

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ДЕТАЛИ В СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЕ</b> .....	5
<b>2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ</b> .....	7
<b>3 ВЫБОР ТИПА И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ФОРМЫ ПРОИЗВОДСТВА</b> .....	10
<b>4 ОПИСАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ПО БАЗОВОМУ ВАРИАНТУ</b> .....	14
<b>5 АНАЛИЗ БАЗОВОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ОБОСНОВАНИЕМ ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ НА БОЛЕЕ СОВРЕМЕННОЕ И ПРОГРЕССИВНОЕ</b> .....	19
<b>6 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПРОЕКТИРУЕМУЮ ОПЕРАЦИЮ</b>	21
<b>7 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ПРОЕКТИРУЕМУЮ ОПЕРАЦИЮ</b> .....	23
<b>8 РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ С УЧЕТОМ ВНЕСЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ</b> .....	25
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	26
Литература.....	27

## Введение

Научно-технический прогресс в машиностроении в значительной степени определяет развитие и совершенствование всего народного хозяйства страны. Важнейшими условиями ускорения научно-технического прогресса являются: рост производительности труда, повышение эффективности общественного производства и улучшение качества продукции.

Применение прогрессивных, высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом, эффективное использование современных автоматических и поточных линий, станков с ЧПУ, ЭВМ и другой новой техники, прогрессивных форм организации и экономики производственных процессов – все это направлено на решение главных задач, повышение эффективности производства и качества продукции. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства.

Представленная деталь является частью механизма переключения передач трактора МТЗ-80, выпускаемого Минским тракторным заводом.

Стабильность и высокий уровень качества выпускаемых изделий обеспечиваются высокой механизацией и автоматизацией производства. Для обеспечения работы основного производства постоянно совершенствуется инструментальное производство. Введена прогрессивная технология механической обработки деталей, штампов и вспомогательного инструмента на станках с ЧПУ, освоена технология трехкоординатной объемной обработки сложных криволинейных поверхностей деталей литейной оснастки на обрабатывающих центрах.

Высокая профессиональная подготовка инженерно-технического состава, современная база для проектирования и производства – гарантия высокого качества выпускаемой заводом продукции.

Задачей курсового проектирования по разработке технологического процесса изготовления детали 80-1601113 «Вал» является усовершенствование существующего базового технологического процесса на основе использования современного оборудования, высокопроизводительной оснастки с целью снижения себестоимости и улучшения организации труда.

## 1 Назначение и условия работы детали в сборочной единице

Деталь «Вал» - 80-1601113 позиции 2 является составляющей единицей вала отбора мощности трактора МТЗ-80, представленного на рисунке 1.1. ВОМ предназначен для передачи крутящего момента от заднего моста трактора к навесным агрегатам.

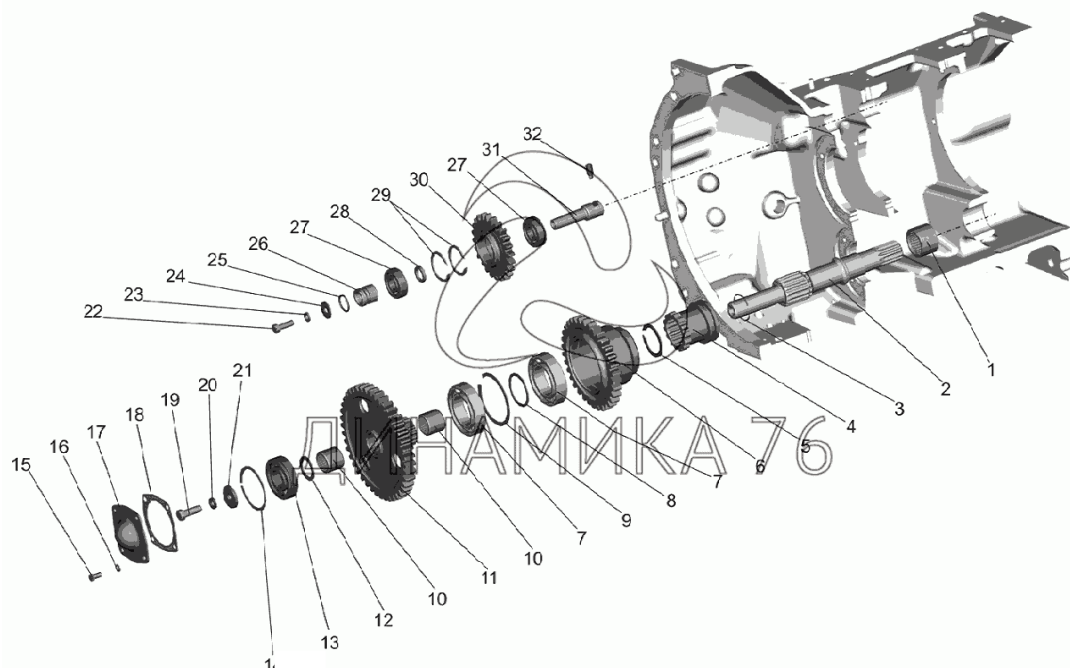


Рисунок 1.1 – Вал отбора мощности (ВОМ)

Вал ведомый устанавливается на два подшипника позиции 7 и 13. На валу установлены шестерни позиции 6 и 11, передача крутящего момента производится через эвольвентные шлицы. Для удобства сборки все кромки вала притуплены фасками. В процессе работы на деталь действуют циклические переменные нагрузки, для повышения прочности и долговечности рабочие поверхности вала подвергаются закалке с нагревом ТВЧ.

Вал изготовлен из стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71.

Химический состав и механические свойства стали 35ХГСА приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71

Углерод С	Кремний Si	Марганец Mn	в процентах			
			Сера S не более	Фосфор P не более	Никель Ni	Хром Cr
0,28-0,34	0,9-1,2	0,8-1,1	0.025	0.025	0,3	1,1

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_{BP}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$\alpha_H$ , кДЖ/м <sup>2</sup>	НВ (не более)	
					Горячекатаной	Отожженной
Не менее						
1080	830	10	45	490	255	302

где  $\sigma_T$  - предел текучести;  
 $\sigma_{BP}$  - предел прочности при растяжении;  
 $\delta_5$  - относительное удлинение;  
 $\psi$  - относительное сужение;  
 $\alpha_H$  - ударная вязкость.

## 2 Анализ технологичности конструкции детали

Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественная и количественная. Качественная оценка технологичности включает в себя оценку применяемого материала, обрабатываемости и методов получения заготовок, а количественная состоит из основных и вспомогательных показателей технологичности.

### 2.1 Качественная оценка технологичности конструкции детали

Материал данной детали сталь 35ХГСА ГОСТ 4543-71. Данный материал хорошо подвергается механической обработке. Применение данной стали рационально с точки зрения ее стоимости и физико-механических свойств. Используется для изготовления крышек, стаканов, кронштейнов, валов, осей.

В базовом варианте технологического процесса деталь получена штамповкой на горизонтально-ковочной машине. Заготовка отображает контуры детали, припуски на обработку минимальные, поэтому нет смысла в усовершенствовании.

Деталь представляет собой вал, имеющий точные наружные цилиндрические поверхности для установки подшипников, а также шлицевые поверхности для установки шестерен. Для обработки точной наружной поверхности используют шлифовальный круг, для обработки шлицев применяют червячные фрезы. Для облегчения сборки деталь имеет фаски на поверхностях.

Для обработки наружных поверхностей и торцов детали используются резцы с МНП.

При механической обработке детали сохраняется принцип постоянства и совмещения конструкторских, технологических и измерительных баз.

Маршрут обработки детали составлен таким образом, чтобы позволить обеспечить выполнение требований по точности и качеству поверхности, заданных чертежом детали.

При обработке детали выбрано оборудование, позволяющее выполнить требования по точности и качеству обрабатываемых поверхностей. Однако на некоторых операциях установлено устаревшее оборудование, на которых производится обработка с пониженными режимами резания. Данное оборудование необходимо заменить на более современное, что позволит значительно повысить режимы резания и, соответственно, снизить время на обработку.

На всех операциях механической обработки установлена стандартная оснастка, обеспечивающая лишение заготовки всех степеней свободы.

В процессе обработки используется инструмент, оснащенный пластинами из твердого сплава, что позволит повысить режимы резания.

С точки зрения механической обработки деталь технологична, т.к. все поверхности легкодоступны для механической обработки, используются универсальные приспособления.

Деталь в основном не требует точной обработки, максимальный квалитет обработки IT7, максимальный параметр шероховатости поверхности Ra0,63.

## 2.2 Количественная оценка технологичности конструкции

Количественная оценка технологичности конструкции может быть осуществлена лишь при использовании соответствующих базовых показателей технологичности. При оценке детали на технологичность обязательными являются следующие дополнительные показатели [2].

1. Коэффициент унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{y.э.} = Q_{y.э.}/Q_э; \quad (2.1)$$

где  $Q_{y.э.}$ ,  $Q_э$  – соответственно число унифицированных конструктивных элементов детали и общее число поверхностей.

Всего деталь содержит: торцов – 4; фасок – 3; отверстий – 1; шлицевых поверхностей – 2; канавок – 2, наружных поверхностей вращения – 3. Всего элементов 15 из них унифицированных 10.

$$K_{y.э.} = 10/15 = 0,67.$$

2. Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей:

$$K_{п.ст} = D_{о.с}/D_{м.о}, \quad (2.2)$$

где  $D_{о.с}$  и  $D_{м.о}$  – соответственно число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом, и всех, подвергаемых механической обработки поверхностей.

$$K_{п.ст} = 14/14 = 1.$$

3. Коэффициент обработки поверхностей:

$$K_{о.п.} = 1 - D_{м.о.}/D_э; \quad (2.3)$$

где  $D_{м.о.}$ ,  $D_э$  – соответственно число обрабатываемых и число всех поверхностей детали.

$$K_{о.п.} = 1 - 12/14 = 0,14.$$

4. Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = q/Q, \quad (2.4)$$

где  $q$ ,  $Q$  – соответственно масса детали и заготовки, кг.

$$K_{им} = 2,5/3,23 = 0,77.$$

5. Максимальное значение качества обработки - 7.

6. Максимальное значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей –  $Ra0,63$  мкм.

7. Коэффициент применения типовых технологических процессов:

$$K_{т.п} = Q_{т.п} / Q_{и};$$

где  $Q_{т.п.}$  и  $Q_{и}$  – соответственно число типовых технологических процессов для изготовления данной детали и общее, шт.

$$K_{т.п} = 2 / 3 = 0,67.$$

С точки зрения количественного анализа, конструкцию детали можно считать технологичной.

После проведения качественного и количественного анализа технологичности детали можно сделать вывод, что в целом конструкция детали технологична.

### 3 Выбор типа и организационной формы производства

Исходные данные:

Годовая программа выпуска деталей  $N=50000$  шт.

Режим работы предприятия: 2 смены в сутки.

Действительный фонд времени работы оборудования  $F_d=4015$  ч.

Нормативный коэффициент загрузки оборудования  $K_{нз}=0,75$ .

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о.}$ , который показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест.

Определяется расчетное количество станков  $m_p$  для каждой операции:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт} (T_{шт.-к})}{60 F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (3.1)$$

где  $N$  – годовой объем выпуска деталей, шт.,

$T_{шт}$  – штучное или штучно-калькуляционное время, мин.;

$\eta_{з.н}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, принимаем  $\eta_{з.н}=0,75$ .

Значение фактической загрузки оборудования

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}. \quad (3.2)$$

Количество операций, выполняемых на рабочем месте

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}. \quad (3.3)$$

Коэффициент закрепления операций

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i} \quad (3.4)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.1.



Таблица 3.1 – Расчет коэффициента закрепления операций

Операция	$T_{шт, мин}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф}$	O
005 Фрезерно-центровальная	1,6	0,44	1	0,44	1,69
010 Токарно-копировальная	0,82	0,23	1	0,23	3,31
015 Токарно-копировальная	1,26	0,35	1	0,35	2,15
020 Токарно-копировальная	0,77	0,21	1	0,21	3,52
025 Токарно-копировальная	2,46	0,68	1	0,68	1,10
030 Токарно-копировальная	2,91	0,81	1	0,81	0,93
040 Шлицефрезерная	6,44	1,78	2	0,89	0,84
045 Шлицефрезерная	13,15	3,64	5	0,73	1,03
070 Круглошлифовальная	1,85	0,51	1	0,51	1,46
075 Круглошлифовальная	1,75	0,48	1	0,48	1,55
080 Полировальная	0,75	0,21	1	0,21	3,61
	33,76		$\Sigma P=16$		$\Sigma O=21,2$

Определяем коэффициент закрепления операций

$$K_{з.о.} = \frac{21,2}{16} = 1,3$$

$K_{з.о.} > 1$ , следовательно, данное производство крупносерийное.

Такт выпуска

$$t_{\tau} = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4015}{50000} = 4,8 \text{ мин/шт.} \quad (3.5)$$

Форма организации технологических процессов зависит от установленного порядка выполнения операций, расположения оборудования, количества изделий и направления их движения при изготовлении. Существует две формы организации технологических процессов – групповая и поточная.

Решение о целесообразности организации поточной формы производства обычно принимается на основании сравнения заданного суточного выпуска изделий и расчетной суточной производительности поточной линии при двухсменном режиме работы и ее загрузке на 65...75%.

Заданный суточный выпуск изделий определяется по формуле [9, с.55]:

$$N_c = N_r / 253, \text{ шт/сутки}, \quad (3.6)$$

где  $N_{\Gamma} = 50000$  шт.– годовой объём выпуска изделий, шт;

253 – количество рабочих дней в году.

$$N_c = 50000 / 253 = 198 \text{ шт} / \text{сутки}$$

Суточная производительность поточной линии определяется по формуле [Горбачевич, с.55]:

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{cp}} \eta_z, \quad (3.7)$$

где  $F_c$  – суточный фонд времени работы оборудования (при двухсменном режиме работы – 960 мин);

$T_{cp}$  – средняя станкочасовое время основных операций, мин;

$\eta_z$  – коэффициент загрузки оборудования.

Средняя станкочасовое время операций (станко-мин) [2, с.55]:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i}{nk_B}, \quad (3.8)$$

где  $\sum T_i$  – штучное время основной  $i$ -й операции, нормо-мин;

$k_B$  – средний коэффициент выполнения норм времени, принимается равным 1,3;

$n$  – количество основных операций, 11.

$$T_{cp} = \frac{33,76}{11 \cdot 1,3} = 2,36 \text{ станко-мин}.$$

Тогда, суточная производительность поточной линии

$$Q_c = \frac{960}{2,36} \cdot 0,8 = 325 \text{ шт}.$$

Видно, что  $\frac{N_c}{Q_c} = \frac{198}{325} = 0,61$ , загрузка 61%.

Исходя из расчетов, выбираем групповую форму организации производства.

При этой форме организации запуск изделий в производство осуществляется партиями с определенной периодичностью, что является признаком серийного производства. Количество деталей в партии для одновременного запуска определяется по методике [1, с.55].

Предельно допустимые параметры партии  $n_1$  и  $n_2$ :

$$n_1 = \frac{F_{\text{Э.М}} \cdot n_0 \cdot k_B}{K_{\text{Э.О}} \cdot \sum_{i=1}^{n_0} T_i}$$

$$n_2 = \frac{F_{\text{Э.М}} \cdot k_B}{K_{\text{М.О}} \cdot \sum_{i=1}^{n_0} T_i}$$

где,  $F_{\text{Э.М}}$  – эффективный месячный фонд времени участка, (10073 мин.);  
 $n_0$  – число операций механической обработки по технологическому процессу, (11 шт.);  
 $k_B$  – средний коэффициент выполнения норм по участку, (1.3);  
 $\sum T_i$  – суммарная трудоемкость технологического процесса, (33,76 мин);  
 $k_{\text{М.О}}$  – коэффициент, учитывающий затраты межоперационного времени, (1.5).

$$n_1 = \frac{10073 \cdot 11 \cdot 1,3}{1,3 \cdot 33,76} = 3282 \text{шт.}$$

$$n_2 = \frac{10073 \cdot 1,3}{1,5 \cdot 33,76} = 259 \text{шт.}$$

Принимаем  $n'_{\text{min}} = 259$  шт.

Расчетная периодичность повторения партии деталей (дн.):

$$I_P = 22 \cdot n'_{\text{min}} / N_M = 22 \cdot 259 / 2083 = 2,7 \text{дн.}$$

где,  $N_M$  – месячная программа выпуска деталей.

Принимаем нормативную периодичность,  $I_H = 4$  дня. [1, с.56].

Размер партии рассчитывается согласно условию:

$$n'_{\text{min}} \leq n < n_{\text{max}}$$

$$n = \frac{I_H N_M}{22} = \frac{4 \cdot 2083}{22} = 379 \text{шт.}$$

Условие выполняется:

$$259 < 379 < 3282.$$

Таким образом, принимаем групповую форму организации технологического процесса.

## 4 Описание способа получения заготовки по базовому варианту

Заготовку для детали 80-1601113 «Вал» получают штамповкой на ГКМ.

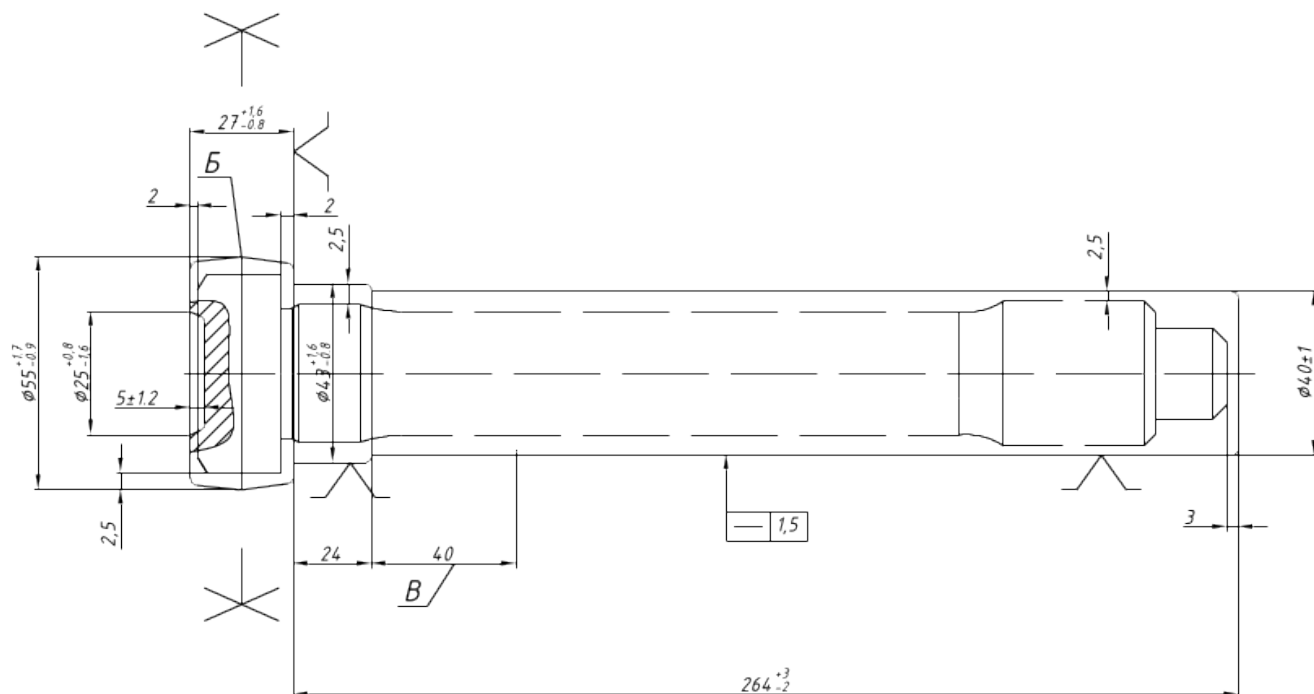


Рисунок 4.1 – Заготовка детали

На выбор способа метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали, её назначение и технические требования на изготовление, объём и серийность выпуска, форма поверхностей и размеры детали.

Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготовления из неё детали, при минимальной себестоимости последней, считается оптимальным. Основное требование, предъявляемое к методу получения заготовки - наибольшее приближение формы и размеров заготовки к форме и размерам готовой детали. Чем меньше разница в размерах детали и заготовки, тем меньше трудоёмкость последующей механообработки.

Заготовку для данной детали получают открытой (облойной) штамповкой на горизонтально-ковочной машине. При серийном типе производства и для данного технологического процесса этот способ получения заготовки можно считать оптимальным. Этот способ позволяет получить требуемый класс точности-Т4 ГОСТ 7505-89. Согласно [3] штамповка на ГКМ в 2...3 раза производительнее

штамповки на молотах, припуски и допуски уменьшаются на 20...35%, а расход металла на паковки - на 10... 15%.

Способ штамповки на прессе наиболее прогрессивен и экономичен. Он позволяет получить точную штамповку с минимальной последующей обработкой резанием, значительно снизить себестоимость штамповки и наиболее полно отвечает современным требованиям машиностроительного производства. Одними из основных показателей эффективности кузнечно-штамповочного производства являются коэффициент весовой точности и коэффициент использования материала.

Коэффициент весовой точности характеризует трудоемкость последующей обработки резанием, а коэффициент использования материала - степень экономичности принятой технологии.

В результате исходного способа получения заготовки детали будут получаться более точные, значительно сократится и трудоемкость их последующей обработки резанием, а также существенно повысится коэффициент использования материала (приблизительно на 25%).

Горизонтально ковочная машина (рисунок 4.2) представляет собой горизонтальный кривошипный пресс, который дополняется боковым механизмом, получающим движение от кулачков 13.

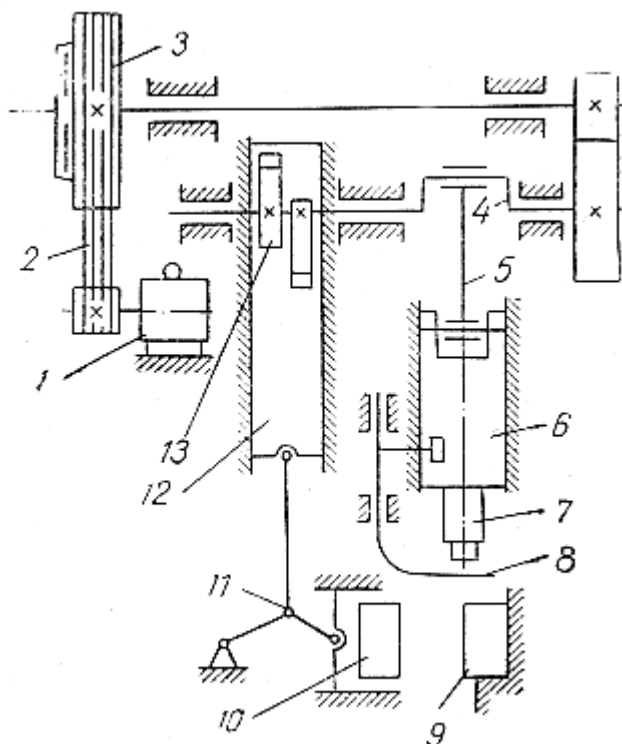


Рисунок 4.2 – Кинематическая схема горизонтально-ковочной машины

Главный ползун 6 машины, несущий пуансон 7, приводится движение от кривошипного вала 4 через шатун 5. Движение подвижной щеки вместе с подвижной матрицей 10 осуществляется от бокового ползуна 12 системой рычагов 11. Сам боковой ползун приводится в движение с помощью кулачков 13,

сидящих на кривошипном валу 4. Движение на привод передает мотор 1 через клиноременную передачу 2 и маховик 3.

Штампы горизонтально-ковочных машин состоят из трех частей: неподвижной матрицы 9, подвижной 10 и пуансона 7, раскрывающихся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, что позволяет штамповать сложные поковки. Матрицы 9 и 10 имеют вертикальную плоскость разъема. Главный ползун 6 и боковой 12 горизонтальноковочной машины в отличие от кривошипных пресс осуществляют движение в горизонтальном направлении.

Схема процесса штамповки на горизонтально-ковочной машине представлена на рисунке 4.2. Нагретый до температуры горячей деформирования прутки 4 закладывают в неподвижную матрицу 3 (рисунок 4.3, а и б). Положение конца нагретого прутка определяется упором 2. После включения машины на рабочий ход ползуны машины начинают движение. Подвижная щека вместе с подвижной матрицей 5 подходит к неподвижной матрице 3 до соприкосновения пуансона 1 с выступающим торцом прутка и зажимает пруток. На пути движения пуансона 1 находится упор 2, сблокированный с главным ползуном, к которому прикреплен пуансон 1. При подходе пуансона 1 упор 2 автоматически отходит. При дальнейшем движении ползуна пуансоном 1 происходит высадка прутка, выступающего за пределы зажимной части матрицы, при этом металл заполнит полость матрицы (рисунок 4.3, в).

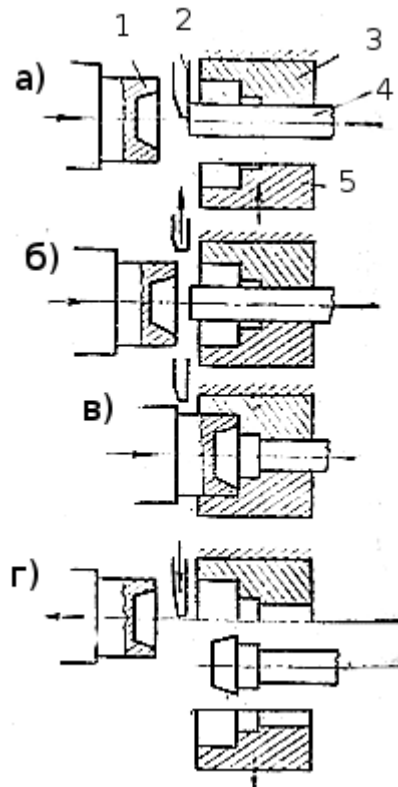


Рисунок 4.3 – Схема высадки на горизонтально-ковочной машине

Достигнув крайнего переднего сложения, ползун двигается в обратном направлении, а пуансон из полости матриц выходит на некоторое расстояние, после чего матрицы раскрываются, а высаженную поковку вынимают или она

выпадает из матрицы, после чего пуансон и матрица принимают исходное положение (рисунок 4.3, г). В дальнейшем, смотря по технологическому процессу, можно использовать другую заготовку, повторить на ней ту же операцию или же произвести следующий переход в другом ручье. Каждый переход осуществляется за один рабочий ход.

Формующая полость может быть одновременно в матрице и в пуансоне или только в одном пуансоне.

Исходным материалом для штамповки на горизонтально-ковочных машинах служит круглый, реже квадратный или прямоугольный прокат повышенной точности. Диаметр круглой заготовки достигает 300 мм.

Работу на горизонтально-ковочных машинах механизмируют путем применения пневматических подъемников, с помощью которых осуществляют перенос полуфабриката из ручья в ручей (рисунок 4.4); устройством монорельсов для подачи заготовки от печи к машине. Работа на этих машинах иногда автоматизируется, т. е. нагретая заготовка подается наклонным транспортером, захватывается механическими клещами и направляется в ручей машины, а затем автоматически передается в последующие ручьи. При такой подаче заготовок работа деформации осуществляется одновременно во всех ручьях штампа.

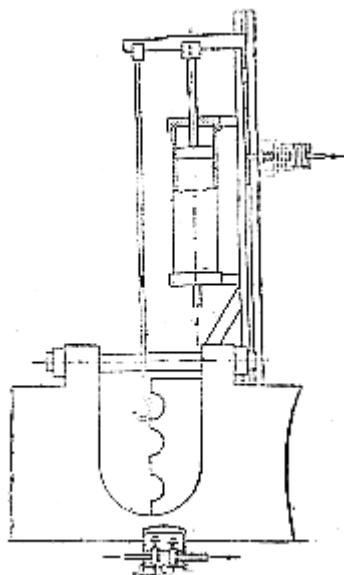


Рисунок 4.4 – Пневматический подъемник для горизонтально-ковочной машины

В настоящее время применяются горизонтально-ковочные машины (небольших размеров) с горизонтальной плоскостью разъема (подвижная матрица вверху), этим облегчается возможность автоматизации технологического процесса.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах характеризуется высокой производительностью, возможностью изготавливать поковки сложной конфигурации без напусков; малыми отходами металла точностью размеров и чистотой поверхности, а также удобством работы.

Конструкции поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах, весьма разнообразны, однако наиболее удобными для штамповки являются поковки, имеющие форму простых или усложненных выступами или впадинами тел вращения (рисунок 4.5). Изготовление таких деталей на ГКМ рентабельнее, чем на молоте.

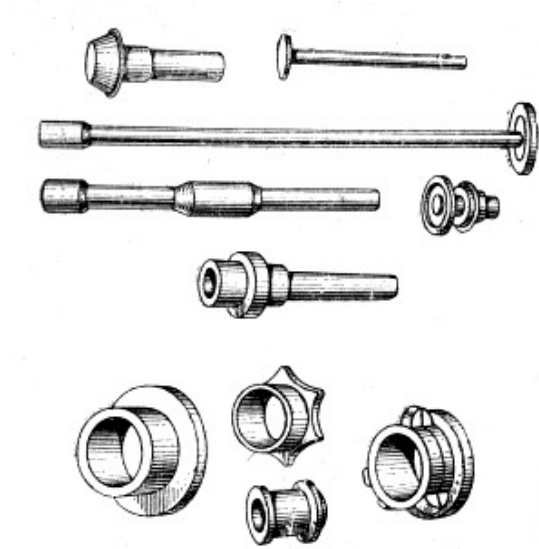


Рисунок 4.5 – Типовые поковки для штамповки на ГКМ

Основной операцией при изготовлении поковок на этой машине является высадка, часто сопровождающаяся прошивкой, но возможны и другие операции.

При конструировании поковок, изготавливаемых на ГКМ, необходимо соблюдать следующие правила:

- предусматривать штамповочные уклоны;
- переходы с одной поверхности на другую выполняются по радиусам величиной не менее  $1,5 \div 2$  мм;
- толщина стенок деталей со сквозными отверстиями или глубокими полостями принимается не меньше  $0,15$  наружного-диаметра;
- при получении полостей в поковках необходимо избегать сужения их в продольном направлении для обеспечения свободного течения металла навстречу пуансону.
- избегать конической формы выемок и хвостовиков.

Диаметр исходного прутка зависит от конфигурации поковки. Учитывая, что операция вытяжки на ГКМ не производится, следует площадь поперечного сечения прутка брать не более минимальной площади поперечного сечения поковки.

Вне зависимости от формы полости инструмента высадить на любой диаметр за один переход выступающий из зажимной части матрицы конец прутка можно лишь в том случае, когда длина этого конца не превышает трех диаметров его. При большей длине возможен изгиб заготовки, а поэтому деформирование в этих случаях осуществляется в специальных наборных ручьях.



## 5 Анализ базового варианта технологического процесса с обоснованием замены оборудования на более современное и прогрессивное

Анализ существующего варианта технологического процесса изготовления детали проводим с точки зрения обеспечения качества продукции.

По базовому варианту заготовка получается штамповкой на горизонтально-ковочной машине.

Масса заготовки составляет 3,23 кг, коэффициент использования материала  $K_{им} = 0,77$ .

Маршрут механической обработки детали:

- 005 Фрезерно-центровальная
- 010 Токарно-копировальная
- 015 Токарно-копировальная
- 020 Токарно-копировальная
- 025 Токарно-копировальная
- 030 Токарно-копировальная
- 040 Шлицефрезерная
- 045 Шлицефрезерная
- 070 Круглошлифовальная
- 075 Круглошлифовальная
- 080 Полировальная

Для анализа применяемого для обработки заданной детали оборудования составляем таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Технологические возможности применяемого оборудования

№ п.п.	Модель станка	Предельные размеры обрабатываемой заготовки			Квалитет обработки	Параметр шероховатости поверхности $R_a$ , мкм
		Диаметр (ширина) $d(b)$ , мм.	Длина, $l$ , мм.	Высота, $h$ , мм.		
005	2Г942	450	800	-	14...9	25...3,2
010	1Е713	500	750	-	14...8	25...2,5
015	1Е713	500	750	-	14...8	25...2,5
020	1Е713	500	750	-	14...8	25...2,5
025	1Е713	500	750	-	14...8	25...2,5
030	1Е713	500	750	-	14...8	25...2,5
040	BC52	430	-	225	12...9	20...3,2
045	BC52	430	-	225	12...9	20...3,2
070	3М151	315	500	-	8...5	5...0,32
075	3М151	315	500	-	8...5	5...0,32
080	3Б151	250	450	-	7...5	2,5...0,08

Процесс состоит из 11 операций механической обработки. Используемые станки соответствуют габаритным размерам обрабатываемой детали, требуемой точности и шероховатости поверхности. Физическое состояние станков удовлетворительное.

Заготовка получается штамповкой, все припуски на механическую обработку небольшие. Технологическими базами являются центровые отверстия, наружная поверхность и торцы, соблюдаются принципы постоянства баз. В основном используются стандартные приспособления, стандартный режущий и измерительный инструмент. Применяются станки нормальной точности.

Конечная цель технологического анализа конструкции детали — оценка предложений по ее изменению. Для этого необходимо произвести расчеты, связанные как с экономией металла, так и с изменением технологического процесса механической обработки.

Произведя анализ базового способа получения детали, предлагаю на операции 040 Шлицефрезерная заменить устаревший станок модели ВС52 на современный шлицефрезерный полуавтомат модели ВСН-620 (производство «Вистан», г. Витебск), позволяющий повысить режимы резания на операции и снизить себестоимость обработки детали в целом. Также повышается точность обработки на данном станке и снижается штучное время.

## 6 Расчет режимов резания на проектируемую операцию

Операция 040 Шлицефрезерная, станок модели ВСН-620.

Исходные данные:

1. Заготовка – сталь 35ХГСА ГОСТ 1050-88, 255...302 НВ.
2. Инструмент – фреза червячная, Р6М5 Ø75.
3. Длина резания  $L_{рез} = 42$  мм.
4. Расчет длины рабочего хода  $L_{р.х.}$  в мм.

$$L_{р.х.} = L_{рез} + Y_{подв}$$

где  $L_{рез}$  – длина рабочего хода,  $L_{рез} = 42$  мм;  $Y_{подв}$  – длина подвода,  $Y_{подв} = 10$  мм.

$$L_{р.х.} = 42 + 10 = 52 \text{ мм.}$$

5. Назначаем подачи на оборот  $S_o, \text{мм}/\text{об.}$

Определение подачи по нормативам:

$$S_o = S_z z = 0,1 * 12 = 1,2 \text{ мм}/\text{об}$$

6. Определяем стойкость инструмента по нормативам  $T_p$  в минутах резания

$$T_p = K_\Phi \cdot T_M \cdot \lambda$$

где  $K_\Phi$  – коэффициент учитывающий количество инструментов в наладке,  $K_\Phi = 1$ ;  $T_M$  – стойкость инструмента в минутах,  $T_M = 210$  мин;  $\lambda$  – коэффициент времени резания.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{р.х.}} = \frac{42}{52} = 0,8$$

$$T_p = 1 \cdot 210 \cdot 0,8 = 168 \text{ мин.}$$

7. Расчет скорости  $v$  в  $\text{м}/\text{мин.}$  и частоты вращения  $n$   $\text{мин}^{-1}$ .

Определяем рекомендуемую нормативами скорость резания.

$$v = v_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ;$$

где  $v_{табл} = 78 \text{ м}/\text{мин}$ ;  $K_1$  – коэффициент, зависящий от размеров обработки,  $K_1 = 0,6$ ;  $K_2$  – коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности и ее

твердости;  $K_2 = 1,15$ ;  $K_3$  – коэффициент зависящий от стойкости материала инструмента,  $K_3 = 1,0$ .

$$v = 78 \cdot 0,6 \cdot 1,15 \cdot 1 = 53,8 \text{ м/мин}$$

8. Расчет частоты вращения шпинделя  $n$  в  $\text{мин}^{-1}$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

где  $v$  - скорость резания,  $v = 53,8 \text{ м/мин}$ ;  $D$  – диаметр фрезы,  $D = 75 \text{ мм}$ .

$$n = \frac{1000 \cdot 53,8}{3,14 \cdot 75} = 228 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем  $n=250 \text{ мин}^{-1}$

Определение действительной скорости резания  $V_d$

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 250}{1000} = 58,9 \text{ м/мин}$$

9. Мощность резания

$$N_{рез} = N_{таб} \cdot K_N \cdot \frac{V_d}{100},$$

$N_{таб} = 3,6 \text{ кВт}$ ;  $K_N = 0,9$ .

$$N_{рез} = 3,6 \cdot 0,9 \cdot \frac{58,9}{100} = 1,9 \text{ кВт}$$

10. Проверка по мощности станка

$$N_{рез} < N_{дв} \cdot \eta$$

$N_{дв} = 7,5 \text{ кВт}$ ;  $\eta = 0,8$

$1,9 < 7,5 \cdot 0,8 = 6$  – условие выполняется.

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot S_o}$$

11. Расчет основного машинного времени обработки  $T_o$  мин.

где  $L_{р.х.}$  – длина рабочего хода,  $L_{р.х.} = 52 \text{ мм}$ ;  $n$  - число оборотов шпинделя,  $n = 250 \text{ мин}^{-1}$ ;  $S_o$  - подача на оборот шпинделя станка,  $S_o = 1,2 \text{ мм/об}$ .

$$T_o = \frac{12 \cdot 52}{250 \cdot 1,2} = 1,08 \text{ мин}$$

## 7 Расчет технологической нормы времени на проектируемую операцию

Технические нормы времени в условиях массового и серийного производств устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{п.з}/n, \quad (7.1)$$

где  $T_{шт}$  – норма штучного времени, мин.;  
 $T_{п.з}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.;  
 $n$  – количество деталей в настроечной партии.

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}; \quad (7.2)$$

где  $T_o$  – основное время, мин;  
 $T_v$  – вспомогательное время, мин.  
 $T_{об}$  – время на обслуживание рабочего места, мин. Складывается из времени на организационное и времени на техническое обслуживание рабочего места;  
 $T_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_v = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}; \quad (7.3)$$

где  $T_{yc}$  – время на установку и снятие детали, мин;  
 $T_{зо}$  – время на закрепление и открепление детали, мин;  
 $T_{уп}$  – время на приемы управления, мин;  
 $T_{из}$  – время на измерение детали, мин;

Определяем норму штучно-калькуляционного времени для операции 040 Шлицефрезерная:

$$T_{шт.к.} = T_{п.з.}/n + T_o + T_v \cdot k + T_{об.от.}; \quad (7.4)$$

где  $T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;

$n$  – настроечная партия деталей, шт.;

$T_o$  – основное время, мин.;

$T_v$  – вспомогательное время, мин.;

$T_{об.от.}$  – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, мин.

$$T_{в} = (T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}), \quad (7.5)$$

где  $T_{ус}$ —время на установку и снятие детали, мин;

$T_{зо}$ —время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$ —время на приемы управления станком, мин;

$T_{из}$ —время на измерение детали, мин.;

$k$  – коэффициент, учитывающий увеличение норм времени в массовом производстве  $k = 1,0$  [6, с.101];

$T_{ус} + T_{зо} = 0,2$  мин; [6, с.197] – установка и снятие детали в приспособлении;

$T_{уп} = 0,04$  мин; [6, с.202,205] – включить, выключить станок; переместить стол в горизонтальном направлении.

$T_{из} = 0,16$  мин; [6, с.206] – время на измерение размеров согласно эскизу,

Т.к. Время на измерение меньше основного времени, то его при расчете не учитываем.

$$T_{в} = (0,2 + 0,04 + 0,16) \cdot 1,0 = 0,4 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_{о} + T_{в}; \quad (7.6)$$

$T_{оп}$  - оперативное время, мин;

$$T_{оп} = 1,08 + 0,4 = 1,48 \text{ мин.}$$

В массовом производстве  $T_{об}$  и  $T_{от}$  по отдельности не определяются. В нормативах дается сумма этих двух составляющих в процентах от оперативного времени.

$$T_{об.от.} = \frac{5 \cdot 1,48}{100} = 0,1 \text{ мин.};$$

$$T_{п.з.} = 0,08 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к.} = 0,08 + 1,48 + 0,1 = 2,66 \text{ мин.}$$

## 8 Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки детали с учетом внесенных изменений

Проанализировав базовый вариант техпроцесса, было предложено на операции 040 Шлицефрезерная заменить станок модели ВС52 на современный шлицефрезерный полуавтомат модели ВСН-620. После внесенных изменений технологический маршрут примет вид, представленный в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Маршрут обработки детали

№ операции	Название операции	Модель станка
005	Фрезерно-центровальная	2Г942
010	Токарно-копировальная	1Е713
015	Токарно-копировальная	1Е713
020	Токарно-копировальная	1Е713
025	Токарно-копировальная	1Е713
030	Токарно-копировальная	1Е713
040	Шлицефрезерная	ВСН-620
045	Шлицефрезерная	ВСН-620
070	Круглошлифовальная	3М151
075	Круглошлифовальная	3М151
080	Полировальная	3Б151

## Заключение

В данном курсовом проекте был изучен и усовершенствован технологический процесс механической обработки детали 80-1601113 «Вал».

В результате проведенного анализа заводского технологического процесса установлено, что процесс является современным, применяемое оборудование соответствует данному типу производства, для повышения производительности и снижения себестоимости изготовления детали было предложено на операции 040 Шлицефрезерная заменить устаревший станок модели ВС52 на современный полуавтомат модели ВСН-620.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учеб. пособие / М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. К. Шелега. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 311 с.
2. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / под ред. Е.Э. Фельдштейна. Минск: Дизайн ПРО, 2002.
3. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972.
4. Справочник инструментальщика / под ред. А.А. Ординарцева. Лд.: Машиностроение, 1990.
5. Справочник технолога машиностроителя. Т. 1 / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985.
6. Справочник технолога машиностроителя. Т. 2. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985.
7. А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: «Вышэйшая школа», 1983. – 256 с., ил.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А. А. Панова. – М.: «Машиностроение». 1988. – 736 с.: ил.
9. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие для ВУЗов/И. П. Филонов, Г. Я. Беляев, Л. М. Кожуро и др.; Под общ. ред. И. П. Филонова. – УП «Технопринт», 2003. – 910 с.