

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления оси задней ступицы автомобиля Lada Granta. Кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства», ТГУ, Тольятти, 2017 г.

В работе показана актуальность темы и сформулирована цель работы. Проведен анализ имеющихся данных и на его основе сформулированы основные задачи работы. Для уменьшения числа технологических переходов, предложен способ уменьшения припусков на заготовительной операции, что привело к изменению технологии изготовления. Проведено проектирование технологического процесса в соответствии с типом производства. С целью модернизации технологии изготовления оси спроектировано специальное приспособление и режущий инструмент. Проведена оценка безопасности труда на производстве и экономический расчет его эффективности

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Служебное назначение детали	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	11
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Расчет припусков.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	18
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	19
2.7 Проектирование технологических операций.....	23
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	26
3.1 Проектирование приспособления	26
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	47
Список использованных источников.....	48
Приложения.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Экономического состояния автомобильной отрасли требует особого внимания к обеспечению гибкости производство. Это позволит быстро переходить на выпуск новой продукции. Наиболее приемлемым для организации гибкого производства является среднесерийный тип производства. Существующий уровень развития технологии среднесерийного производства позволяет получить сопоставимую с массовым производством себестоимость изготовления деталей. Это позволяет создавать технологические процессы изготовления деталей автомобилей на базе данных технологий.

Выпускная квалификационная работа имеет целью разработку техпроцесса изготовления оси задней ступицы автомобиля Lada Granta, который позволит обеспечить минимальную себестоимость при сохранении заданного качества изготовления детали и обеспечении необходимого объема производства.

1 Описание исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Ось ступицы заднего колеса предназначена для вращения задних неприводных колес.

При сборке узла на ось ступицы устанавливается подшипник, на который устанавливается заднее колесо. При движении автомобиля крутящий момент от колеса передается на ступицу заднего колеса, далее на подшипник. Условия работы оси зависят от условий эксплуатации автомобиля и могут быть агрессивными. Возможны значительные перепады температур, вибрационные и ударные нагрузки, высокие скорости, воздействие агрессивных сред (антигололедные реагенты).

1.2 Анализ технологичности детали

Деталь изготавливается из стали 40ХГНМ ГОСТ 4543-71. Химический состав и механические свойства в соответствии с [1], позволяет обеспечить заданные свойства исходя из условий работы детали.

С целью обеспечения точности изготовления самых важных поверхностей проводится их классификация [2]. Для этого на эскизе детали нумеруем все поверхности (рис. 1.1).

Наиболее ответственными и точными являются исполнительные поверхности и основные конструкторские базы. Чем больше данных поверхностей, тем выше стоимость обработки детали и тем менее технологичной она считается. В нашем случае имеем: к исполнительным поверхностям относятся - 13; к основным конструкторским базам - 3, 4, 6, 21, к вспомогательным конструкторским базам - 22; 11, 12, 19, 29; все оставшиеся поверхности являются свободными.

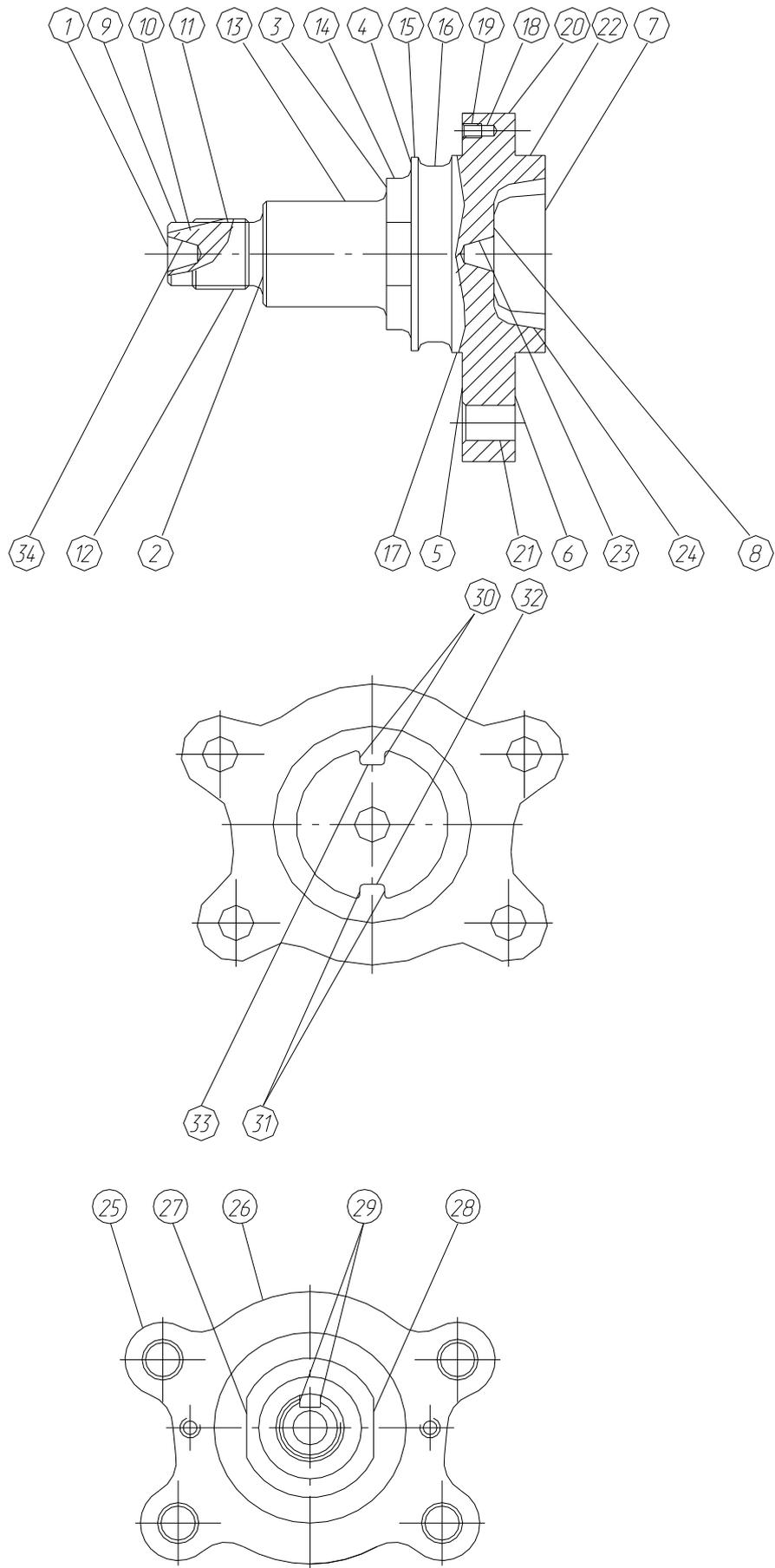


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

В действующем производстве ось ступицы изготавливается методом штамповки. С учетом сложной конфигурация наружного и внутреннего контура, а так же габаритов заготовки для получения заготовки необходима достаточно сложная оснастка. Эти факторы приводят к тому, что заготовка имеет большие припуски, в результате чего коэффициент использования материала около 44%. Следовательно, заготовка не является технологичной.

Точность, шероховатость и твердость поверхностей приняты исходя из их служебного назначения. Для достижения этих параметров нет необходимости в использовании специального оборудования и технологической оснастки. Следовательно, конструкция детали технологична.

Базирование детали при механической обработке оценивается исходя из принципов единства и постоянства баз, а также технологичности получения базовых поверхностей. Анализируя данную деталь по критерию базирования, можно сделать вывод о ее технологичности. Есть поверхности для черновых баз, отвечающие всем требованиям [3], можно выполнить центровые фаски для их использования в качестве чистовых баз. Кроме того, измерительные базы могут быть использованы как технологические.

Количество, точность и шероховатость поверхностей оси ступицы заднего колеса определяется конструкцией задней подвески и условиями ее работы. Поэтому конструкцию оси можно считать технологичной, не смотря на ее геометрическую сложность.

1.3 Задачи работы

Исходя из проведенного выше анализа, в ходе выполнения данной работы решается ряд задач:

- 1) определить заготовку и рассчитать припуск на обработку;
- 2) применить станки обладающие высокой гибкостью;
- 3) внести изменения в 030 токарную операцию;
- 4) повысить стойкость и производительность инструмента на сверлильной операции;

- 5) провести анализ опасных и вредных факторов, возникающих на производстве и разработать мероприятия по их устранению;
- б) рассчитать экономическую эффективность сделанных изменений.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

В нашем случае, при отсутствии полной номенклатуры производства, его тип определяем по массе и программе выпуска детали. Масса детали 1,22 кг и годовая программа ее выпуска 5000 штук в год, следовательно, тип производства среднесерийный.

Для данного типа производства характеристики должны соответствовать данным [3, 4, 5].

Наиболее важные из них следующие: форма организации техпроцесса непоточная; техпроцесс проектируется на базе типового; припусков на точные поверхности рассчитываются аналитическим методом, на остальные по нормативам; нормирование операций выполняется аналитическим методом; средств технологического оснащения применяются универсальные и стандартные; разрабатывается маршрутно-операционная технология.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Данный раздел работы будем выполнять с использованием методики [6, 7].

Наиболее приемлемыми методами получения заготовок, исходя из конструкции детали, области ее применения и годовой программы выпуска, являются штамповка на молотах и штамповке на КГШП (кривошипный горячештамповочный пресс).

Определение припусков и допусков заготовки ведем согласно ГОСТ 7505-89.

При расчетах следует учесть, что разрешено округлять размеры поковки с точностью до 0,5 мм.

Линейные размеры из-за накладывания припусков могут отличаться от расчетных, поэтому их нужно корректировать с чертежом заготовки.

Найдем массу заготовки.

Для этого ищем ее объем.

$$V_3 = V_n + V_y + V_o = 0.555185 \cdot 10^{-3} + 0.00555185 \cdot 10^{-3} + 0.0187 \cdot 10^{-3} = 0.5794368 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

где V_n – объем поковки.

$$V_n = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 - V_5 - V_6 - V_7 - V_8 = 298888 \cdot 10^{-9} + 134826 \cdot 10^{-9} + 39408 \cdot 10^{-9} + 167496 \cdot 10^{-9} - 8836 \cdot 10^{-9} - 60821 \cdot 10^{-9} - 7983 \cdot 10^{-9} - 7793 \cdot 10^{-9} = 0.555185 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$V_y = 0.555185 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ – объем угара, определяемый в зависимости от способа нагрева (электронагрев 0.5–1%, примем 1% от V_n).

$$V_o = \xi \cdot F_m \cdot (P_n + \xi \cdot \pi \cdot l) = 2 \cdot 15.6 \cdot 10^{-6} \cdot (0.584 + 2 \cdot 3.14 \cdot 0.006) = 0.5794368 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

где $F_m = l \cdot h_o = 0.0026 \cdot 0.006 = 15.6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ – площадь поперечного сечения мостика.

где $l = 0.006 \text{ м}$ – ширина мостика облойной канавки, определяется по таблице в зависимости от толщины пояска h_o , который в свою очередь определяется в зависимости от площади поковки в плане $F_{n.n.}$.

$$h_o = C_o \cdot \sqrt{F_{n.n.}} = 0.016 \cdot \sqrt{0.02688} = 2.6 \cdot 10^{-3} \approx 2.6 \text{ мм}$$

$C_o = 0.016$ – коэффициент, учитывающий габариты заготовки $C_o = 0.013 - 0.016$ (для крупногабаритных – меньшие значения, для мелкогабаритных – большие).

$$F_{n.n.} = 0.02688 \text{ м}^2.$$

$$P_n = 0.584 \text{ м}.$$

Масса заготовки:

$$G_3 = V_3 \cdot \rho = 0.5794368 \cdot 10^{-3} \cdot 7850 = 4.26 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала равен:

$$K_m = \frac{g}{G_3} = \frac{1.9}{4.26} = 0.45 \text{ т.е. } 55\% \text{ металла уходит на снятие припуска, что на}$$

1% меньше по сравнению с базовым (заводским) вариантом.

Экономическое сравнение производим по формуле:

$$C_T = \frac{g}{K_m} \cdot [C_3 + C_{\text{мех}} - C_{\text{отх}}] \cdot (-K_m) \quad (2.1)$$

$K_m = 0.44$ – дляковки на молотах (базовый вариант)

$K_m = 0.45$ – дляштамповки на КГШП (проектируемый вариант)

$C_{отх} = 0.0298$ руб./кг – цена 1 кг отходов легированной стали.

$C_з$ – стоимость 1 кг заготовок.

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k = 0.188 + 0.1 \cdot 0.566 = 0.754 \quad \text{руб./кг} \quad - \quad \text{СТОИМОСТЬ}$$

механической обработки на 1 кг стружки.

Для КГШП.

$$C_з = C_{ш} \cdot K_t \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_m \cdot K_n = 0.315 \cdot 0.90 \cdot 1.15 \cdot 0.89 \cdot 1.18 \cdot 1.0 = 0.342 \text{ руб/кг.}$$

где $C_{ш} = 0.315$ руб./кг – базовая стоимость 1 кг штамповок.

$$K_t = 0.90.$$

$$K_c = 1.15.$$

$$K_b = 0.89.$$

$$K_m = 1.18.$$

$$K_n = 1.0.$$

Себестоимость заготовки методомковки на молотах:

$$C_{T1} = \frac{1.9}{0.44} \cdot (0.342 + (0.754 - 0.0298) \cdot (-0.44)) = 3.22 \text{ руб}$$

Себестоимость заготовки методом штамповки на КГШП:

$$C_{T2} = \frac{1.9}{0.45} \cdot (0.342 + (0.754 - 0.0298) \cdot (-0.45)) = 3.13 \text{ кг.}$$

В качестве метода получения заготовки принимаем более дешевый - штамповку на КГШП.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Данный раздел работы будем выполнять с использованием методики [8].

Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Выбор методов обработки

№	Тип	IT	Ra	Маршрут
1	2	3	4	5
1	П	12	12,5	Ф
2	П	12	12,5	Т
3	П	12	1,25	Т-Тч-Ш-Шч

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
4	П	12	12,5	Т-Тч
5	П	12	6,3	Т-Тч
6	П	12	6,3	Т-Тч
7	П	12	12,5	Ф
8	П		40	
9	Ц	10	6,3	Т-Тч
10	П	10	12,5	Ф
11	Р	6g	12,5	РН
12	Ц	10	6,3	Т-Тч
13	Ц	6	0,63	Т-Тч-Ш-Шч
14	Ц	10	6,3	Т-Тч
15	Ц	10	6,3	Т-Тч
16	Ц	10	6,3	Т-Тч
17	Ц	10	6,3	Т-Тч
18	ЦВ	10	6,3	С
19	РВ	10	6,3	РН
20	Ц		40	
21	ЦВ	8	6,3	С-З
22	Ц	10	6,3	Т-Тч
23	КВ	10	3,2	С
24	КВ		40	
25	Ц		40	
26	Ц		40	

Принятые сокращения: П – плоскость; Ц – цилиндр; ЦВ – цилиндр внутренний; КВ – конус внутренний; РВ – резьба; Т – черновое точение; Тч –

чистовое точение; Ф – фрезерование; РН – резьбонарезание; С – сверление; З – зенкерование.

2.4 Расчет припусков

Определим припуски для поверхности диаметром $\varnothing 30_{-0,020}^{0,002}$ согласно методики и справочных данных [9, 10].

Допуск на заготовку определим по данным [11] $T_{\text{заг}} = 1.3$ мм.

Допуск на все последующие операции назначаем по [11].

$T_1 = 0,4$ мм.

$T_2 = 0,1$ мм.

$T_3 = 0,05$ мм.

$T_4 = 0,018$ мм.

Суммарное пространственное отклонение заготовки рассчитывается по формуле [11]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{CM}}^2 + \Delta_{\text{КОР}}^2}, \quad (2.2)$$

где Δ_{CM} - смещение по линии разъема штампов ($\Delta_{\text{CM}}=0,35$ мм)

$\Delta_{\text{КОР}}$ – коробление наружного диаметра ($\Delta_{\text{КОР}}=0,5$ мм)

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{0.35^2 + 0.5^2} = 0.61 \text{ мм}$$

Пространственное отклонение на обтачивание черновое рассчитывается по формуле [11]:

$$\Delta_{\Sigma} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma-1}, \quad (2.3)$$

где K_y – коэффициент уточнения формы;

$\Delta_{\Sigma-1}$ - отклонение на предшествующей операции

$$\Delta_{\Sigma} = 0.06 \cdot 0.61 = 0.037 \text{ мм.}$$

Пространственное отклонение на точение чистовое

$$\Delta_{\Sigma} = 0.04 \cdot 0.037 = 0.0015 \text{ мм.}$$

При точении заготовка устанавливается в поводковый патрон. Погрешность базирования в поводковый патрон и вращающийся центр составляет $\varepsilon = 50$ мкм. При шлифовании применяются точные поводковые патроны и центры неврещающиеся, тогда $\varepsilon = 5$ мкм.

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.4)$$

где Rz_{i-1} - шероховатость;

h_{i-1} - дефектный слой;

$\Delta_{\Sigma-1}$ - погрешность расположения технологической базы;

ε_i^2 - отклонение при установке.

Тогда на черновом точении:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{610^2 + 50^2}) = 1967 \text{ мкм} = 1.967 \text{ мм}$$

на чистовом точении

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (125 + 120 + \sqrt{37^2 + 50^2}) = 760 \text{ мкм} = 0.76 \text{ мм}$$

на предварительном шлифовании:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (40 + 40 + \sqrt{1.5^2 + 5^2}) = 170 \text{ мкм} = 0.17 \text{ мм}$$

на чистовом шлифовании:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{5^2}) = 90 \text{ мкм} = 0.09 \text{ мм}$$

Начнем с максимального предельного размера, последовательно прибавляя рассчитанный припуск.

$$d_{5 \max} = 29,998 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \max} = 29,998 + 0,09 = 30,088 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \max} = 30,088 + 0,17 = 30,258 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \max} = 30,258 + 0,76 = 31,018 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \max} = 31,018 + 1,976 = 32,994 \text{ мм.}$$

$$d_{\min} = d_{\max} - Td \quad (2.5)$$

$$d_{5\min} = 29,998 - 0,018 = 29,980 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = 30,088 - 0,05 = 30,038 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = 30,258 - 0,1 = 30,158 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = 31,018 - 0,4 = 30,618 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = 32,994 - 1,3 = 31,694 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = d_{\max} - d_{\min \text{ пред}} \quad (2.6)$$

$$2Z_{1\max} = 32,994 - 30,618 = 2,376 \text{ мм.}$$

$$2Z_{2\max} = 31,018 - 30,158 = 0,86 \text{ мм.}$$

$$2Z_{3\max} = 30,258 - 30,038 = 0,22 \text{ мм.}$$

$$2Z_{4\max} = 30,088 - 29,980 = 0,108 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min} = d_{\min \text{ пред}} - d_{\max \text{ вып}} \quad (2.7)$$

$$2Z_{1\min} = 31,694 - 31,018 = 0,676 \text{ мм.}$$

$$2Z_{2\min} = 30,618 - 30,258 = 0,36 \text{ мм.}$$

$$2Z_{3\min} = 30,158 - 30,088 = 0,07 \text{ мм.}$$

$$2Z_{4\min} = 30,038 - 29,998 = 0,04 \text{ мм.}$$

Минимальный общий припуск определим по формуле

$$2Z_{o\min} = \sum_{i=1}^n 2Z_{i\min} \quad (2.8)$$

Тогда

$$2Z_{o_{\min}} = 0,676 + 0,36 + 0,07 + 0,04 = 1,146 \text{ мм}$$

Максимальный общий припуск определим по формуле:

$$2Z_{o_{\max}} = \sum_{i=1}^n 2Z_{i_{\max}} \quad (2.9)$$

Тогда

$$2Z_{o_{\max}} = 2,376 + 0,86 + 0,22 + 0,108 = 3,564 \text{ мм}$$

Проектирование заготовки проводим согласно ГОСТ 7505-89 и данных [12].

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Исходя из типа производства план изготовления будем проектировать на базе типовых технологических маршрутов изготовления, представленных в [4, 13].

Разработку маршрута обработки ведем согласно рекомендаций [8, 14].

Полученный маршрут выглядит следующим образом:

1) На 010 операции будут обрабатываться торцы 1 и 7, центровые отверстия 23 и 34 и цилиндрическая поверхность 12, т.е. те поверхности, которые в дальнейшем используются в качестве чистовых технологических баз.

2) При черновом обтачивании (операция 020) на станке с ЧПУ обрабатываем поверхности: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 22.

3) При чистовом обтачивании (операция 030) на станке с ЧПУ обрабатываем поверхности: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 22.

4) На сверлильных операциях 040 и 050 будут обработаны отверстия поверхности 18, 19 и 21.

5) На операции 060 – резьбонарезной будет нарезаться резьба - поверхность 11.

6) На фрезерной операции 070 обрабатываем поверхности 10, 29.

7) На операциях 080 и 090 торцекруглошлифовальных будут обработаны цилиндрическая и торцовая поверхности 13 и 3.

8) На операции 100 – слесарной следует зачистить видимые заусенцы чтобы при сборке задней подвески не произошло травмы сборщика.

9) На операции 110 деталь следует вымыть от СОЖ и оставшейся на детали стружки.

На основании полученного маршрута обработки и рекомендаций [8, 14] формируется план изготовления детали, который включает: название операций; используемое оборудование; операционные эскизы, с указанием на них операционных размеров и схемы базирования, разработанных согласно [8, 15]; технические требования на операции [8, 15].

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Выполнение данного раздела предусматривает выбор оборудования, режущего инструмента, средств контроля и станочных приспособлений. Данная задача весьма сложная и ее решение зависит от множества факторов, определяющим из которых является тип производства. Более подробно рекомендации по выбору средств технологического оснащения представлены в литературе [2, 14, 16].

Выбор наименований и моделей станков, инструмента, оснастки и средств контроля будем проводить, используя справочные данные и каталоги [11, 17, 18, 19, 20, 21].

Результаты выбора приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Средства технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Инструмент	Контрольные приспособления	Приспособления
			4	5	6
010	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной 73С1	Центровочное сверло R4 Р6М5 ГОСТ 14034-74 Пластина твердосплавная Т5К10	Штангенциркули ШЦ-Ш-400-0.1, ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78	Самоцентрирующие призмы с откидным упором
020	Токарная	Токарный 16К20Ф3 с ЧПУ	Резцы ГОСТ 20872-80	Штангенциркуль ГОСТ 166-80, скоба, калибр, микрометр ГОСТ 6507-78	Специальный поводковый патрон, центр вращающийся ГОСТ 8742-75
030	Токарная	Токарный 16К20Ф3 с ЧПУ	Резцы ГОСТ 20872-80, резцы специальные	Штангенциркуль ГОСТ 166-80, скоба, калибр, микрометр	Специальный поводковый патрон, центр вращающийся

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
				ГОСТ 6507-78	ся ГОСТ 8742-75
040	Сверлильня	Сверлильный 2С135Ф3	Сверло спиральное ГОСТ 10903-77, метчик М6 ГОСТ 13854-72, зенковка коническая ГОСТ 12489-71	Пробки для контроля резьбы М6, калибр для контроля расположения отверстий, шаблон для контроля фасок.	Приспособление специальное
050	Сверлильня	Координатно-сверлильный 2С135Ф3 с ЧПУ	Сверло ГОСТ 10903-77, зенкер ГОСТ 12489-71, зенковка ГОСТ 12489-71	Пробки, калибры, шаблоны	Приспособление специальное
060	Резьбонарезная	Токарный 16К20Ф3 с ЧПУ	Резец резьбонарезной ГОСТ 20872-80.	Калибр для контроля резьбы М20х1,5	Специальный поводковый патрон, центр вращающийся ГОСТ 8742-75
070	Фрезерная	Горизонталь			

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
		но фрезерный 6Д92	Фреза Ø70мм ГОСТ 12615-71.	Штангенцир кули ГОСТ 166-80, микрометр ГОСТ 6507- 78, скоба, калибры	Приспособле ние специальное
080	Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекругло- шлифоваль- ный станок ЗТ160	Шлифо- вальный круг 5- 750x50x305 24А60L8V5 ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр ГОСТ 6507- 78, скобы шаблон для контроля радиуса.	Специальны й поводковый патрон, центра ГОСТ 8742- 75
090	Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекругло- шлифоваль- ный станок ЗТ160	Шлифо- вальный круг 5- 750x50x305 24А90L5V5 ГОСТ Р 52781-2007	Колибры скобы, шаблон	Поводковый патрон, центра ГОСТ 8742- 75
100	Зачистная	Слесарный стол	Напильник		
110	Моечная	Моечная машина			

2.7 Проектирование технологических операций

Расчет режимов резания выполняем по описанной ниже методике и справочным данным [17, 22, 23, 24].

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.10)$$

где C_v , K_v , m , x , y - зависят от материала заготовки и инструмента, состояния поверхностей;

T – инструментальная стойкость;

t - глубина резания;

S - подача.

Частота определяется:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.11)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.12)$$

Сила:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.13)$$

где C_p , K_p , n , x , y - учитывают реальные условия обработки.

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.14)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_z = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.15)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β – коэффициент подачи.

Скорость вращения шлифовального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.16)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.17)$$

Нормирование операции выполняется путем расчета штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_z} \quad (2.18)$$

где $T_{\text{шт}}$, $T_{\text{п-з}}$, n_z принимаются согласно рекомендаций [2].

Результаты расчета режимов резания указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Режимы резания

№	№ перехода	S_o	V	n	T_o	$T_{шт}$
010	1	0,5	25,2	400	0,6	0,7
020	1	0,5	124	1200	3,5	4,5
	2	0,5	124	1200		
	3	0,5	124	1200		
	4	0,5	124	1200		
	5	0,5	124	1200		
	6	0,5	124	1200		
030	1	0,42	122	1200	3,64	4,68
	2	0,42	122	1200		
	3	0,42	122	1200		
	4	0,42	122	1200		
	5	0,42	122	1200		
	6	0,42	122	1200		
040	1	0,2	17,9	455	1,3	1,75
	2	0,5	12,25	275		
	3	1	2,4	50		
050	1	0,2	17,9	455	1,52	1,975
	2	0,5	12,25	260		
	3	0,5	11,75	275		
060	1	1.5	2.6	200	1,2	1,6
070	1	2	4.6	175	0,3	0,9
080	1	0.7	11	127	0,7	1,2
090	1	0.7	23	215	0,5	1,0

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Станочное приспособление проектируем для операции 005 центровально-подрезной согласно методики [25]. Операция выполняется согласно операционного эскиза рисунок 3.1.

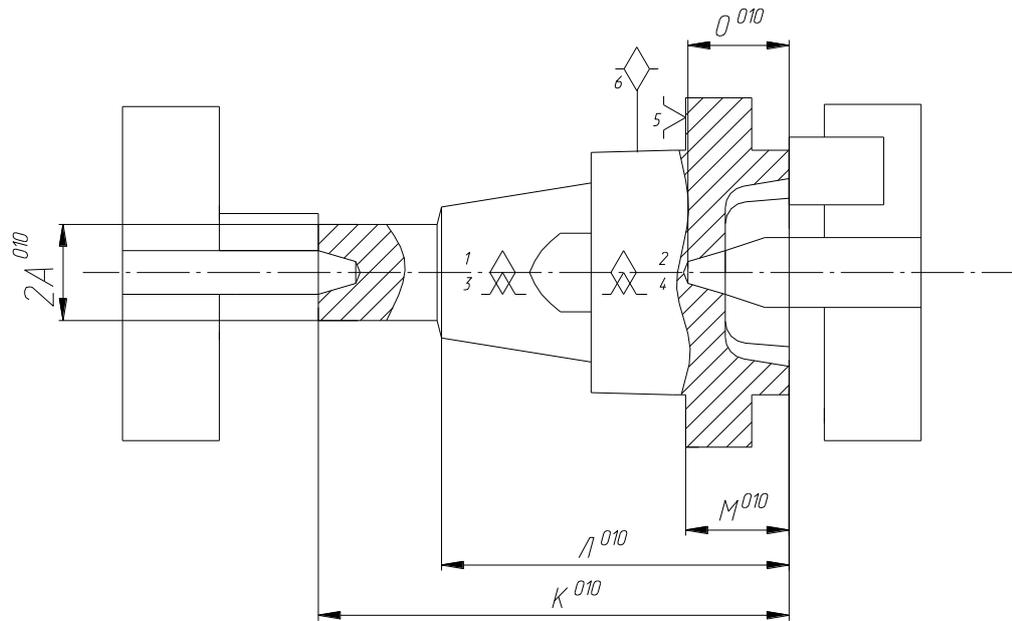


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Момент и силу при сверлении определяем по формулам [17]:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{y_M} \cdot K_P, \quad (3.1)$$

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^{q_P} \cdot S^{y_P} \cdot K_P, \quad (3.2)$$

где C_M , C_P , q_M , q_P , y_M , y_P , k_P – коэффициенты и показатели степени для реальных условий обработки;

D – диаметр сверления;

S – подача.

Крутящий момент и осевая сила будут равны:

$$M_{KPI} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,06^{0,8} \cdot 1,24 = 1,13 \text{ Н м.}$$

$$P_{01} = 10 \cdot 68 \cdot 5^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,24 = 588 \text{ Н.}$$

$$P_{Z1} = \frac{2M_{KP}}{D} \quad (3.3)$$

$$P_{Z1} = \frac{2 \cdot 1130}{5} = 452 \text{ Н.}$$

Крутящий момент и осевая сила при подрезании торца:

$$M_{KP2} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 25^2 \cdot 0,06^{0,8} \cdot 1,24 = 28 \text{ Н м.}$$

$$P_{02} = 10 \cdot 68 \cdot 25^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,24 = 2940 \text{ Н.}$$

$$P_{Z2} = \frac{2 \cdot 28000}{25} = 2240 \text{ Н.}$$

Для определения силы зажима необходимо составить уравнение равновесия сил зажима и резания и, исходя из него, найти искомую величину.

С одной стороны на заготовку действует суммарный крутящий момент, создаваемый силами резания при подрезании торца и сверлении центрального отверстия равный: $M_P = M_{KP1} + M_{KP2} = 1,13 + 28 = 29,13 \text{ Н} \cdot \text{м}$

С другой стороны на заготовку действует момент:

$$M_3 = 2W' \cdot f \cdot (d_3 + d_o). \quad (3.4)$$

Из их равенства:

$$W' = \frac{M_P \cdot k}{2f(d_3 + d_o)}, \quad (3.5)$$

где k – коэффициент запаса.

$$W' = \frac{29130 \cdot 2,48}{2 \cdot 0,16(30 + 25)} = 4104 \text{ Н}$$

Суммарная осевая сила составляет 2692 Н.

Сила трения:

$$F_{TP} = 8 \cdot W'' \cdot f \quad (3.6)$$

Получим:

$$W'' = \frac{P_o \cdot k}{8 \cdot f} \quad (3.7)$$

где k – коэффициент запаса.

Получаем:

$$W'' = \frac{2692 \cdot 2.5}{8 \cdot 0.16} = 4257 \text{ Н.}$$

В качестве зажимного механизма принимаем рычажный. Такое решение обусловлено габаритами заготовки и величиной необходимого усилия зажима. Расчет производим согласно методики [25].

Усилие от силового привода:

$$Q = \frac{W''}{i_c}, \quad (3.8)$$

где i_c – передаточное отношение.

$$Q = \frac{4257}{2} = 2128 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня привода создающего исходное усилие:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (3.9)$$

где P – давление рабочей среды.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{2128}{0,4}} = 82 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр пневмоцилиндра равным 85 мм.

Ход поршня принимаем согласно [26] равным 20 мм.

Погрешность установки рассчитывается:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПР}^2}, \quad (3.10)$$

где ε_B , ε_3 , $\varepsilon_{ПР}$ - соответствующие схеме закрепления погрешности.

Для расчета погрешностей составим схему погрешностей рычажного зажимного механизма, представленную на рисунке 3.2.

$$\varepsilon_B = \Delta l = \frac{d}{2} \cdot \sin \frac{\Delta \alpha}{2}, \quad (3.11)$$

где Δl - отклонение рабочих поверхностей призм.

d - установочный диаметр.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}, \quad (3.12)$$

где Δ_1 , Δ_2 - отклонения плеч рычагов;

Δ_3 , Δ_6 - отклонения размеров зажимного механизма;

Δ_4 , Δ_5 , - колебание в соответствующем зазоре сопряжения.

$$\Delta_1 = \frac{55}{2} \cdot \sin 0^\circ 10' = 0,047 \text{ мм.}$$

$$\Delta_2 = 65 \cdot \sin 0^\circ 10' = 0,110 \text{ мм.}$$

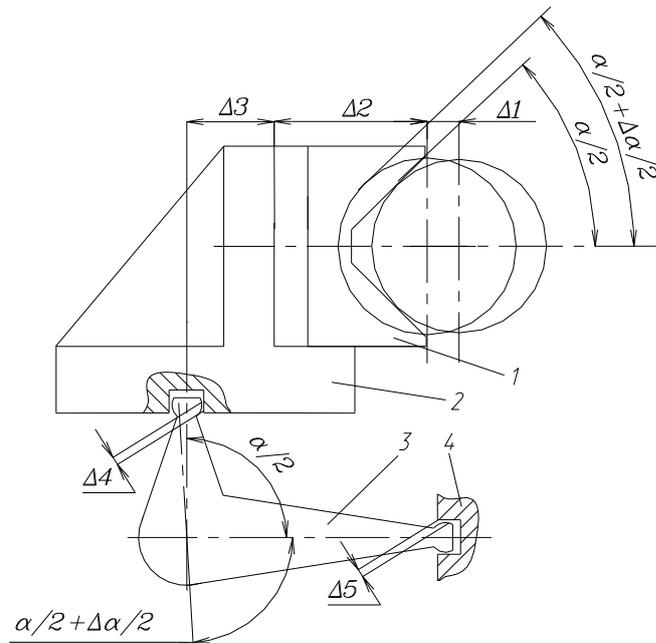


Рисунок 3.2 - Схема для расчета погрешности

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,047^2 + 0,110^2 + 0,013^2 + 0,013^2 + 0,013^2 + 0,016^2} = 0,061 \text{ мм.}$$

Допустимая условиями обработки погрешность:

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3 \cdot Td, \quad (3.13)$$

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3 \cdot 0,400 = 0,120 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{\text{дон}}$, значит точность приспособления удовлетворительная.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент рассчитываем для сверления отверстия под дальнейшее зенкерование, $\varnothing 9,5^{+0,58}$ по методике изложенной в [27, 28].

Диаметр инструмент рассчитывается:

$$D_{\text{инстр}} = D_{\text{мин}} + \frac{TD}{2}, \quad (3.14)$$

$$D_{инстр} = 9,5 + \frac{0,58}{2} = 9,79 \text{ мм.}$$

Допуск на исполнительный размер назначаем по 8 качеству, т.е. размер инструмента $\varnothing 9,79_{-0,022}$.

В соответствии с рекомендациями для режущей части сверла назначаем сталь Р6М5К5 ГОСТ 19265-73. Качество обрабатываемых поверхностей деталей напрямую зависят от качества и точности металлорежущего инструмента, который участвует в обработке. Выбранный инструментальный материал определяет режущие свойства инструмента, геометрические параметры характеризуют обрабатываемые свойства.

Для крепления сверла в патроне принимаем конический хвостовик с конусом Морзе. В этом случае для определения номера конуса Морзе необходимо рассчитать диаметр:

$$d = \frac{6\mu_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0(1 - 0,04\Delta\theta)}, \quad (3.15)$$

где μ_{cp} – момент для сопротивления усилию резания;

θ - угол конусности;

μ – коэффициент трения;

P_0 – основная сила при сверлении;

$\Delta\theta$ - погрешность угла θ .

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 21,3(1 - 0,04 \cdot 5)} \approx 10,8 \text{ мм.}$$

Исходя из полученного диаметра по ГОСТ 25557 – 82 принимаем конус Морзе №3.

Для совершенствования конструкции сверла применим переменную глубину винтовых канавок, которая будет уменьшаться от режущей кромки к хвостовику [28].

Длина поперечной кромки после ее подточки составляет 1 мм, что в 3 раза меньше базового варианта, т.е. происходит уменьшение осевой силы резания как минимум в 2 раза, что в свою очередь уменьшает вероятность возникновения продольного изгиба и увода сверла.

Угол при вершине сверла имеет дополнительную подточку в 90° , что увеличивает угол в месте стыка главных режущих кромок и ленточки со 121° до 135° , увеличивая их стойкость и уменьшая крутящий момент и усилие подачи. Условия резания улучшаются, уменьшается выделение тепла, вероятность появления вибраций и шероховатость обработанных поверхностей уменьшаются. За счет дополнительной подточки, при сверлении происходит дробление стружки.

Утолщение сердцевины сверла равномерно в направлении к хвостовику на 1.8 мм на 100 мм длины обеспечивает хорошую жесткость осевому инструменту – сверлу.

Согласно данных [28] изменение конструкции режущей части сверла, в частности подточка поперечной кромки распределяет 70% усилия подачи на режущие кромки и 25% на поперечную. Оставшиеся 5% тратятся на трение.

Преимуществом данного сверла является повышение стойкости и производительности инструмента в 1,5-2 раза по сравнению со стандартным сверлом.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Сверлильный станок 2С135Ф3 оснащенный системой программного управления	40ХГНМ, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Сверлильная операция	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, сверлильный станок 2С135Ф3 оснащенный системой программного управления

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		труда	
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

4.4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Сверлильный станок 2С135Ф3 оснащенный системой программного управления	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопровода

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
			веществ и материалов (В)		щие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с	Пожарные автомобили и пожар	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения	Напорные пожарные рукава	Веревки пожарные карабины пожарные противого	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
песком, пожарные краны	ные лестницы	отушения	щения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	и рукавные разветвления	зы, респираторы		

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
1	2	3
Сверление	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком,

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
	станков	обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название	Структурные	Экологическое	Экологическое	Экологическое
технического объекта и/или производственного технологического процесса	элементы технического объекта и/или производственного технологического процесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций технологического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Сверление	Сверлильный станок 2С135Ф3 оснащенный системой программного управления	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукты	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Сверление
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления оси задней ступицы автомобиля Lada Granta. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «ось задней ступицы Lada Granta». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «010 – Центровально-подрезная» и «050 – Сверлильная», представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 010 – Центральное-подрезная	
<p><u>Оборудование</u> – центральное-подрезной станок, модель 73С1.</p> <p><u>Оснастка</u> – призма с прихватками.</p> <p><u>Инструменты</u> – центровочное сверло, Р6М5 – 2 шт.; пластина твердосплавная, Т5К10 – 2 шт.</p> <p>$T_O = 0,6 \text{ мин}; T_{шт-к} = 1,1 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – центральное-подрезной станок, модель 73С1.</p> <p><u>Оснастка</u> – самоцентрирующие тиски.</p> <p><u>Инструменты</u> – центровочное сверло, Р6М5 – 2 шт.; пластина твердосплавная, Т5К10 – 2 шт.</p> <p>$T_O = 0,6 \text{ мин}; T_{шт-к} = 1,1 \text{ мин}$</p>
Операция 050 – Сверлильная	
<p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2С135Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – специальный мембранный патрон.</p> <p><u>Инструменты</u> – зенковка коническая $\varnothing 15$, Р6М5; зенкер $\varnothing 10,4$, Р6М5; сверло спиральное $\varnothing 9,5$, Р6М5.</p> <p>$T_O = 1,9 \text{ мин}; T_{шт-к} = 2,35 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2С135Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – специальный мембранный патрон.</p> <p><u>Инструменты</u> – зенковка коническая $\varnothing 15$, Р6М5; сверло спиральное специальное $\varnothing 9,5$, Р6М5.</p> <p>$T_O = 1,52 \text{ мин}; T_{шт-к} = 1,97 \text{ мин}$</p>

Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 5000 шт.;

- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [29], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения операции 010 – Центровально-подрезной и операции 050 – Сверлильной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 15,71 руб., а по проектируемому – 12,24 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.

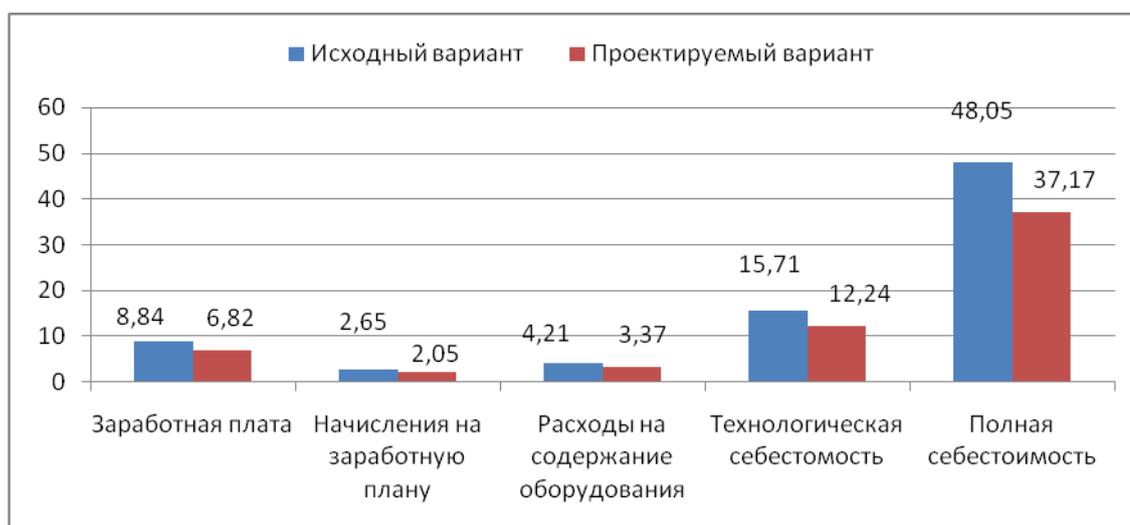


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что все параметры имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [29], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 65956,1 руб. и учитывает изменяющиеся условия (инструмент, приспособление и затраты на проектирование) при выполнении операций «010 Центровально-подрезная» и «050 Сверлильная».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [29], применяемой в данных случаях, рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий

дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	43520
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	3
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск}} \text{ руб.}$	79032,3
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = \text{ЧДД} \text{ руб.}$	13076,3
5	Индекс доходности	$ИД \text{ руб.}$	1,2

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, во-первых, это положительная величина интегрального экономического эффекта – 13076,3 руб., во-вторых – оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 3 года, и в-третьих – индекс доходности (ИД), который составляет 1,2 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 010 и 050 технологического процесса изготовления детали «ось задней ступицы Lada Granta».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение выпускной квалификационной работы позволило выбрать оптимальную заготовку и рассчитать припуски на обработку. Так же изменена схема обработки на 030 токарной операции, путем применения станков с ЧПУ и соответствующей технологической оснастки и инструмента. Подверглась изменению 050 сверлильная операция, для этого была разработана новая конструкция сверла, с целью повышения его стойкости и увеличения производительности. Разработаны мероприятия по выявлению и устранению опасных и вредных факторов, возникающих при выполнении спроектированного технологического процесса. С целью оценки принятых решений определена экономическая эффективность внесенных изменений.

В результате цель выпускной работы можно считать достигнутой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
2. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
3. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
4. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736с.
5. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
6. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
9. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

10. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.
12. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.
13. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. - 598с.
14. Трофимов, А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ, 2013. — 72 с.
15. Маталин, А.А. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 512 с.
16. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
17. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
18. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.
19. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
20. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

21. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.
22. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
23. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.
24. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
25. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с.
26. Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / А.А. Гусев, И.А. Гусева. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 416 с.
27. Булавин, В.В. Расчет металлорежущих инструментов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 136 с.
28. Романенко, А.М. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.
29. Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. — 123 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.ТМ.118.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A4	1		17.07.ТМ.118.008.001	Призма	2	
A4	2		17.07.ТМ.118.008.002	Ползушка	2	
A4	3		17.07.ТМ.118.008.003	Рычаг	2	
A4	4		17.07.ТМ.118.008.004	Ось	2	
A4	5		17.07.ТМ.118.008.005	Крышка	1	
A3	6		17.07.ТМ.118.008.006	Корпус	1	
A3	7		17.07.ТМ.118.008.007	Тяга	1	
A3	8		17.07.ТМ.118.008.008	Прокладка	1	
A3	9		17.07.ТМ.118.008.009	Шток	1	
A3	10		17.07.ТМ.118.008.010	Корпус гидроцилиндра	1	
A3	11		17.07.ТМ.118.008.011	Гильза	1	
A4	12		17.07.ТМ.118.008.012	Поршень	4	
A3	13		17.07.ТМ.118.008.013	Крышка гидроцилиндра	1	
A3	14		17.07.ТМ.118.008.014	Плита	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	15			Уплотнительное кольцо ГОСТ 1567-64	1	
	16			Уплотнительное кольцо ГОСТ 1567-64	1	
			17.07.ТМ.118.008.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Секретов				Лист	Листов
Проб.	Козлов				В	1 2
Н.контр.	Виткалов				ТГУ, МСБЗ-1202	
Утв.	Логинов					
Приспособление станочное						

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							Тип
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	
Т 19	396100 Патрон специальный лободковый; 392101 Резец контурный ГОСТ20872-80 Т5К10;												
Т 20	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.												
21													
А 22	XX XX XX 030 4110 Токарная												
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 200 1 4,68												
0 24	Точильная последовательная, поверхность и торцы 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 22 в размер $\phi 56^{+0,1}$												
0 25	$\phi 55^{+0,1}$; $\phi 41^{+0,1}$; $\phi 30,158^{+0,1}$; $\phi 20^{+0,1}$; 15 $^{+0,2}$; 3 $^{+0,2}$; 17,5 $^{+0,2}$; 24,5 $^{+0,2}$; 58,5 $^{+0,2}$; 84,2 $^{+0,2}$; 78,7 $^{+0,2}$												
Т 26	396100 Патрон специальный лободковый; 392101 Резец контурный ГОСТ20872-80 Т5К10; 392101 Резец канавочный ГОСТ20872-80 Т30К4; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.												
28													
А 29	XX XX XX 040 4121 Сверлильная												
Б 30	381213 Сверлильный с ЧПУ 2С135Ф3 3 15292 312 1Р 1 1 1 200 1 1,75												
0 31	Сверлить поверхность 18 в размер $\phi 5,1^{+0,2}$; 8,5 $^{+0,5}$, нарезать резьбу поверхность 19 в размер М6-6Н.												
Т 32	396131 Тиски самоцентрирующие; 391267 Сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5; 391391 Метчик Р18												
Т 33	ГОСТ13854-72; 391630 Зенковка коническая Р6М5 ГОСТ 12489-71; 393140 Калибр резьбовой.												
34													
А 35	XX XX XX 050 4121 Сверлильно-зенкеробальная												
Б 36	381213 Сверлильный с ЧПУ 2С135Ф3 3 15292 312 1Р 1 1 1 200 1 1,98												
0 37	Сверлить поверхность 22 в размер $\phi 10,4^{+0,25}$												
Т 38	396131 Тиски самоцентрирующие; 391267 Сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5; 391630 Зенковка коническая												
Т 39	Р6М5 ГОСТ 12489-71; 393110 Калибр.												
40													
41													
МК													

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз
Б	Код наименования обработки														
А 94	XX XX XX 100 Моечная														
95															
А 96	XX XX XX 110 Контрольная														
97															
98															
99															
100															
101															
102															
103															
104															
105															
106															
107															
108															
109															
110															
111															
112															
113															
114															
115															
116															
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

