

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

**«Калининградский государственный технический университет»**

Кафедра автоматизированного машиностроения

Работа защищена

Доцент, к.т.н.

---

**Практическая работа №1**

По дисциплине «Технология машиностроения»

Служебное назначение машины и детали. Анализ конструкции детали

**ПР.52.15.03.01.407.01**

Работу выполнил

Студент гр

ФИО

---

**Калининград**

**2020**

## Содержание

1 Цель и задачи работы .....	3
2 Служебное назначение машины, механизма машины и зубчатого колеса.....	3
3 Служебное назначение и анализ технических требований к детали.....	4
3.1 Служебное назначение шестерни.....	4
3.2. Характеристика материала зубчатого колеса.....	4
4 Конструктивные элементы детали и ее основные поверхности.....	5
4.1 Конструктивные элементы зубчатого колеса и их назначение.....	5
4.2 Основные поверхности зубчатого колеса.....	6
5 Анализ технических требований, предъявляемых к зубчатому колесу Н40-ИНА 125.02.112.....	7
Список используемых источников.....	9
Приложение «Колесо зубчатое».....	10

					ПД 52 15 03 01 407 01				
Изм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата					
Разраб					Служебное назначение		Лит	Лист	Листов
Провен								2	9
Н. Контр							КГТУ		
Утверд									

## 1 Цель и задачи работы

**Цель:** приобретение практических навыков анализа машины и конструкции детали.

### Задачи:

- 1) Ознакомиться со служебным назначением машины, одного из ее механизмов, в которых входит заданная деталь.
- 2) Дать характеристику марки материала детали, описать конструктивные элементы и основные поверхности детали.
- 3) провести анализ технических требований и технологичности, предъявляемых к конструкции заданной детали.

## 2 Служебное назначение машины, механизма машины и зубчатого колеса

Машина укладочная универсальная Н40-ИНА 125 предназначена для порционирования и фасования свежей, охлажденной, дефростированной рыбы различных видов, разделанной на тушку, на продольные полосы, филе, а также неразделанной рыбы мелких видов, кальмара разделанного, мяса животных и птицы в банки при производстве консервов и пресервов. [1]

В таблице 1 указаны технические характеристики машины укладочной универсальной Н40-ИНА 125.

Таблица 1 - Технические характеристики машины укладочной универсальной Н40-ИНА 125

Показатели	ИНА-125
Производительность, бан/мин.	45-70
Мощность, кВт	2.75
Применяемая тара, № банки	1-6,8,21,22,38,56
Габаритные размеры, мм	1580x1800x2130
Масса машины, кг	1520
Обслуживающий персонал, чел	1-2

Механизм периодического поворота служит для преобразования вращательного движения с постоянной угловой скоростью от редуктора во вращательное движение с выстоями.

### 3 Служебное назначение и анализ технических требований к детали

#### 3.1 Служебное назначение шестерни

Цилиндрическое прямозубое зубчатое колесо выступает в роли связующего звена (элемента) двух соосных валов для передачи крутящего момента с одного вала на другой, а также для обеспечения необходимого передаточного отношения. Заданная величина передаточного отношения и крутящего момента обеспечивается за счет контакта эвольвентных поверхностей зубьев двух шестерней (колес).

#### 3.2. Характеристика материала зубчатого колеса

Деталь по заданию - колесо зубчатое Н40-ИНА 125.02.112, изготовлено из материала сталь 45. Сталь 45 относится к конструкционным углеродистым качественным сталям. Химический состав этого материала указан в таблице 2.

Благодаря высокой выносливости и терпимости к значительным перепадам температуры, сталь 45 применяется при производстве редукторов, в которые в свою очередь входят зубчатые колеса. Сталь 45 является относительно дешёвым металлом, что позволяет производить из неё валы-шестерни, шестерни, зубчатые колеса и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Заменитель – стали: 40Х, 50, 50Г2.

Вид поставки – сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590-2006 [1]. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479-70 [2], ГОСТ 1133-7 [3].

Таблица 2 - Химический состав стали 45, % (ГОСТ 1050-2013 [4])

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не более					
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Технологические свойства:

- Температураковки, °С: начала 1250, конца 700. Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе.
- Свариваемость – трудносвариваемая. Способы сварки: РДС и КТС. Необходим подогрев и последующая термообработка.
- Обрабатываемость резанием – в горячекатаном состоянии при HB 170-179 и  $\sigma_B = 640$  МПа  $K_{VT.спл} = 1$ ,  $K_{V.б.ст} = 1$ .
- Флокеночувствительность – малочувствительна
- Склонность к отпускной хрупкости – не склонна

Таблица 2 - Механические свойства проката стали 45

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_B$	$\sigma_5$	$\psi$
			МПа	%	
			Не менее		
1050-88	Прокат горячекаменный	250	600	16	40

Таблица 3 - Механические свойств поковок (ГОСТ 8479-70 [2])

Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\sigma_5$	$\psi$	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>	НВ, не более
		МПа		%			
		Не менее					
Нормализация	100-300	245	470	19	42	39	143-179
				17	35	34	
				15	30	34	
Нормализация. Закалка. Отпуск	100-300	315	570	17	38	39	167-207
				14	35	34	
				12	30	29	

## 4 Конструктивные элементы детали и ее основные поверхности

### 4.1 Конструктивные элементы зубчатого колеса и их назначение

Основными элементами детали являются конструктивные элементы, обеспечивающие выполнение деталью функционального назначения.

Основными конструктивными элементами дискового зубчатого колеса, показанного на рис. 1 являются зубья; каждый зуб состоит из головки зуба и ножки зуба. Зубья находятся на ободе колеса и вместе с ободом составляют зубчатый венец, более тонкая часть колеса - диск, соединяет ступицу с ободом. Внутри ступицы имеется отверстие для вала с пазом для шпонки или шлицов.

На рисунке 1 показаны условные изображения элементов чертежа зубчатого колеса. Элементы данного зубчатого колеса:

1. Посадочное отверстие в колесе служит для его установки на вал.
2. Шпоночный паз для призматической шпонки.
3. Ступица – центральная часть вращающейся детали с отверстием для посадки на вал; для обеспечения увеличения площади соприкосновения при посадки между валом и колесом.
4. Диск - тонкая часть колеса служащая для уменьшения массы и соединяющая ступицу с ободом.
5. Зуб – конструктивный элемент на звене для передачи крутящего момента посредством взаимодействия с соответствующими конструктивными элементами другого звена.
6. Зубчатый венец – зубчатая часть должна быть достаточно широкой, чтобы обеспечить максимальную площадь соприкосновения взаимодействующих колес, - обеспечивается прочность конструкции, качество зацепления, меньшие контактные нагрузки; для эвольвентного зацепления и передачи крутящего момента.
7. Фаски – поверхности, образованные скосом торцевой кромки материала.

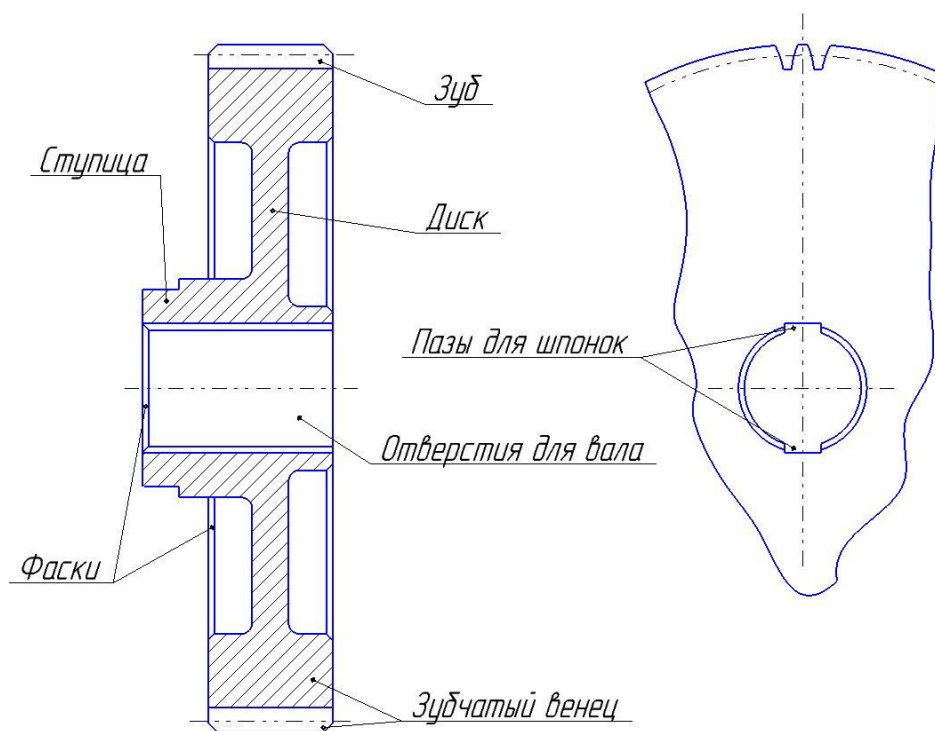


Рисунок 1- Основные конструктивные элементы зубчатого колеса

## 4.2 Основные поверхности зубчатого колеса

Под основными конструкторскими базами понимают поверхности, при помощи которых определяется положение данной детали в изделии. Вспомогательными базами называют поверхности детали, определяющие положение всех присоединяемых деталей относительно данной. Исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали (зубчатого колеса). Свободной называют поверхность, не соприкасающуюся с поверхностями других деталей и служащую для соединения основных, вспомогательных и исполнительных поверхностей между собой.

Исполнительными поверхностями зубчатого колеса Н40-ИНА 125.02.112 являются эвольвентные поверхности зубьев в количестве 122 поверхностей (профиль зубчатого колеса) 1, 2 (см. рис 2).

Основной базой зубчатого колеса является комплект из цилиндрической поверхности 3, торца зубчатого колеса 4, шпоночного паза 5. Поверхность 3 является двойной направляющей, т.к.  $l/d=52/32=1,625>1$  и лишает деталь четырех степеней свободы. Поверхность 4 является опорной базой и лишает деталь одной степени свободы. Поверхность 5 является опорной базой и лишает деталь одной степени свободы. Таким образом, комплект основной конструкторской базы лишает всех 6-ти степеней свободы (см. рис 2).

Вспомогательной конструкторской базой является торец 6 (см. рис 2). Все остальные поверхности являются свободными: 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17.

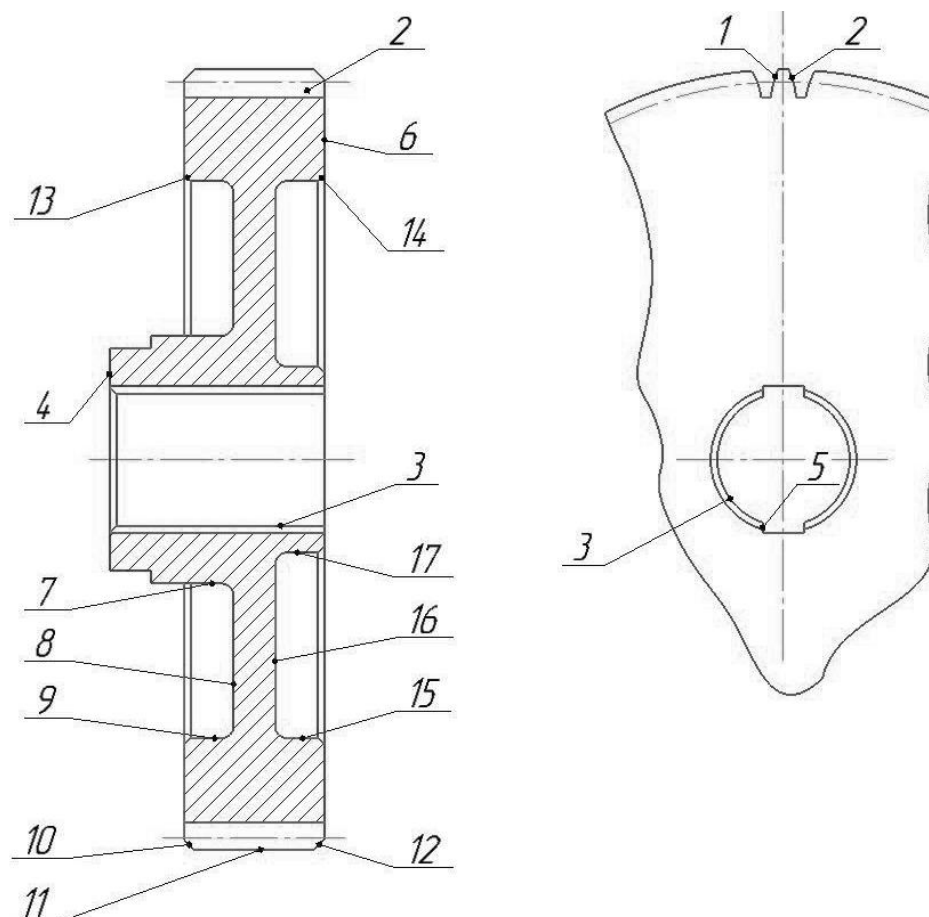


Рисунок 2 - Основные поверхности зубчатого колеса Н-40 ИНА 125.02.112

## 5 Анализ технических требований, предъявляемых к зубчатому колесу Н40-ИНА 125.02.112

Чертёж детали не в полной мере даёт представление о конфигурации, конструкции, размерах, их точности формы всех поверхностей детали, материале и его свойствах.

Имеющихся на чертеже видов, проекций, разрезов, выносных элементов вполне достаточно для понимания общего вида изделия.

На размеры детали заданы отклонения для ее последующего изготовления и надежного функционирования:

1) Цилиндрическая поверхность, в которую вставляется вал коробки передач – посадочное отверстие  $\phi = 32\text{H}7^{+0,2}$  выполнено с необходимым качеством и полем допуска, согласно служебному назначению, т.к. оно предпочтительно для отверстий с повышенными требованиями к точности и работающих при тяжёлых режимах работы. Посадки Н7 характеризуются минимальной по сравнению с остальными величиной гарантированного зазора для обеспечения герметичности, точного направления. Шероховатость цилиндрической поверхности составляет 1,6 мкм по критерию Ra, что соответствует заданному качеству Н7 и размеру отверстия  $\phi = 32$  мм, к которому он относится, согласно ГОСТ 2789-73 [5].

2) Левый торец ступицы, диаметр которой составляет  $\phi = 54_{-0,3}$  мм должен быть выполнен по 12 качеству, что следует указать на чертеже, чтобы размер не попадал под категорию “Предельные отклонения линейных размеров с неуказанными допусками” согласно ГОСТ 30893.1-2002 [6], так как отклонение на этот размер указано точнее, чем

					<b>ПР 52.15.03.01.407.01.</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		7

установленное ГОСТом, что также не противоречит ему. Следовательно, данный размер должен быть указан на чертеже как:  $\varnothing = 54h12_{-0,3}$  мм. Шероховатость торца составляет 2,5 мкм по критерию Ra, что соответствует заданному качеству h12 и размеру вала  $\varnothing = 54$  мм, к которому он относится, согласно ГОСТ 2789-73 [5]. Торцевое биение составляет 0,02 мкм и является более точным, чем указанное в ГОСТе на данный размер, но не противоречит ему (ГОСТ 24643-81 [7]).

3) Ширина шпоночных пазов, для которых установлено поле допуска по Js9 имеют верные отклонения на размер -  $10Js9(\pm 0,018)$  мм. Шероховатость их поверхностей составляет 3,2 мкм по критерию Ra, что также является верным согласно ГОСТ 2789-73. Наличие такой шероховатости необходима для обеспечения сопряжения деталей по всей поверхности.

4) Размер шпоночных пазов равный  $35,6^{+0,2}$  мм должен быть выполнен по 12 качеству, что следует указать на чертеже, чтобы размер не попадал под категорию “Предельные отклонения линейных размеров с неуказанными допусками” согласно ГОСТ 30893.1-2002 [6], так как отклонение на этот размер указано точнее, чем установленное ГОСТом, что также не противоречит ему. Следовательно, данный размер должен быть указан на чертеже как:  $35,6h12^{+0,2}$  мм.

5) На левый и правый торцы зубчатого венца установлено торцевое биение 0,045 мкм, что соответствует ГОСТ 24643-81 [7]).

6) Радиальное биение установленное на зубчатое колесо составляет 0,058 мкм, что является завышенным по сравнению с ГОСТовским равным 0,068 мкм, но при этом не противоречит ему (ГОСТ 24643-81 [7]).

7) Размер ширины зубчатого венца установленный с отклонением по 12 качеству соответствует ГОСТу -  $34h12_{-0,25}$  мм. Следовательно, согласно ГОСТ 30893.1-2002 его можно не указывать на чертеже, так как он будет относиться к “Предельным отклонениям линейных размеров с неуказанными допусками”.

8) Шероховатость эвольвентной поверхности зубьев равной 1,6 мкм по критерию Ra соответствует ГОСТ 2789-73 [5]. Шероховатость вершин и впадин зубьев равных 3,2 мкм по критерию Ra так же соответствует ГОСТ 2789-73.

9) Длина ступицы зубчатого колеса равная  $52_{-0,19}$  мм должна быть выполнена по 11 качеству, что необходимо указать на чертеже, во избежание попадания отклонения размера под категорию “Предельные отклонения линейных размеров с неуказанными допусками” согласно ГОСТ 30893.1-2002. Следовательно, данный размер должен быть указан на чертеже как:  $52h11_{-0,19}$  мм.

10) Все остальные поверхности имеют шероховатость 6,3 мкм по критерию Ra. Допуски и отклонения на остальные размеры не требуются указывать на чертеже согласно ГОСТ 30893.1-2002 [6].

Таким образом, необходимые допуски радиального и торцевого биения, отклонения формы и расположения поверхностей обозначены на чертеже. Доработанный чертеж колеса зубчатого Н-40 ИНА 125.02.112 представлен в приложении Б.

К данной детали предъявляются, также, следующие технические требования:  
1) Твердость на поверхности зубчатого колеса, обеспечивающаяся объемной закалкой (улучшение) с отпуском. Этим обеспечивается хорошая износостойкость и достигается необходимая твердость равная 30...34 HRC.

2) Предусмотренная конструктором химическое оксидирование поверхности электрохимическим методом необходимо для защиты детали от коррозии и работы ее в агрессивной среде, чтобы обеспечить более точную и продолжительную работу детали.

3) Смещение оси шпоночного паза относительно оси зуба должно быть не более 0,1 мм во избежание угловой погрешности, что может привести к несовпадению рабочих поверхностей.

					<b>ПР 52.15.03.01.407.01</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



## Список используемых источников

1 ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент – М., 2006 - 7 с.

2 ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия – М., 1971 – 112-120 с.

3 ГОСТ 1133-7. Сталь ковкая круглая и квадратная. Сортамент - М., 1973– 32-34 с.

4 ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия – М., 2015 – 85 с.

5 ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики – М., 1981 – 8 с.

6 ГОСТ 30893.1-2002. Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками. – М., 2004 – 9 с.

7 ГОСТ 24643-81. ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения. – М., 1984 – 14с.

					<b>ПР 52.15.03.01.407.01</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9