвоение толщины стенок — с 2,0 до 4,0 мм — будет приводить к увеличению времени охлаждения приблизительно в 3,8 раза.

Толщина стенок изделия в общем случае определяется величиной и типом прилагаемой нагрузки, которую изделие должно выдерживать в условиях эксплуатации. К другим факторам, которые также зависят от назначения изделия, относятся электрическая, звуковая и термическая изоляция, а также способность сдерживать проникновение газа. Вне зависимости от конкретных требований целью конструктора должна быть минимизация толщины стенок при удовлетворении функциональных требований к изделию. Конструктор должен учитывать соотношение между толщиной стенок и давлением, которое необходимо для отливки изделия с такой толщиной. Уменьшение толщины стенок будет приводить к экспоненциальному увеличению давления заполнения (в некоторых случаях в 3 раза).

Толщина стенок и дна оказывает существенное влияние на возникновение внутренних напряжений в пластиковом изделии, на время выдержки под давлением и на точность изготовления изделия. Разнотолщинность изделий вызывает неравномерную усадку, которая ведёт к образованию коробления и трещин в изделии. Большая усадка объясняется неравномерностью протекания процесса застывания изделия в форме. Поэтому основным условием технологичности изделия является его *равнотолщинность*.

Рекомендации по разнотолщинности следующие:

- 1:2 для изделий из термопластов
- 1:3 для изделий из реактопластов.

Толщину стенок назначают в зависимости от габаритов изделия, от необходимой прочности и текучести выбранного материала. Существуют следующие эмпирические формулы для определения толщины стенки термопластов и реактопластов:

$$S_{min} \approx 0,8 \cdot \left( \sqrt[3]{h - 2,1} \right) - \text{для термопластов}$$

$$S_{min} \approx \frac{2h}{(L_{тек} - 20)} - \text{для реактопластов}$$

где:  $S_{min}$  — наименьшая допускаемая толщина стенки, мм;  
 $h$  — предполагаемая высота стенки, мм;



$L_{\text{тек}}$  – текучесть материала по Рашигу, мм.

Наиболее часто равномерность нарушается в местах переходов от стенки ко дну изделия, при пересечении стенок друг с другом, при пересечении стенок с ребрами жёсткости, или при пересечении рёбер жёсткости между собой. Это объясняется увеличением массы материала в узлах, из-за чего увеличивается вероятность появления дефектов. Необходимо устранять подобные узлы, выполняя, например, скругление углов стенок и дна (рисунок 1), в местах пересечения рёбер жёсткости делают кольцевую перемычку и т.д.

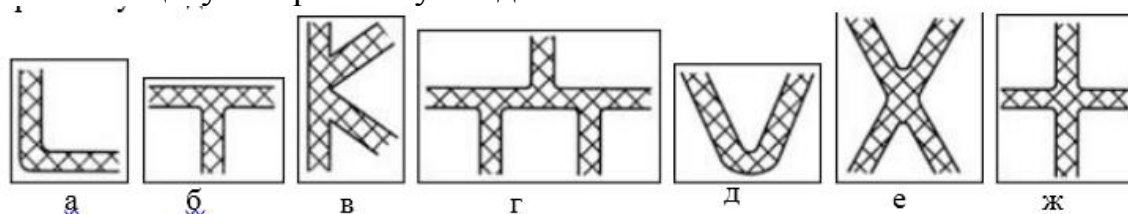


Рисунок 1 – Типовые сопряжения стенок и дна  
а – L-образное (угловое), б – T-образное (тавровое), в – K-образное, г – шахматное,  
д – V-образное, е – X-образное, ж – крестообразное.

Слишком тонкие стенки вызывают значительные трудности при изготовлении изделий. Необходимо предусматривать опасности незаполнения расплавом узких щелей в полости литейной формы.

Профиль стенки может влиять на прочность изделия и потенциальную возможность коробления. Выпуклый профиль имеет более стабильную структуру, чем плоское изделие.

Профиль стенки будет также влиять на время охлаждения. Для сопротивления короблению изделие должно задерживаться в литейной форме дольше, чтобы охладиться сильнее и стать более жестким. Чем холоднее, тем прочнее изделие и тем сильнее оно будет сопротивляться короблению, которое возникает из-за остаточных напряжений.

Такие детали изделия, как фланцы, размещенные по его периметру, могут приводить к увеличению жесткости без увеличения толщины стенки. Они должны быть перпендикулярны стенке, на которой размещены, и иметь такую же или несколько меньшую толщину. Фланец с толстыми стенками, размещенный по периметру изделия, будет приводить к деформации изделия, придавая ему выгнутую, куполообразную форму.

**Торцы изделий.** Они не должны быть чрезмерно утолщенными, чтобы облегчить формование и извлечение изделия. Особенно важным является оформление тех торцов изделия, по которым происходит выталкивание его из формы, т.к. при выталкивании может происходить изгиб или поломка дна изделий (в особенности тонкостенных). Поэтому в точках выталкивания следует упрочнять изделия. Торцы конструируют в виде буртиков разнообразной конструкции, выполненных, как правило, по периметру

изделия и предохраняющих края его от поломок. При этом толщина торцев должна быть в пределах допустимой разнотолщинности, типичные примеры облегчения конструкции буртиков показана на рисунке 2.

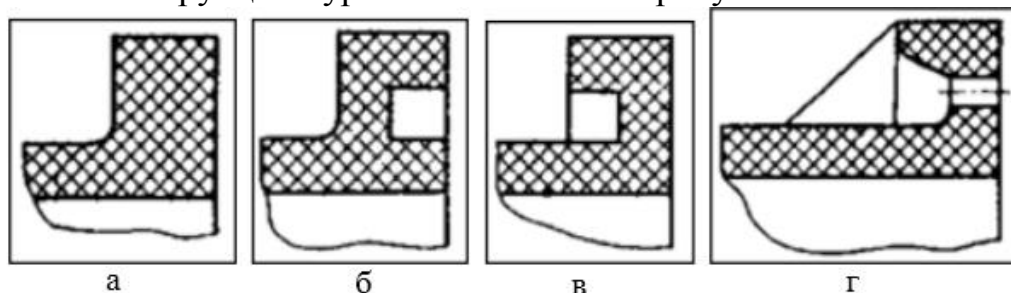


Рисунок 2-Варианты усовершенствования торцев изделия

Отклонения от правильной геометрической формы плоских поверхностей находится в прямой зависимости от величины стрелы прогиба изделия. Значение максимально величины стрелы прогиба определяется по следующей эмпирической формуле:

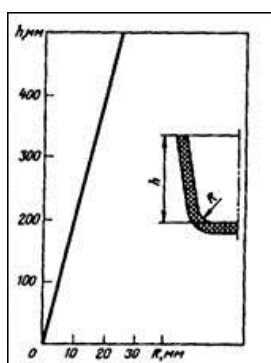
$$f_{max} = k \cdot L_{max} + 0,1$$

где:  $L_{max}$  – наибольший диаметр, измеренный по данной плоскости (либо длина плоской стороны), мм;

$k$  – коэффициент, равный 0,016 – для термопластов и 0,01 для реактопластов.

Конструкция, когда толщина стенок по периметру изделия толще, чем внутри него, называется «кадровой рамкой» (рис). Расположение впускных литников по периметру с толстыми стенками будет приводить к эффекту образования «пояска», поскольку расплав переходит от быстрой скорости перемещения в местах с толстыми стенками к медленной в центральной области с тонкими стенками в процессе заполнения литьевой формы. Это может привести к вовлечению воздуха или видимым линиям спая в зонах с тонкими стенками. Расположение впускного литника в центральной зоне будет приводить к образованию пустот и утяжин по периметру. При любом расположении впускных литников зона периметра с толстыми стенками будет более подвержена усадке, чем центральная зона, где существует опасность коробления.

**Радиусы закруглений.** Радиусы закруглений, установленные на наружных и внутренних пластмасс, позволяют упростить её форму, упростить её износ, упростить формования и улучшить плавных переходов между лишние напряжения, и повышается точность



Выбор величины радиусов закругления зависит от глубины детали, толщины стенки и марки материала (рисунок3)

Особенно важны радиусы закругления на поверхности изделий из термопластов, поскольку при их изготовлении напор расплава достаточно велик и между поверхностями необходимы плавные переходы, для качественного и быстрого заполнения формы.

**Рёбра жёсткости.** Рёбра жёсткости применяются для повышения жёсткости изделия, для усиления особо нагруженных и выступающих частей детали, для увеличения прочности изделия и для более равномерного распределения внутренних напряжений по объёму отливки (рисунок 4). В первую очередь они необходимы изделиям, подвергающимся изгибающим нагрузкам. На плоских поверхностях изделий они способствуют обеспечению требуемой прочности, предохраняют от коробления. Наиболее предпочтительным вариантом является проектирование тонкостенных изделий, но с рёбрами жёсткости, что способствует экономии материала и увеличивает поверхностную прочность отливки.

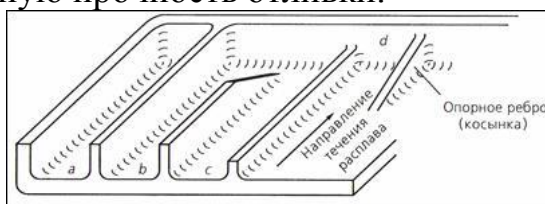


Рисунок 4– Типичные конструкции рёбер жёсткости, имеющих форму пластин

Рёбра жёсткости бывают усиливающие, разводящие, конструктивные, технологические, а также обеспечивающие равностенность отливки.

Усиливающие рёбра жёсткости используют на поверхностях, не являющиеся лицевыми. Их проектируют в направлении максимального изгиба и повышенных напряжений. Они могут использоваться по всей длине изделия, или в определённых местах, где требуется повысить жёсткость

### **Отчёт должен содержать**

- 1 Наименование темы работы
- 2 Цель работы
- 3 Провести оценку технологичности конструкции деталей из пластмасс, выполнить необходимые расчеты
- 4 Ответы на контрольные вопросы

### **Контрольные вопросы**

1. Какие конструктивные элементы детали называют унифицированными.
2. Как определяется толщина стенок пластмассовых деталей
3. Рёбра жёсткости в пластмассовых соединениях, назначение и конфигурация.
4. Формулы для определения толщины стенки изделий из пластмассы
5. Перечислите типовые сопряжения стенок изделий из пластмассы

# Задания по вариантам

