

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 24.12.2021 15:32:09
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра «Машиностроительных технологий и оборудования»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

« 4 » 02



АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДЕТАЛИ

Методические указания к выполнению практической работы
по дисциплине «Основы технологии машиностроения»
для студентов направления
15.03.05. Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств,
15.03.01 Машиностроение
(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.(923)

Составитель О.С. Зубкова

Рецензент

Канд. техн. наук, доцент кафедры
«Машиностроительные технологии и оборудование»

А.А. Горохов

Анализ технологичности детали: методические указания по выполнению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.С. Зубкова. Курск, 2018. 23 с., ил. 1, табл. 7, Библиогр.: с. 23.

Содержат сведения об особенностях качественной и количественной оценки технологичности деталей в условиях машиностроительных производств.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлению подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.01 Машиностроение.

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,34 . Уч. - изд. л. 1,21. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель занятия

Познакомиться с особенностями анализа технологичности деталей в зависимости от ее обработки в различных типах производства

Работа предусматривает решение следующих задач:

- Ознакомиться с порядком проведения и методикой качественной оценки технологичности детали;
- Ознакомиться с порядком проведения и методикой количественной оценки технологичности детали.

2. Теоретическая часть

Технологичность конструкции изделия - совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Обеспечение технологичности конструкции изделия - функция подготовки производства, включающая комплекс взаимосвязанных мероприятий по управлению технологичностью и совершенствованию условий выполнения работ при производстве, техническом обслуживании и ремонте изделий.

Отработка конструкции изделия на технологичность - часть работ по обеспечению технологичности, направленная на достижение заданного уровня технологичности и выполняемая на всех этапах разработки изделия.

Комплексный показатель технологичности конструкции изделия - показатель технологичности, характеризующий несколько входящих в нее частных или комплексных свойств.

Уровень технологичности конструкции изделия - показатель технологичности, выражаемый отношением значения показателя технологичности данного изделия к назначению соответствующего базового показателя технологичности

Различают качественную и количественную оценку технологичности изделия. Основные методики проведения оценки на технологичность изложены в источниках [1] – [4].

2.1. Качественная оценка технологичности

Качественная оценка технологичности характеризуется следующими показателями: «хорошо – плохо», «допустимо-недопустимо». Следует учитывать, что технологичность изделий зависит от типа производства. Характер закономерностей взаимосвязей меняется от количества выпускаемой продукции в определенном промежутке времени, обусловленном числом заготовок в партии. Поэтому детали, являющиеся технологичными, например в мелкосерийном и единичном производстве, могут быть нетехнологичными в массовом, и наоборот.

Анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности:

1. На основании изучения условий работы узла изделия, а также учитывая заданную годовую программу, проанализировать возможность упрощения конструкции детали, замены сварной, армированной или сборной конструкцией, а также возможность и целесообразность замены материала.

2. Установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки.

3. Проанализировать конструктивные элементы детали в технологическом отношении, используя при этом рекомендации по технологичности конструкций, приведенные в справочной литературе. Выявить труднодоступные для обработки места.

4. Определить возможность совмещения технологических и измерительных баз при выдерживании размеров, оговоренных допусками, необходимость дополнительных технологических операций для получения заданной точности и шероховатости обработанных поверхностей.

5. Увязать указанные на чертежах допускаемые отклонения размеров, шероховатости и пространственные отклонения геометрической формы и взаимного расположения поверхностей с геометрическими погрешностями станков.

6. Определить возможность непосредственного измерения заданных на чертеже размеров.

7. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании, возможность введения искусственных баз.

8. Определить необходимость дополнительных технологических операций, вызванных специфическими требованиями (например, допустимыми отклонениями в массе детали), и возможность изменения этих требований.

9. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки, учитывая экономические факторы.

10. Предусмотреть в конструкциях деталей, подвергающихся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление деталей в процессе нагрева и охлаждения, и определить, правильно ли выбраны материалы с учетом термической обработки.

С целью упрощения анализа технологичности можно дать частные рекомендации для некоторых классификационных групп деталей.

Для корпусных деталей определяют: а) допускает ли конструкция обработку плоскостей напроход и что мешает такому виду обработки? б) можно ли обрабатывать отверстия одновременно на многошпиндельных станках с учетом расстояний между осями этих отверстий? в) позволяет ли форма отверстий растачивать их напроход с одной или двух сторон? г) есть ли свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям? д) нужна ли подрезка торцов ступиц с внутренних сторон отливки и можно ли ее устранить? е) есть ли глухие отверстия и можно ли заменить их сквозными? ж) имеются ли обрабатываемые плоскости, расположенные под тупыми и острыми углами, и можно ли заменить их плоскостями, расположенными параллельно или перпендикулярно друг к другу? з) имеются ли отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода, и возможно ли изменение этих элементов? и) достаточна ли жесткость детали, не ограничит ли она режимы резания? к) имеются ли в конструкции детали достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности, если нет, то каким образом следует выбрать вспомогательные базы? л) нет ли в конструкции внутренней резьбы большого диаметра и возможно ли заменить ее другими конструктивными элементами? м) насколько прост способ получения заготовки (отливки), правильно ли выбраны элементы конструкции, обуславливающие получение заготовки?

Для валов указывают: а) можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами? б) убывают ли к концам диаметральные разме-

ры шеек вала? в) можно ли уменьшить диаметры больших фланцев или буртов или исключить их вообще, и как это повлияет на коэффициент использования металла? г) можно ли заменить закрытые шпоночные канавки открытыми, которые обрабатываются гораздо производительнее дисковыми фрезами? д) имеют ли поперечные канавки форму и размеры, пригодные для обработки на гидрокопировальных станках? е) допускает ли жесткость вала получение высокой точности обработки (жесткость вала считается недостаточной, если для получения точности 6...9-го квалитетов соотношение его длины L к диаметру d свыше 10,..12 для валов, изготавливаемых по более низким квалитетам, это отношение может быть равно 15; при многорезцовой обработке это отношение следует уменьшить до 10)?

Следует помнить, что технология обработки гладких валов в значительной мере отличается от технологии изготовления ступенчатых валов простотой и экономичностью, поэтому необходимо проанализировать возможность замены ступенчатого вала гладким.

Зубчатые колеса – массовые детали машиностроения, поэтому вопросы технологичности приобретают для них особенно важное значение. При анализе технологичности конструкции зубчатых колес следует определить возможность высокопроизводительных методов формообразования зубчатого венца с применением пластического деформирования в горячем и холодном состоянии. Конструкция зубчатого колеса должна характеризоваться следующими признаками: а) простой формой центрального отверстия, так как сложные отверстия значительно усложняют обработку; б) простой конфигурацией наружного контура зубчатого колеса (так как наиболее технологичными являются зубчатые колеса плоской формы без выступающих ступиц); в) расположенными с одной стороны ступицами, так как в противном случае обработка по одной детали на зубофрезерных станках вызывает увеличение количества этих станков на 25...30 %; г) симметричным расположением перемычки между ступицей и венцом для зубчатых колес, подлежащих термической обработке как по отношению к венцу, так и по отношению к ступице. Нарушение этого условия приводит к значительным односторонним искажениям при термической обработке; д) правильной формой и размерами канавок для выхода инструментов; е) возможностью многорезцовой обработки в зависимости от соотношения диаметров венцов и расстояний между ними.

Подобным образом проводится анализ технологичности и для других деталей, имеющих аналогичные элементы конструкции.

2.2. Количественная оценка технологичности

Показатель технологичности изделия в целом определяется по формуле:

$$K_T = \frac{K_{CE} + K_D}{2}, \quad (2.1)$$

где K_{CE} - обобщенный показатель технологичности сборочных единиц изделия;

K_D - показатель технологичности деталей не вошедших в сборочные единицы.

Обобщенный показатель технологичности сборочных единиц изделия:

$$K_{CE} = \frac{\sum(K_{CEi} \cdot P_i) + K_{CO} \cdot P}{\sum P_i + P}, \quad (2.2)$$

где K_{CEi} - показатель технологичности i -ой сборочной единицы;

P_i - общее число составных частей, т. е. деталей i -ой сборочной единицы;

K_{CO} - показатель технологичности сборочных операций;

P - количество составных частей изделия при его общей сборке.

$$K_D = \frac{\sum(K_{\partial j} \cdot N_j)}{\sum N_j}, \quad (2.3)$$

где $K_{\partial j}$ - комплексный показатель технологичности j -ой детали;

N_j - количество выдерживаемых размеров для изготовления j -ой детали.

Комплексные показатели технологичности рассчитываются по следующим зависимостям:

$$K_{\partial j} = t_{3j}^H \cdot K_{\partial 3j} + t_{MOj}^H \cdot K_{\partial MOj} + t_{TOj}^H \cdot K_{\partial TOj} + t_{\Pi j}^H \cdot K_{\partial \Pi j} \quad (2.4)$$

где $t_{3j}^H, t_{MOj}^H, t_{TOj}^H, t_{Пj}^H$ – нормативные значения относительных трудоемкостей для заготовительных операций, механической обработки, термической обработки и нанесения защитных покрытий соответственно;

$K_{\partial 3j}, K_{\partial MOj}, K_{\partial TOj}, K_{\partial Пj}$ – показатель технологичности для заготовительных операций, механической обработки, термической обработки и нанесения защитных покрытий соответственно.

Показатель технологичности по видам обработке рассчитывается по формуле:

$$K_{\partial k j} = 1 - \Sigma A_{k j} \quad (2.5)$$

где $A_{k j}$ – поправки, связанные с конкретными особенностями производства и параметрами детали. Нормативные значения относительной трудоемкости представлены в табл. 1, а значения поправок в табл. 2 – 7.

3. Пример расчета

Рассчитать количественный показатель технологичности для Детали I «Зажим».

Материал – сталь 15Л. Этапы технологического процесса: литье в песчаные формы, механообработка, термообработка, нанесение лакокрасочного покрытия. Эскиз для расчёта приведён на рис. 1.

Показатель технологичности заготовки-отливки $K_{\partial 3 I}$ определим по таблице 6 (см. приложение). Контур отливки показан на рис. 1 добавлением к контуру детали припуска (материала, удаляемого при механообработке). Формула для расчёта:

$$K_{\partial 3 I} = 1 - (A_{31} + A_{32} + A_{33} + A_{34} + A_{35} + A_{36}) \quad (3.1)$$

Выберем по таблице 2 уточнения A_{z_i} для формулы (3.1).

1. Расположение плоскости разъёма указано на рис. 1. Количество плоскостей разъёма формы – одна. Поэтому $A_{z_1} = 0$.

2. Количество отверстий, рёбер, бобышек, углублений и т.д.: имеется утолщение 1 (см. рис. 1), отверстие 2 и переход диаметра 3. Всего 3 элемента. Поэтому $A_{z_2} = 0$.

3. Наибольшее отношение диаметров окружностей, вписанных в сечения сопрягаемых элементов деталей: диаметры окружностей, вписанные в соответствующие сечения, показаны на *рис. 4* и обозначены через D_1, D_2, D_3 . Отношения: $\frac{D_1}{D_2} = \frac{49}{12,23} = 4$, $\frac{D_3}{D_2} = \frac{18}{12,23} = 1,47$. Наи-

большее отношение $\frac{D_1}{D_2} = 4,0$, т.е. свыше 3,0. Поэтому $A_{z_3} = 0,15$.

4. Отношение числа механически обрабатываемых поверхностей к общему количеству поверхностей детали равно единице, поскольку все 22 поверхности детали механически обрабатываются. Нумерация поверхностей детали показана на *рис. 1*. Значение этого частного показателя технологичности оказывается свыше 0,3. Поэтому уточнение $A_{z_4} = 0,15$.

5. Перпендикулярность отверстия отливки плоскости разъёма формы не обеспечена. Поэтому $A_{z_5} = 0,20$.

6. Соответствие правилам конструирования литых деталей частичное, поскольку имеется толстая стенка. Поэтому $A_{з5} = 0,05$.

Подставляя значения уточнений $A_{зj}$ в формулу (6), имеем показатель технологичности отливки:

$$K_{\partial з I} = 1 - (0 + 0 + 0,15 + 0,15 + 0,2 + 0,05) = 0,45$$

Показатель технологичности для механообработки $K_{\partial MO j}$ определим по таблице 4 (см. приложение). Формула для расчёта:

$$K_{\partial MO I} = 1 - (A_{MO1} + A_{MO2} + A_{MO3} + A_{MO4} + A_{MO5}) \quad (3.2)$$

Выберем по таблице 4 уточнения A_{MOj} для формулы (3.2).

1. Количество механически обрабатываемых поверхностей – 22 (см. рис.1), т.е. свыше 20. Поэтому $A_{MO1} = 0,05$.
2. Общее количество элементов конструкции детали с повышенными требованиями к ним: имеются две цилиндрические посадочные поверхности А и Б (см. рис.4), а также плоскость В, по которой рассматриваемая деталь «Зажим» контактирует с деталью «Плита» (поз.3 на рис.1). Т.е. количество таких элементов равно 3. Поэтому $A_{MO2} = 0,05$.
3. Количество применяемых видов механической обработки: поверхности 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 получают точением; кроме того поверхности 7, 9 и 14 подвергают шлифованию; поверхности 16 и 17 получают растачиванием; поверхность 18 – зенкерованием; отверстия 10 и 15 получают сверлением, кроме того для отверстия 15 применяют резьбонарезание; поверхности 13 и 19 получают зенкованием (цекованием); поверхности 1, 2, 3, 4, 14 получают фрезерованием. Укрупнённо для поверхностей 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17 необходимы токарные станки (т.е. токарная обработка), для поверхностей 18, 15, 13, 19 необходимы сверлильные станки (т.е. обработка на сверлильных станках). Вместе с обработкой на шлифовальных станках и на фрезерных станках, а также слесарной обработкой (резьбонарезанием) имеем 5 видов механической обработки, т.е. свыше 2-х. Поэтому $A_{MO3} = 0,05$.
4. Отношение массы детали к массе заготовки определяется ориентировочным расчётом соотношения объёмов. Принимаем припуск ориентировочно 3мм. Объём заготовки складывается из объёма призмы с отверстием V_1 и объёма полого цилиндра V_2 .

$$V_1 = (44 + 3 \cdot 2) \cdot (95 + 3 \cdot 2) - \pi \cdot 34 \cdot (44 + 3 \cdot 2) = 328327 \text{ (мм}^3\text{)}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot (46 + 3 \cdot 2 - 22)^2 \cdot (80 + 3 + 6)}{4} = 62878,5 \text{ (мм}^3\text{)}$$

При механообработке удаляется следующий объём материала:

- припуск на фланце объёмом

$$V_3 = (3 + 17) \cdot 68 \cdot (33 + 3) = 48960 \text{ (мм}^3\text{)}$$

- два отверстия с зенковками объёмом

$$V_4 = \frac{2 \cdot (\pi \cdot 16^2 \cdot 9)}{4} + \frac{2 \cdot (\pi \cdot 25^2 \cdot 18)}{4} = 21279,78 \text{ (мм}^3\text{)}$$

- кольцо объёмом

$$V_2 = \frac{\pi \cdot (46 + 3 \cdot 2 - 30)^2 \cdot 27}{4} = 10258,38 \text{ (мм}^3\text{)}$$

• кроме того удаление припуска приводит к дополнительному уменьшению его объёма на величину

$$V_4 = \frac{\pi \cdot 107 \cdot (25^2 - 22^2)}{4} + \frac{\pi \cdot 53 \cdot (37^2 - 34^2)}{4} = 500 \text{ (мм}^3\text{)}$$

Поэтому искомое отношение составляет

$$\eta = \frac{\{V_1 + V_2 - (V_3 + V_4 + V_5 + V_6)\}}{V_1 + V_2} = 0,61.$$

Полученное значение меньше, чем 0,65. Поэтому $A_{MO4} = 0,4$.

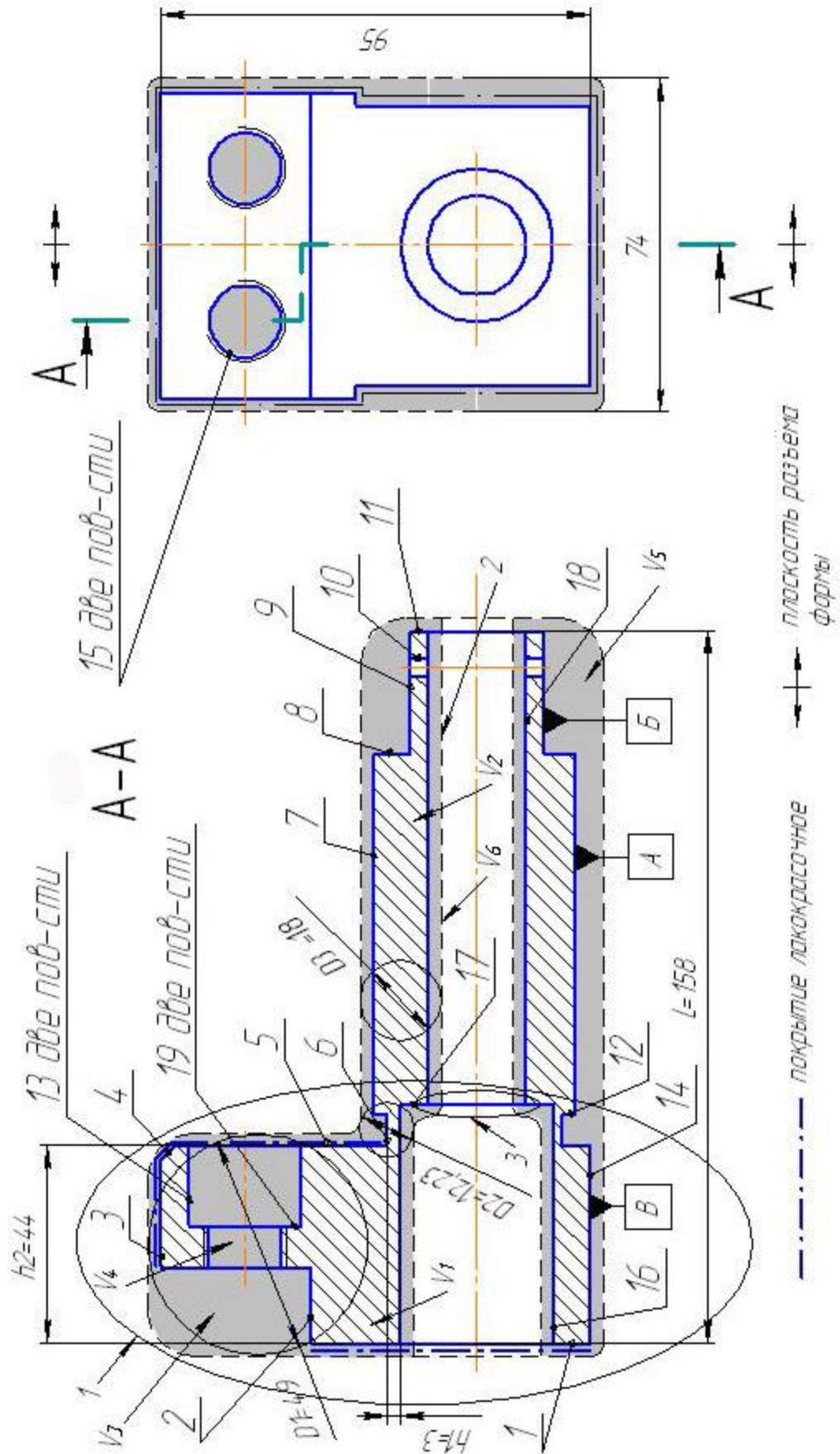


Рис.1. Эскиз детали «Зажим»

5. Обрабатываемость материала, определяемая его видом: материал детали – сталь 15Л, является малоуглеродистой сталью. Поэтому $A_{MO5} = 0$.

Подставляя значения уточнений A_{MOj} в формулу (8), имеем показатель технологичности для механообработки:

$$K_{\partial MOI} = 1 - (0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,4 + 0) = 0,45$$

Показатель технологичности для термообработки $K_{\partial TOI}$ определим по таблице 12 (см. приложение). Формула для расчёта:

$$K_{\partial TOI} = 1 - (A_{TO1} + A_{TO2} + A_{TO3}) \quad (3.3)$$

Выберем по таблице 5 уточнения A_{TOj} для формулы (3.3).

1. Наименьшее соотношение толщин сечений сопрягаемых элементов: конструкция детали предусматривает резкий переход толщины сечений от фланца к цилиндрической поверхности. На рис. 1 толщины этих сечений обозначены через h_1 и h_2 . Соотношение толщин составляет

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_2} = \frac{3}{44} = 0,068.$$

Выберем общую закалку. Численное значение показателя технологичности $\eta_1 = 0,068$ оказывается менее 0,1. Поэтому в соответствии с таблицей 5 $A_{TO1} = 0,4$.

2. Отношение длины детали к минимальному размеру сечения: длина детали составляет $L = 158$ мм; минимальный размер сечения составляет $h_1 = 3$ мм. Искомое отношение составляет

$$\eta_2 = \frac{L}{h_1} = 52,67.$$

Численное значение показателя технологичности составляет $\eta_2 = 52,67$ оказывается более 10. Поэтому в соответствии с таблицей 5 $A_{TO2} = 0,25$.

3. Сложность термической обработки материала, определяемая его видом: материал детали – сталь 15Л, относится к конструкционным сталям. Поэтому $A_{ТО3} = 0$.

Подставляя значения уточнений $A_{ТОj}$ в формулу (3.3), имеем показатель технологичности для термообработки:

$$K_{\partial TOI} = 1 - (0,4 + 0,25 + 0) = 0,35$$

Показатель технологичности для нанесения лакокрасочных покрытий $K_{\partial ПI}$ определим по таблице 7 (см. приложение). Формула для расчёта:

$$K_{\partial ПI} = 1 - (A_{П1} + A_{П2} + A_{П3}) \quad (3.4)$$

Выберем по таблице 7 уточнения $A_{Пj}$ для формулы (3.4). Поверхности детали, на которые наносят покрытие обозначены на рис. 1.

1. Степень сложности конфигурации детали и покрываемых поверхностей можно оценить как «простая конфигурация». Поэтому $A_{П1} = 0$.

2. Соответствие шероховатости покрываемых поверхностей требованиям ГОСТ 9.032-74: может быть обеспечено. Поэтому $A_{П2} = 0$.

3. Необходимость защиты резьбовых и других поверхностей от покрытия: есть. Поэтому $A_{П3} = 0,2$.

Подставляя значения уточнений $A_{Пj}$ в формулу (3.4), имеем показатель технологичности для нанесения лакокрасочных покрытий:

$$K_{\partial ПI} = 1 - (0 + 0 + 0,2) = 0,8$$

Рассчитаем комплексный показатель технологичности детали с учетом полученных данных и нормативных значений относительных трудоемкостей, указанных в табл.1, по формуле 2.4:

$$K_{\partial j} = 0,3 \cdot 0,45 + 0,65 \cdot 0,45 + 0,03 \cdot 0,35 + 0,02 \cdot 0,08 = 0,46$$

Таблица 1 - Нормативные значения относительных трудоемкостей t^H по видам производства.

№ п/п	Виды производства	Применяемые материалы или методы	$t_{заг}^H$	$t_{М.О.}^H$	$t_{Т.О.}^H$	$t_{П}^H$
1	Изготовление деталей из пластмасс	Термопласты	0,90	0,10	0,00	0,00
		Реактопласты	0,70	0,30	0,00	0,00
2	Литье металлов	По выплавляемым моделям	0,65	0,30	0,03	0,02
		Под давлением	0,60	0,35	0,03	0,02
		В кокиль	0,55	0,40	0,03	0,02
		В песчаные формы	0,30	0,65	0,03	0,02
3	Обработка давлением	Листовая штамповка	0,65	0,30	0,03	0,02
		Объемная холодная штамповка	0,60	0,35	0,03	0,02
		Горячая штамповка	0,45	0,50	0,03	0,02
		Свободная ковка	0,20	0,75	0,03	0,02
4	Механообработка из прутков, листов и т.д.	Металлов	0,00	0,95	0,03	0,02
		Пластмасс	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Порошковая металлургия	Металлов :	0,90	0,05	0,03	0,02
		Керамики	0,85	0,10	0,00	0,05

Таблица 2 - Значения уточнений A_{3j} при получении металлических заготовок литьем.

№ п/п	Наименование частного показателя технологичности	Разновидность литья	Значение частного показателя технологичности	A_{3j}
1	Количество плоскостей разъема пресс-формы	Все разновидности	Одна	0,00
			Более одной	0,10
2	Количество ребер, бобышек, углублений и т.д., шт.	В песчаные формы	До 10	0,00
			Свыше 10	0,10
		По выплавляемым моделям	До 15	0,00
			Свыше 15	0,10
		Под давлением в кокиль	До 5	0,00
			Свыше 5	0,10
3	Наибольшее отношение диаметров окружностей, вписанных в сечение сопрягаемых элементов деталей	В песчаные формы и по выплавляемым моделям	1,0 - 3,0	0,00
			Свыше 3,0	0,15
		Под давлением и в кокиль	1,0 - 1,5	0,00
			Свыше 1,5	0,15
4	Отношение числа механически обрабатываемых поверхностей к общему количеству поверхностей. деталей	В песчаные формы	<0,3-	0,00
			>0,3	0,15
		По выплавляемым моделям и под давлением	<0,1	0,00
			>0,1	0,15
		В кокиль	<0,2	0,00
			>0,2	0,15
5	Перпендикулярность отверстий, выступов, впадин плоскости разъемов пресс-формы	Все разновидности литья	Обеспечена	0,00
			Не обеспечена	0,20
6	Соответствие	Все разновидности	Полное	0,00

	правилам конструирования литых деталей	сти литья	Не полное	0,05
--	--	-----------	-----------	------

Таблица 3 - Значение A_{3j} при получении металлических заготовок объемной штамповкой и ковкой

№ п/п	Наименование частного показателя технологичности	Значение частного, показателя технологичности	A_{3j}
1	Обрабатываемость материала (относительное сужение при одноосном растяжении)	Более 0,2 (холодная объемная штамповка)	0,00
		Менее 0,2	0,15
2	Изменение площади поперечного сечения по длине конфигурации заготовки	Менее чем в 3 раза	0,00
		Более чем в 3 раза	0,25.
3	Соответствие элементов конструкции заготовки и лам получения объемно-штампованных заготовок и поковок	Возможно обеспечить полностью	0,00
		Обеспечивается частично	0,10
4	Симметричность заготовки	Относительно трех осей	0,00
		Относительно одной или двух осей	0,10
		Нет симметричности	0,70
5	Коэффициент сложности формы, равный отношению объема детали к объему охватывающего ее по максимальным размерам цилиндра или параллелепипеда	От 1 до 0,63	0,00
		От 0,63 до 0,32	0,10
		От 0,32 до 0,16	0,20
		Менее 0,16	0,30

Таблица 4 - Значения A_{MOj} при изготовлении деталей механообра-

боткой (методами обработки материалов резанием)

№ п/п	Наименование частного показателя технологичности	Значение частного показателя технологичности	A_{MOj}
1	Количество механически обрабатываемых поверхностей (выдерживаемых размеров)	До 20	0,00
		Свыше 20	0,05
2	Общее количество элементов конструкции детали с повышенными требованиями к ним	0	0,00
		До 3	0,05
		Свыше 3	0,10
3	Количество применяемых видов механической обработки	До 2	0,00
		Свыше 2	0,05
4	Отношение массы детали к массе заготовки	Свыше 0,85	0,00
		От 0.65 до 0.85	0.20
		Менее 0,65	0.40
5	Обрабатываемость материала, определяемая его видом	Мало- и среднеуглеродистые стали, алюминиевые, магниевые сплавы, латунь, термопласты	0,00
		Высокоуглеродистые, хромистые стали, бронза, реактопласты	0,05
		Вольфрамовые, коррозионно-стойкие стали, титановые сплавы, слоистые пластики	0,10

Таблица 5 - Значения уточнений A_{TOj} при термообработке деталей

№ п/п	Наименование частного показателя технологичности	Значение частного показателя технологичности	A_{TOj}
1	Наименьшее соотношение толщин сечений сопрягаемых элементов детали	Без резких переходов	0,00
		Менее 0,8 (местная закалка) Менее 0,1 (общая закалка)	0,40
2	Отношение длины детали к минимальному размеру поперечного сечения	Менее 10	0,00
		Более 10	0,25
3	Сложность термической обработки материала, определяемая его видом	Конструкционные стали, сплавы на основе меди и алюминия	0,00
		Стали легированные и инструментальные	0,05
		Стали коррозионно-стойкие; сплавы, легированные кобальтом, молибденом, вольфрамом	0,10

Таблица 6 - Значение уточнений $A_{Пj}$ при нанесении гальванических (электрохимических) или химических покрытий

№ п/п	Наименование частного показателя технологичности	Значение частного показателя технологичности	$A_{Пj}$
1	Назначение покрытия	Защитное	0,00
		Защитно-декоративное	0,05
		Специальное	0,10
2	Сложность конструкции детали	Листы, ленты, плоские и цилиндрические детали без резьбы и полостей	0,00
		Детали, требующие защиты участков от покрытия и имеющие труднодоступные участки (глухие гладкие и резьбовые отверстия, полости, каналы, выступы)	0,25
3	Наибольший размер детали	До 150 мм	0,00
		Свыше 150 мм	0,10
4	Вид покрытия	Однослойные	0,00
		Многослойные	0,20
5	Механическая обработка покрытия	Нет	0,00
		Есть	0,10
6	Шероховатость покрываемой поверхности	R_a более 1,25 мкм	0,00
		R_a менее 1,25 мкм	0,05
7	Сложность нанесения покрытия на материал, определяемая видом материала	Медные сплавы	0,00
		Сталь, алюминиевые сплавы	0,05

Таблица 7 - Значение уточнений $A_{Пj}$ при нанесении лакокрасочных покрытий.

№ п/п	Наименование частного показателя технологичности	Значение частного показателя технологичности	$A_{Пj}$
1	Сложность конфигурации детали и покрываемой поверхности	Простая конфигурация	0,00
		Сложная конфигурация	0,20
		Труднодоступность покрываемой поверхности	0,40
2	Соответствие шероховатости покрываемой поверхности требованиям ГОСТ 9.032-74	Может быть обеспечено	0,00
		Не обеспечивается	0,20
3	Необходимость защиты резьбовых и других поверхностей от покрытия	Нет	0,00
		Есть	0,20

3. Задания к практической работе.

- 3.1 Для типовых деталей и разработанных к ним технологических процессов представленных в источнике [5, стр 426-467], варианты 1-30 провести качественную оценку технологичности.
- 3.2 Для типовых деталей и разработанных к ним технологических процессов представленных в источнике [5, стр 426-467], варианты 1-30 провести количественную оценку технологичности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудряшов, Евгений Алексеевич. Основы технологии машиностроения [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"] / Е. А. Кудряшов, И. М. Смирнов, Е. И. Яцун ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. А. Кудряшова. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 431 с.
2. Сагателян Г.Р. Определение комплексного показателя технологичности изделия [Текст] : учебное пособие / Сагателян Г.Р. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. - 84 с.,
3. Управление качеством в машиностроении [Текст] : учебное пособие / А. Ф. Гумеров [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 168 с.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / Е. А. Кудряшов [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 128 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. [Текст] : учебное пособие для вузов. / Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. – 5-е издание, стереотипное – М.: ООО ИД «Альянс», 2007 г. – 256 с.
5. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / Под ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2004. - 784 с.