

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление Агроинженерия  
Профиль Технический сервис в АПК  
Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ**  
**КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**На тему: Проектирование технологического процесса изготовления**  
**ведомого шкива комбайна CLASS Lexion470 с разработкой**  
**приспособления для контроля**

**Шифр** 35.03.06.638.18.ПК 00.00.00 ПЗ

Дипломник	<u>студент</u>	_____	<u>Фаттахов Р.Р.</u>
		подпись	Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u>	_____	<u>Марданов Р.Х.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Допущен к защите (протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	_____	<u>Яхин С.М.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

**Казань – 2018**

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе  
Фаттахова Рафиля Рамилевича на тему:  
Проектирование технологического  
процесса изготовления ведомого шкива  
комбайна CLASS Lexion 470 с  
разработкой приспособления для  
контроля

ВКР состоит из пояснительной записки на 73 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 9 рисунков, 15 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 46 наименования.

В первом разделе дана характеристика изготавливаемой детали.

Во втором разделе, представлен технологический процесс изготовления шкива комбайна CLASS Lexion 470.

В третьем разделе разработано приспособление для контроля шкивов. Произведены необходимые конструктивные и технологические расчеты.

В четвертом разделе спроектированы мероприятия по безопасности жизнедеятельности на производстве.

В пятом разделе дано экономическое обоснование конструкции приспособления. Подсчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости капитальных вложений

Записка завершается выводами и предложениями.

## ANNOTATION

to the final qualifying work of Fattakhov Rafil Ramilevich on the theme: Designing the technological process for manufacturing the pulley of the CLASS Lexion 470 combine harvester with the development of a control device

The WRC consists of an explanatory note on 73 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, conclusions and includes 9 figures, 15 tables, 1 annex. The list of used literature contains 46 items.

In the first section, the characteristic of the manufactured part is given.

In the second section, the technological process for manufacturing the sheave CLASS Lexion 470 is presented.

In the third section, a device for controlling pulleys has been developed. The necessary design and technological calculations have been made.

In the fourth section, measures for the safety of life in the workplace have been designed.

The fifth section gives an economic justification for the construction of the device. The economic effect of the implementation and the payback period of capital investments have been calculated

The note ends with conclusions and suggestions.

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТАЛИ</b> .....	8
1.1 Описание детали и ее служебное назначение .....	8
1.2 Цели и задачи проектирования технологического процесса .....	9
1.3 Факторы, влияющие на построение технологического процесса..	11
<b>2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕДОМОВОГО ШКИВА КОМБАЙНА CLASS LEXION 470</b> .....	14
2.1 Выбор материала и метода получения заготовки .....	14
2.2 Операционные эскизы технологического процесса изготовления детали .....	17
2.3 Расчет режимов резания .....	17
2.4 Основы организации системы бездефектного труда и самоконтроль..	26
<b>3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ</b> .....	30
3.1 Общие сведения о контроле механической обработки деталей ....	30
3.2 Назначение контрольных приспособлений .....	31
3.3 Типы контрольных приспособлений .....	33
3.4 Проектирование приспособления для контроля шкивов .....	45
3.5 Конструктивные расчеты .....	47
3.5.1 Расчет болтов на срез.....	47
3.5.2 Расчет усилия зажима гаек .....	49
3.5.3 Расчет болтов крепления плиты.....	51
<b>4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	53
4.1 Организация производственного освещения .....	53
4.2 Расчет освещения .....	55
4.3 Инструкция по охране труда для токаря при точении шкива .....	57
4.4 Производственная гимнастика на рабочем месте.....	62
<b>5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ</b> .....	68

5.1 Расчет балансовой стоимости приспособления.....	68
5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.....	70
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>75</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>79</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Обработка металлов резанием является одной из наиболее трудоемких и дорогих операций в современном машиностроении. За последние 35...40 лет в методах обработки металлов резанием произошли значительные изменения, давшие резкое повышение производительности труда на станочных операциях. Однако, трудоемкость станочных работ продолжает составлять еще значительную долю (от 30 до 50% и выше) в общей трудоемкости изготовления машин. Поэтому техническая мысль продолжает настойчиво работать над вопросами сокращения стоимости и трудоемкости станочных операций.

Применение более совершенных инструментов не просто ограничивается повышением режимов резания. Оно часто приводит к возникновению новых методов обработки металлов и появлению более совершенных станков.

Очень часто создание более совершенной геометрии или конструкции режущих инструментов является единственным средством резкого повышения производительности станков.

Достижения современного машиностроения в значительной части стали возможны благодаря тем исследованиям и открытиям, которые произведены в области науки о резании металлов.

Правильное проектирование и эксплуатация режущих инструментов, разработка новых высокопроизводительных методов обработки деталей машин и применение высокопроизводительных режимов резания возможны только в том случае, когда имеется точное понимание самой сущности процесса резания, законов износа режущих инструментов в процессе резания, усилий, действующих на инструмент и станок и т.п.

Поэтому вопросы изучения процесса резания металлов и всех физических явлений, сопровождающих его, получили важнейшее значение для практики в самом начале зарождения машиностроительной промышленности.

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТАЛИ

### 1.1 Описание детали и ее служебное назначение

Деталь «шків» представляет собой фрикционную вращающуюся деталь ремённой передачи, выполненную в виде колеса, охватываемого гибкой связью (ремнем). Служебное назначение шкива состоит в использовании его как одной из основных частей ременной передачи.

Передающие вращающий момент рабочие шкивы (ведущий и ведомый) закрепляют на валах посредством шпоночных, зубчатых, штифтовых и прочих соединений. Не передающие вращающего момента шкивы (холостые шкивы, натяжные ролики) свободно вращаются на валах или осях. Конструкции шкивов отличаются большим разнообразием. Шкив малых диаметров выполняют монолитными, средних и больших диаметров – имеют ступицу и обод, связанные диском или спицами. Крупные шкивы иногда выполняют из двух половин, соединённых болтами. Изготавливают Шкив из чугуна, стали лёгкого сплава, пластмассы, иногда дерева.

Шкив под плоские ремни имеет цилиндрическую или слегка выпуклую рабочую поверхность для предохранения ремня от сбегания, с той же целью шкивы иногда снабжаются ребрами. Шкив под клиновые и поликлиновые ремни имеют канавки трапецеидального профиля. Шкив под ремень круглого сечения снабжают канавкой со скруглённым дном. Шкивы зубчато-ременных передач имеют зубья, идущие в осевом направлении, и реборды. Ступенчатые шкивы применяют в передачах с регулированием передаточного отношения путём перевода ремня с одной ступени на другую. Раздвижные конические шкивы в бесступенчатых передачах с широким клиновым ремнем выполняют с одним или обоими подпружиненными передвижными конусами, а также с принудительным перемещением одного или обоих конусов.

Данная деталь «шків» представляет собой колесо, которое является частью ременной передачи. Служебное назначение шкива состоит в том, чтобы передавать крутящий момент через ремень на вал. С валом шкив соединяется

посадкой с натягом, прижимается шайбой и фиксируется болтами. Во внутреннюю часть шкива крепится зубчатая полумуфта переходной посадкой и фиксируется штифтом. Соединение деталей осуществляется под прессом. При работе данного механизма вращение шкива на валу передается на зубчатую полумуфту, далее через зубчатую втулку – на полумуфту и на вал.

## **1.2 Цели и задачи проектирования технологического процесса**

Проектирование технологических процессов обработки заключается в выборе орудий производства (необходимых для обработки станков, приспособлений и инструментов), в установлении рациональной последовательности выполнения работ, определении изменений в размерах, форме и чистоте обрабатываемых поверхностей, регламентации действий рабочего и режима работы станка. Кроме того, при проектировании технологического процесса определяется квалификация рабочих и подсчитывается время, потребное на обработку.

Задачей проектирования технологического процесса является такое установление рационального порядка обработки, назначение орудий производства и регламентация их использования, при которых обработка деталей будет отвечать техническим требованиям, предъявляемым к изготовлению этих деталей, и в то же время будет выполняться при наименьших материальных затратах и с наибольшей производительностью.

Технологический процесс должен быть запроектирован так, чтобы были правильно и полно использованы технологические возможности станков и инструментов.

Разработка технологического процесса может вестись либо в условиях действующего завода, либо при проектировании нового предприятия. В первом случае проектирование технологических процессов может выполняться как при переходе на новый объект производства, так и в процессе изготовления освоенного объекта.

В установившемся производстве изменение конструкций отдельных деталей и необходимость совершенствования методов обработки обуславливают пересмотр запроектированных ранее технологических процессов. Однако в этом случае характер разработки технологического процесса иной, чем при проектировании нового предприятия, необходимость выполнения обработки на наличном оборудовании цеха резко отражается на варьировании выбора методов выполнения операций.

При подробном проектировании технологического процесса обработки деталей облегчается получение доброкачественных машин.

Интенсивный рост техники требует ускоренного освоения новых объектов производства. Один из наиболее эффективных способов такого ускорения — это параллельная работа конструкторов и технологов. Одновременно с конструированием узлов ведется технологическая проработка конструкций деталей и узлов. Непосредственно за выполнением детальных чертежей разрабатываются чертежи заготовок на эти отдельные детали. И, наконец, параллельно с рабочей компоновкой производится, в максимально возможной степени, изготовление погребной основной оснастки станков.

### **1.3 Факторы, влияющие на построение технологического процесса**

На технологический процесс механической обработки непосредственно влияют следующие факторы:

- 1) форма и размеры детали;
- 2) требуемая точность и чистота обрабатываемых поверхностей и другие технические условия на готовую деталь;
- 3) материал детали и ее термообработка;
- 4) характер заготовки;
- 5) программа выпуска деталей;
- 6) производственные возможности предприятия (наличный парк станков и прочие условия, при которых должна осуществляться обработка детали).

Исходные данные для проектирования технологического процесса

Для проектирования технологического процесса механической обработки необходимы следующие основные материалы и сведения:

- 1) рабочий чертеж обрабатываемой детали и другие технические условия на готовую деталь (если они имеются);
- 2) чертеж заготовки;
- 3) чертеж узла, в который входит обрабатываемая деталь;
- 4) готовой выпуск объектов производства;
- 5) количество запасных частей на каждый объект;
- 6) данные об оборудовании (паспорта станков, каталожный материал в соответствии с конъюнктурными условиями, сведения о размещении и загрузке существующего в цехе оборудования).

Кроме того, необходимы следующие справочные материалы:

- 1) нормалн операционных припусков и допусков (ГОСТ и др.);
- 2) данные о применяемых в промышленности охлаждающих жидкостях;
- 3) каталоги режущего, мерительного и вспомогательного инструмента;
- 4) стандарты сортамента материалов, изготавливаемых промышленностью;
- 5) нормативы по режимам резания, нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени и времени обслуживания рабочего места и перерывов на отдых;
- 6) таблицы величин врезания инструмента.

Подробное и тщательное ознакомление с чертежом детали и с другими техническими условиями на ее изготовление перед проектированием технологического процесса обработки обязательно. В большинстве случаев необходимо также подробное ознакомление со сборочными чертежами узлов и комплектов (или машины в целом), в которые входят обрабатываемые детали.

Проектирование технологического процесса механической обработки детали любой машины невозможно без знания всего комплекса технических требований, предъявляемых к этой детали. Перед началом разработки технологического процесса необходимо самое подробное и тщательное ознакомление с требованиями, которые предъявляются к детали. Основной

документ, в котором зафиксированы такие требования, — это рабочий чертеж детали.

#### *Требования к рабочим чертежам деталей*

В рабочих чертежах приводятся почти все технические требования, предъявляемые к обработанной детали, указываются размеры и точность обработки отдельных поверхностей, точность их взаимной координации, места, подвергающиеся термической обработке, и род этой термической обработки, чистота поверхностей и т. д. В отдельных случаях сообщается о требуемом методе обработки для получения нужной чистоты. Кроме того, на чертеже всегда указываются места, покрываемые защитными покрытиями, род и толщина слоя этих покрытий.

Современный рабочий чертеж детали должен быть в максимальной степени увязан с процессом ее обработки и контроля. Размеры, указанные на чертеже, должны быть проставлены так, чтобы отсчет этих размеров при промерах был прост, удобен и при этом не требовалось бы пересчетов. Кроме того, размеры должны быть проставлены так, чтобы при промерах не происходило накопления ошибок.

На чертеже должны быть проставлены все необходимые для обработки размеры.

Во многих случаях на ответственные поверхности задаются допустимые отклонения от правильной геометрической формы и правильной координации.

В рабочих чертежах должны быть указаны, если это требуется, специальные методы контроля (рентген, гидронспытание) и другие особые требования (балансировка, подбор по весу или по размерам, клеймение и т. д.).

В современных условиях к составлению рабочих чертежей детали все чаще начинают привлекаться технологи. Они непосредственно в конструкторском бюро проверяют рабочие чертежи, увязывая их с намечаемым процессом обработки. Это позволяет свести к минимуму все переделки и исправления в чертежах, обусловленные недоучетом тех или других особенностей технологического процесса обработки»

Кроме того, технологический контроль чертежей деталей часто позволяет своевременно избежать чрезмерного усложнения формы детали, а также назначения слишком строгих допусков на обработку.

Совместная работа конструкторов и технологов в значительной степени ускоряет как подготовку производства, так и освоение новых объектов. Современное скоростное проектирование машин требует обязательной совместной работы конструкторов и технологов.

## **2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕДОМОВОГО ШКИВА КОМБАЙНА CLASS LEXION**

470

### **2.1 Выбор материала и метода получения заготовки**

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и все возможные виды проката.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпуска детали. На выбор формы, размеров и способа получения заготовки большое значение оказывает конструкция и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность ее обработки.

К металлическим заготовкам относятся: прокат из стали и цветных металлов (простых и сложных профилей) в виде прутков и труб, поковки, листовая штамповка, отливки.

Большинство деталей типа валов, втулок, шайб и колец изготавливают из заготовок, поставляемых в виде круглых, шестигранных и квадратных прутков. Крупные и сложные по форме детали получают из штучных заготовок, полученных литьем, ковкой или штамповкой. Заготовка должна иметь несколько большие размеры, чем готовая деталь, т. е. предусматривается слой металла, снимаемый при механической обработке, который называется припуском на обработку. Величина припуска должна быть наименьшей (т. е. заготовка по форме и размерам должна приближаться к форме и размерам готовой детали), но при этом должно быть обеспечено получение годной детали.

Исходя из необходимости максимального приближения формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали, применяем такой метод, как прокат под прессом. В результате проката получаем заготовку круглого сечения.

Метод формообразования – отливка из стали 45Л ГОСТ977-88(углеродистая). К стали предъявляются требования повышенной прочности и высокого сопротивления износу, работающие под действием статических и динамических нагрузок.

#### Химический состав стали 45Л

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.20-0.52
Марганец (Mn)	0.40-0.90
Медь (Cu), не более	0.30
Никель (Ni), не более	0.30
Сера (S), не более	0.045
Углерод (C)	0.42-0.50
Фосфор (P), не более	0.04
Хром (Cr), не более	0.30

#### Механические свойства стали 45Л

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

t отпуска, °С	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>	НВ
Отливки сечением 100 мм. Закалка 830°С, масло.					
200	1810			3	550
300	1670	2	3	6	500
400	1390	4	9	10	450

#### Технологические свойства стали 45Л

<b>Свариваемость</b>
трудносвариваемая. Способ сварки: РДС. Необходим подогрев и последующая термообработка.
<b>Обрабатываемость резанием</b>
В отожженном состоянии при НВ 200 $K_{\text{в.спл.}} = 1,1$ , $K_{\text{в.б.ст.}} = 0,7$ .
<b>Склонность к отпускной способности</b>
не склонна

Таблица 2.1 – Маршрутный технологический процесс изготовления  
детали шкив

№ операции	Название операции	Оборудование
00	отрезная	CARIF 450 BA CNC
05	токарная черновая	HTC40z
10	токарная чистовая	HTC40z
15	Сверлильная	PD1616
20	Термическая	Закалочная электропечь ПВП 5000/12,5М
25	Шлифовальная чистовая	ОШ-642Ф3
30	Контрольная	MH3D DCC NS

Таблица 2.2 – Качества точности по операциям технологических  
процессов

Номер операции	Наименование операции	Стадия	Качество точности	
			диаметраль-ных размеров	продольных размеров
00	отрезная	–	14	14
05	токарная	черновая	12	12
10	токарная	чистовая	9	9
15	сверлильная	–	13	–
20	термическая	–	–	–
25	шлифовальная	чистовая	6	7
30	контрольная	–	–	–



Устанавливаем глубину резания. Припуск снимаем за 1 проход (чистовой).

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ (мм)}$$

где:

D-Диаметр заготовки равна 15,5,

d-диаметр детали

$$t = \frac{15,5 - 14}{2} = 0,75 \text{ мм}$$

Назначаем подачу.

$$S_o = 0,15 \text{ мм/об,}$$

По паспорту станка 16К20  $S_o = 0,15 \text{ мм/об}$ .

Определяем скорость резания допускаемым резцом.

$$V = V_{\text{табл}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \text{ (м/мин)}$$

$K_1$ -Коэффициент зависящий от обрабаточного материала

$K_2$ - Коэффициент зависящий от стойкости и марки твердого сплава

$K_3$ - Коэффициент, зависящий от вида обработки.

$$\text{При } t = 0,75 \text{ мм } S_o = 0,15 \text{ мм/об } V_{\text{табл}} = 57 \text{ м/мин}$$

$$K_1 = 0,85$$

$$K_2 = 1,15$$

$$K_3 = 1,35$$

$$V = 57 \times 0,85 \times 1,15 \times 1,35 = 75,22 \text{ м/мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя соответствующей найденной скорости резания.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \text{ (МИН )}$$

$$n = \frac{1000 \times 75,22}{3,14 \times 15,5} = 1545,5 \text{ МИН}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка.

$$n_{ст} = 1250 \text{ МИН}$$

Определяем действительную скорость резания.

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_{cm}}{1000} \text{ (М/МИН)}$$

$$V_d = \frac{3,14 \times 15,5 \times 1250}{1000} = 60,84 \text{ М/МИН}$$

Определяем силу резания.

$$P_z = P_{зтабл} \times K_1 \times K_2 \text{ (Н)}$$

где:

$K_1$ - коэффициент зависящий от обрабатываемого материала.

$K_2$ - коэффициент зависящий от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

При подаче  $S_o = 0,15$  мм/об и  $t = 0,75$  мм  $P_{зтабл} = 50 \text{ кг} = 500 \text{ Н}$ .

$K_1 = 1,0$  для стали НВ-200

$K_2 = 1,0$  для скорости резания меньше 100 м/мин. [2к, т5, с.36.]

$$P_z = 500 \times 1,0 \times 1,0 = 500 \text{ Н}$$

Определяем мощность затрат на резание.

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \times V_{\delta}}{60 \times 1020} \text{ (кВт)}$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{500 \times 60,84}{60 \times 1020} = 0,50 \text{ кВт}$$

$N_{\text{эл. ст. 16К20}}$  равняется 10кВт, КПД=0,75 [3, с. 279]

$$0,5 < 10 \times 0,75$$

$$0,5 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

Следовательно, обработка возможна.

Определяем машинное время.

$$T_{\text{м}} = \frac{L \times i}{n_{\text{см}} \times S_{\text{о}}} \text{ (мин)}$$

Где:

$i$ - количество проходов

$$L = l + y + \Delta \text{ (мм)}$$

Где:

$L$ - длина обработки;

$l$ -длина резания;  $l=48$ мм

$y$ -величина врезания  $y=4$

$\Delta$ - величина перебега, обработка в «упор»  $\Delta=0$

$$L = 48 + 4 + 0 = 52 \text{ мм}$$

$$T_{\text{м}} = \frac{52 \times 1}{1250 \times 0,15} = 0,28 \text{ мин}$$

**Операция сверлильная**

Станок модели 2Н125.

Деталь закрепляем в кондукторе. На этой операции сверлиться отверстие  $D=10$  на глубину 12мм.

Глубина резания при сверлении.

$$t = \frac{D}{2} \text{ (мм);}$$

где:

$D$ - диаметр отверстия или сверла.

$$t = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм}$$

Длина рабочего хода.

$$L_{p.x.} = l + y \text{ (мм);}$$

где:

$l$  – длина резания в мм.

$$l = 12 \text{ мм.}$$

$y$  – длина подвода врезания и перебега инструмента в мм.

$$y = 3 \text{ мм}$$

$$L_{p.x.} = 12 + 3 = 15 \text{ мм}$$

Назначаем подачу.

Для сверления быстрорежущими сверлами с точностью не выше 5 класса (12 качества) для диаметра равного 10 мм.

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Уточняем подачу по паспорту станка.

$$S_0 = 0,1 \text{ мм/об для станка 2Н125}$$

Определяем стойкость инструмента  $T_p$  в минутах резания.

$$T_p = 20 \text{ мин. [для } D = 10 \text{ мм]}$$

Расчет скорости резания.

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где:

$K_1$  – коэффициент зависимости от обработанного материала

$K_2$  – Коэффициент, зависящий от стойкости материала инструмента

$K_3$  – коэффициент, зависящий от отношения длины и диаметра

$$V_{\text{табл}} = 24 \text{ м/ мин}$$

$$K_1 = 0,9$$

$$K_2 = 1,25$$

$$K_3 = 1,0$$

$$V = 24 \cdot 0,9 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 27 \text{ м/мин}$$

Расчет частоты вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \times 27}{3,14 \times 5} = 1790,7 \text{ мин}^{-1}$$

Уточняем  $n$  по паспорту станка.

$$N_{\text{ст}} = 1400 \text{ мин}^{-1}$$

Определяем  $V$  действительное.

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ м/ мин}$$

$$V_{\text{д}} = \frac{3,14 \times 5 \times 1400}{1000} = 21,98 \text{ м/мин}$$

Проверяем выбранный режим резания по осевой силе резания.

$$P_o = P_{\text{табл}} \cdot K_p$$

Где:

$K_p$  – коэффициент зависящий от обрабатываемого материала.

Для наших условий обрабатывания:

$$P_{\text{табл}} = 11 \text{ кг} = 1100 \text{ Н}$$

$$K_p = 1,0$$

Следовательно,  $P_o=1100$ , что вполне удовлетворяет паспортным данным станка так как:

$$P_{\max} = 9000 \text{ Н}$$

Проверяем выбранный режим резания по мощности резания.

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_p \cdot \frac{n}{1000} \text{ кВт}$$

Для заданных условий обработки:

$$N_{\text{табл}} = 0,2 \text{ кВт}$$

$$n = 0,9$$

$$N_{\text{рез}} = 0,2 \cdot 0,9 \cdot \frac{1790,7}{1000} = 0,324 \text{ кВт}$$

По паспорту станка  $n_{\text{эл.дв.}} = 2,8 \text{ кВт}$

$$\eta = 0,8$$

$$2,8 \cdot 0,8 > 0,324$$

$$2,24 \text{ кВт} > 0,324 \text{ кВт}$$

Расчет основного машинного времени.

$$T_M = \frac{L_p}{n_{\text{см}} \times S_o} \text{ мин}$$

$$T_M = \frac{15}{1790,7 \times 0,1} = 0,084 \text{ мин}$$

### ***Операция протяжная***

Станок горизонтально-протяжной модели 7523.

Деталь закрепляется в адаптере. На этой операции протягивается шпоночный паз 4 мм на 19мм

1. Назначаем скорость резания  $V$  – в  $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$ . Сталь 45л – углеродистая сталь. Группа обрабатываемости при твердости HB 200-1

$V=7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$  для обработки шпоночных точных пазов.

2. Уточняем скорость резания по паспортным данным станка.

$V=7 \text{ м/мин}$  может быть установлено на станке, имеющего бесступенчатое регулирование в пределах от 1 до  $11,5 \text{ м/мин}$ .

3. Определяем силу резания на 1 мм длины режущей кромки.

При обработки углеродистой стали и подачи  $S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}$ .

$$F = 27,3 \text{ кг/мм}$$

$$P = F \cdot \Sigma l_p \cdot K_p$$

где:

$\Sigma l_p$  – суммарная длина режущих кромок зубьев одновременно участвующих в работе

$K_p$  – коэффициент Учитывающий условия работы

$$\Sigma l_p = l \cdot \frac{Z_p}{Z_c}$$

где:

$Z_p$  - число зубьев, одновременно участвующих в работе.

$Z_c$  – число зубьев в секунду.

$l$  - длина протачиваемого в мм.

$$Z_p = \frac{l}{t - 0,4}$$

$$Z_p = \frac{19}{7 - 0,4} = 2,88$$

где:

$t$  - шаг зубьев.

Округляем до ближайшего целого числа  $Z_p = 3$ .

$$Z_c = 2$$

$$\Sigma l_p = 19 \cdot \frac{3}{2} = 28,5$$

$$P = 27,3 \cdot 28,5 \cdot 1,0 = 778,05 \text{ кг}$$

Проверяем достаточность тяговой силы станка протягивание возможно при выполнении условия  $P \leq O$ , где:  $O$  – тяговая сила станка.

У станка 7523 = 10000 кг. Следовательно, протягивание возможно, т.к.  $778,05 < 10000$ .

5. Определяем скорость резания допускаемую мощностью электродвигателя станка.

$$V_{\text{доп.}} = \frac{60 \times 102 \times N_{\text{эл.дв.}} \times \eta}{P}$$

$$N_{\text{эл.дв.}} \text{ станка } 7523 = 18,5 \text{ кВт}$$

$$\eta = 0,85$$

$$V_{\text{доп.}} = \frac{60 \times 102 \times 18,5 \times 0,85}{778,05} = 123,7 \text{ м/мин.}$$

Следовательно, скорость резания равна  $7 \text{ м/мин}$ . Вполне может быть использовано на станке.

**Определим стойкость протяжки.**

Для шпоночных протяжек при обработке стали с твердостью HB меньше 200

$$T = 60 \text{ мин}$$

**Определим машинное время.**

$$T_{\text{м}} = \frac{L_{\text{рх}} \times K}{1000 \times V} \text{ ? } K = (\text{мин}).$$

$$K = 1 + \frac{V}{V_{\text{ох}}}$$

где:

$V$  – скорость рабочего хода

$V_{\text{ох}}$  – скорость обратного хода

По паспорту станка  $V_{\text{ох}} = 20 \text{ м/мин}$ .

$$K = 1 + \frac{7}{20} = 1,35$$

$$L_{\text{рх}} = l_{\text{п}} + l + l_{\text{доп}}$$

где:

$L_{\text{рх}}$  - длина рабочего хода протяжки

$$l_{\text{п}} = 28,5 \text{ мм}$$

$$l = 60 \text{ мм}$$

$l_{\text{доп}}$  - перебег принимается от 30 до 50 мм.

$$l_{\text{доп}} = 30 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 28,5 + 60 + 30 = 118,5 \text{ мм}$$

$$T_{\text{м}} = \frac{118,5}{1000 \times 7} \cdot 1,3 = 0,022 \text{ мин}$$

## 2.4 Основы организации системы бездефектного труда и самоконтроль

Была разработана и внедрена новая, весьма эффективная система организации контроля качества — система бездефектного изготовления продукции и сдачи ее с первого предъявления. Ее суть заключается в том, что исполнитель сам проверяет качество выпущенной им продукции или выполненной работы и, убедившись в ее соответствии нормативным требованиям, предъявляет контрольному аппарату. При обнаружении первого же дефекта в одном экземпляре вся продукция признается недоброкачественной и без дальнейшей проверки направляется исполнителю на доработку. Повторно эту продукцию или работу представляет в ОТК не сам исполнитель, а его руководитель (для рабочего — это мастер или бригадир, для инженера-конструктора, технолога — руководитель бюро и т.д.) Если же и при повторной проверке обнаружены дефекты, о чем делается отметка в сопроводительном документе, то в третий раз ее предъявляет руководитель соответствующего подразделения завода (начальник цеха или отдела). Таким образом, ответственность за качество продукции и выполнение работ ложится на самих исполнителей. Поскольку на качество продукции влияет труд не только конкретного рабочего, но и многих других исполнителей, подготавливающих техническую документацию (конструкторы и технологи), оснастку и инструмент (работники инструментального хозяйства), материалы (работники отдела снабжения), оборудование (служба механика) и т.д., то

бездефектное изготовление продукции является следствием высококачественного труда многих исполнителей.

Внедрение системы бездефектного труда требует осуществления ряда технических, организационных, экономических, воспитательных мероприятий, направленных на повышение качества работы исполнителей на всех стадиях и участках производства. К этим мероприятиям относятся нижеследующие.

1. Тщательная проверка и корректировка всей технической документации, использование которой в производстве должно гарантировать выпуск продукции без отклонений (дефектов). При обнаружении первых ошибок и недоделок в техническом документе он возвращается исполнителю для доработки, а факт возврата фиксируется в показателях работы соответствующего отдела

2. Непрерывное совершенствование конструкций деталей и технологических процессов их изготовления. Так, в период внедрения системы бездефектного изготовления продукции на Минском тракторном заводе было пересмотрено более 1400 технологических процессов по всем операциям и 1600 чертежей на детали.

3. Повышение точности оборудования, обеспечивающей изготовление продукции в заданных параметрах качества. При обнаружении брака или дефекта в продукции составляется акт, а сам факт фиксируется в показателях работы службы механика.

4. Обеспечение производственных участков доброкачественными приспособлениями и инструментом в соответствии с требованиями стандартов или технических условий. При обнаружении первого дефекта (брака) в оснастке она немедленно возвращается на доработку, а факт возврата фиксируется в показателях работы инструментального отдела и цеха.

5. Обеспечение производственных участков материалами и заготовками соответствующего качества. При обнаружении отклонения качества исходных материалов и заготовок от норм составляется акт, заготовки возвращаются цехам-изготовителям, а факты отклонений отражаются в показателях работы

отдела материально-технического снабжения (по материалам) и соответствующих заготовительных цехов (по заготовкам собственного производства).

6. Максимальная механизация и автоматизация основных и вспомогательных операций (включая контроль), обеспечивающая стабильность производственного процесса и объективную оценку качества продукции.

7. Широкое внедрение современных методов контроля качества и повышение квалификации работников аппарата технического контроля.

8. Обеспечение производственных участков рабочей силой соответствующей квалификации. Для этого каждый рабочий должен пройти переаттестацию, на основе которой определяется уровень его квалификации. При соответствии квалификации рабочего выполняемой работе ему выдается аттестат с тремя талонами. При каждом нарушении технологической дисциплины или при сдаче недоброкачественной продукции работник ОТК отрезает один талон. При утрате всех талонов аттестат становится недействительным, и решением квалификационной комиссии рабочему может быть снижен разряд или он должен пройти аттестацию повторно. Такой же порядок аттестации может быть применен и к контролеру, принявшему более трех раз недоброкачественную продукцию.

9. Материальное стимулирование исполнителей и работников контрольного аппарата за достижение высоких показателей качества продукции. Для обеспечения этого внедряется балльная оценка качества работы. При достижении высшего балла (5) исполнителям и контролерам в технических документах требованиям, передает изделия на следующий этап технологического процесса (операцию). Чтобы качественно выполнить проверку, выяснить причины появления брака и наметить пути его предупреждения, рабочий должен обладать высоким уровнем знаний, позволяющих глубоко разобраться в сложившейся ситуации и принять то либо иное решение, т.е. внести предложение по повышению качества продукции.

Наиболее успешно проблема самоконтроля качества решена на японских

предприятиях, где для широкого использования этого метода и изучения проблем качества на каждом участке производства организуются кружки качества — небольшие группы рабочих (до 10 человек) данного цеха, занимающихся на добровольных началах проблемами дальнейшего повышения качества продукции с целью содействия развитию и совершенствованию выпускаемой ими продукции на основе обучения и самостоятельных занятий с тем, чтобы расширить кругозор и границы мышления. При этом в программу обучения входят такие вопросы, как требования к качеству продукции и методы его улучшения, самые современные научные методы контроля, включая статистические, и др. Все это позволяет не только обеспечивать высокое качество выполнения работ на каждой операции, но и намечать и реализовывать пути дальнейшего повышения на каждом участке производства. По оценке специалистов, использование самоконтроля на рабочем месте не только позволяет обеспечить высокое качество продукции, но и способствует решению важных экономических и организационных вопросов (обеспечение гибкости производства, снижение себестоимости, активизация человеческого фактора и др.). Для этого широко используются механические и автоматические устройства, позволяющие при обработке деталей отключать оборудование в случае отклонения от требований чертежей и появления брака или даже при обработке определенного количества деталей, чтобы не допустить обработки деталей сверх необходимого количества и тем самым предупредить образование сверхнормативного задела. Даже если рабочий пересекает свою рабочую зону, конвейер автоматически останавливается. При этом причины отключения или брака тщательно исследуются и намечаются мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Общие сведения о контроле механической обработки деталей

Все основные виды контроля механической обработки деталей можно разбить на девять групп: контроль валов, контроль отверстий, контроль конических поверхностей, контроль плоскостей, контроль корпусных деталей, контроль шпоночных и шлицевых соединений, контроль резьбовых соединений, контроль зубчатых колес, контроль шероховатости.

Перед началом контроля любой детали необходимо ознакомиться с чертежом, по которому изготавливается деталь; с техническими условиями, указанными в чертеже; с технологическим процессом изготовления детали, а при операционном контроле — с той операцией, после выполнения которой деталь предъявляется на контроль.

На основании технологии изготовления и технологии контроля определяются методы и средства контроля.

Затем следует осмотреть контролируемую деталь и проверить выполнение предыдущих операций согласно технологическому процессу. При осмотре необходимо обращать внимание на отсутствие механических повреждений в виде забоин, трещин, раковин, рыхлости, пороков проката — волосовины и т. д. Это необходимо делать, так как приведенные выше пороки могут помешать правильному измерению или контролю деталей, а также послужить причиной считать их браком до контроля измерительными средствами.

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00.00.ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док-м.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Контрольное приспособление</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Фаттахов Р.Р.</i>						
<i>Провер.</i>	<i>Марданов Р.Х.</i>						
<i>Н. Контр.</i>	<i>Марданов Р.Х.</i>						
<i>Утвердил</i>	<i>Яхин С.М.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						1	16
					<i>Казанский ГАУ каф. ОИД 242 группа</i>		

В помещении, где производится измерение, не должно быть резких перепадов температуры, сотрясений, вызывающих вибрации стрелок измерительных приборов и т. п.

При контроле деталей скобами, пробками, плоскопараллельными плитками нельзя допускать, чтобы калибр долгое время находился в руке проверяющего. Так, штампованная скоба размером 90 мм, находясь в течение 15 мин в руке контролера, увеличивает свой размер на 0,004 мм. Перед началом контроля следует также, убедиться в правильности показаний измерительного инструмента и в отсутствии механических повреждений на нем.

### 3.2 Назначение контрольных приспособлений

Контроль качества изделий весьма важен в современном машиностроении; в особенности велика роль контроля при производстве изделий по принципу полной взаимозаменяемости. Применение универсальных измерительных инструментов и калибров малопроизводительно, не всегда обеспечивает нужную точность и удобство контроля, а в условиях поточно-автоматизированного производства вообще неприемлемо.

Контрольные приспособления повышают производительность труда контролеров, улучшают условия их работы, повышают качество и объективность контроля. Так, при контроле гладкого валика диаметром 40 мм в трех сечениях микрометром обеспечивается производительность 90 деталей в час, при использовании предельной скобы — 300 деталей, контрольного приспособления с одним индикатором — 400, контрольного приспособления с тремя электроконтактными головками и световой сигнализацией — 1000 и контрольно-сортировочного автомата — 1500. Контрольные приспособления уменьшают попадание брака в годные детали и пропуск годных деталей в брак.

Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машин. Приспособления для проверки деталей применяют на промежуточных этапах обработки (межоперационный контроль) и для

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

окончательной приемки, выявляя точность размеров, взаимного положения поверхностей и правильность их геометрической формы.

Высокая точность современных машин обуславливает использование в контрольных приспособлениях измерителей высокой чувствительности и важность правильного выбора принципиальной схемы и конструкции приспособления.

Погрешность измерения, под которой понимают отклонение найденного значения величины от ее истинного значения, должна быть по возможности малой.

Однако чрезмерное повышение точности измерения может привести к усложнению и удорожанию приспособления и снижению его производительности.

Погрешности измерения в зависимости от назначения изделия допускают в пределах 8—30 % поля допуска на контролируемый объект. Общая (суммарная) погрешность измерения определяется рядом ее составляющих: погрешностью, свойственной самой схеме; погрешностью установки контролируемого изделия; погрешностью настройки приспособления по эталону, износам деталей приспособления, а также колебаниями температуры.

При конструировании контрольных приспособлений необходимо изучить условия возникновения первичных погрешностей и выявить пути их уменьшения или полного устранения. На выбор принципиальной схемы контрольного приспособления большое влияние оказывает заданная производительность контроля. При 100 %-ной проверке деталей в поточном производстве время контроля не должно превышать темпа работы поточной линии. Для выборочного контроля деталей при стабильных технологических процессах их изготовления требования к производительности контрольного приспособления могут быть снижены.

Для проверки небольших и средних деталей применяют стационарные контрольные приспособления, а для крупных — переносные. Наряду с

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

одномерными находят широкое применение многомерные приспособления, где за одну установку проверяют несколько параметров.

Контрольные приспособления делят на пассивные и активные. Пассивные применяют после выполнения операций обработки. Активные устанавливают на станках; они контролируют детали в процессе обработки, давая сигнал на органы станка или рабочему на прекращение обработки или изменение условий ее выполнения при появлении брака. Контрольные приспособления из самостоятельных устройств превращаются в составную часть автоматических систем. Это позволяет снизить себестоимость продукции в результате устранения брака и исключения контроля как самостоятельной операции.

Контрольные приспособления, обычные и автоматические, должны обеспечивать заданную точность и производительность контроля, быть удобными в эксплуатации, простыми в изготовлении, надежными при длительной работе и экономичными.

### 3.3 Типы контрольных приспособлений

Для проверки небольших и средних деталей применяют *стационарные* контрольные приспособления, а для крупных – *переносные*. Наряду с *одномерными* находят широкое применение *многомерные* приспособления, где за одну установку проверяют несколько параметров.

Контрольные приспособления делят на пассивные и активные.

*Пассивные* применяют после выполнения операций обработки.

*Активные* устанавливают на станках, они контролируют детали в процессе обработки, давая сигнал на органы станка или рабочему на прекращение обработки или изменение условий ее выполнения при появлении брака.

Контрольное приспособление состоит из установочных, зажимных, измерительных и вспомогательных элементов, смонтированных на корпусе приспособления.

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

На *установочные элементы* (опоры) ставят проверяемую деталь своими измерительными базами для проведения контроля. Для установки применяют постоянные опоры со сферическими и плоскими головками, опорные пластины, а также специальные детали (секторы, кольца и т. д.) в зависимости от конфигурации детали.

Опоры со сферическими головками применяют для установки деталей на необработанные базы; с гладкой поверхностью – на обработанные базы.

Призмы используют для установки деталей на внешние цилиндрические поверхности.

Для проверки деталей на радиальное или осевое биение применяют установку на одно или два соосных цилиндрических отверстия.

Часто детали для проверки устанавливают на конические кольца или разжимные оправки. Кроме того применяют различные сочетания элементарных поверхностей в качестве установочных баз (плоскость - наружная цилиндрическая поверхность, плоскость – отверстия и т. д.)

В контрольных приспособлениях применяют *ручные зажимные устройства* (рычажные, пружинные, винтовые, эксцентриковые), также *устройства с приводом* (пневмозажимы). Часто применяют комбинированные зажимные устройства.

*Измерительные устройства* контрольных приспособлений делятся на предельные (бесшкальные) и отсчетные (шкальные). Особую группу составляют устройства, работающие по принципу нормальных калибров.

*Предельные* измерительные устройства не дают численного значения измеряемых величин, а все проверяемые изделия делят на три категории: годные, брак по переходу за нижнюю границу допуска и брак по переходу за верхнюю границу допуска.

В качестве простейших устройств применяют встроенные в контрольные приспособления жестко закрепленные или выдвигаемые предельные элементы (скобы, пробки, шупы т. д.).

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Широкое применение получили электроконтактные датчики: их применяют в контрольно-сортировочных автоматах.

В качестве отсчетных измерителей используют индикаторы с рычажной или зубчатой передачами (до 0,001 мм), а также пневматические микромеры (до 0,2 мм).

*Вспомогательные* устройства контрольных приспособлений имеют различное целевое назначение это различные поворотные устройства, ползуны, подъемные устройства, выталкиватели.

*Корпусы* контрольных приспособлений выполняют в виде массивной жесткой плиты или корпусной детали.

Изготавливают из СЧ 12 или СЧ 15.

На рис. 3.1 – 3.2 показаны примеры некоторых приспособлений.

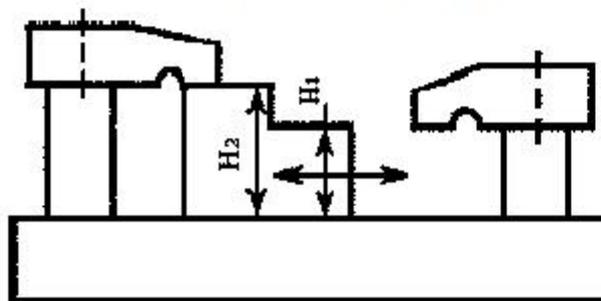


Рисунок 3.1 Приспособление с жесткими предельными элементами.

Простейшая схема приспособления – схема с жесткими предельными элементами для проверки высоты уступов (размеры  $H_1$  и  $H_2$ ) ступенчатой детали, которую в процессе контроля передвигают по плите вручную (рис. 3.1). Контроль производят от нижней базовой плоскости.

Схема индикаторного приспособления для проверки соосности двух отверстий дана на рис. 3.2. Контролируемую деталь 1 надевают на консольный пустотелый палец 2 и в процессе проверки поворачивают рукой на один оборот. При эксцентриситете малого отверстия измерительный наконечник 3 передает движение через рычаг 4 и штифт 5 на индикатор 6. На его шкале отмечается удвоенная величина эксцентриситета.

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

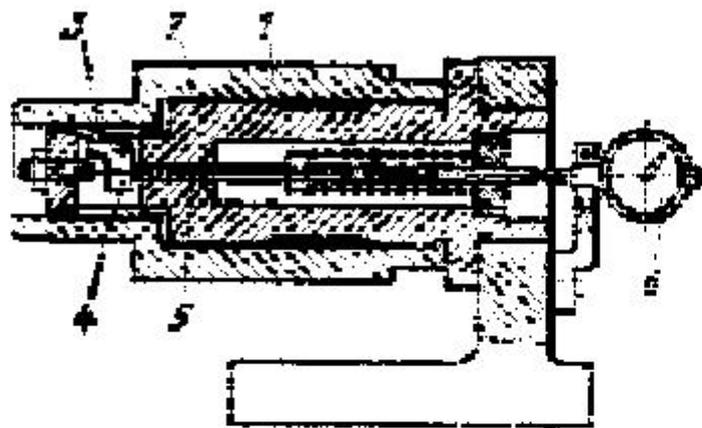
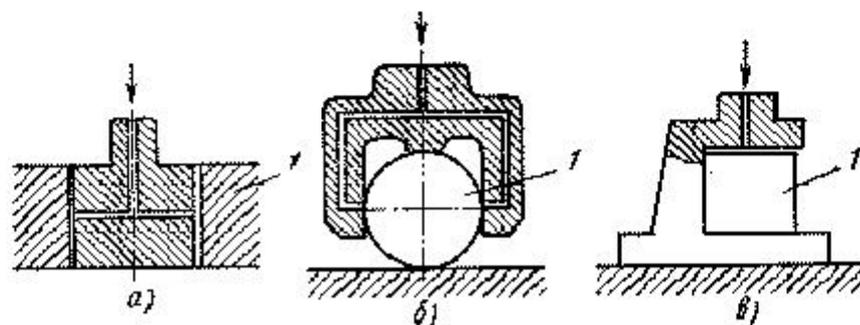


Рис. 3.2. Индикаторное приспособление для проверки соосности двух отверстий.



а) – отверстий б) диаметра стержней; в) высоты детали.

Рисунок 3.3. Пневматические устройства для контроля;

Измерительные металлические рулетки выполняются из инвара, нержавеющей стали и светлополированной стальной ленты длиной 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100 м. Они выпускаются 2-го и 3-го классов точности. Допускаемые отклонения действительной длины миллиметровых делений рулеток должны быть не более  $\pm 0,15$  и  $\pm 0,20$  мм, сантиметровых — не более  $\pm 0,20$  и  $\pm 0,30$  мм, дециметровых и метровых — не более  $\pm 0,30$  и  $\pm 0,40$  мм для 2-го и 3-го классов точности соответственно.

Измерительные металлические линейки изготавливаются из стальной пружинной термообработанной ленты со светлополированной поверхностью длиной до 1 м с ценой деления 1 мм.

Складные металлические метры изготавливаются длиной 1 м и состоят из 10 стальных упругих пластин, соединенных шарнирно. Металлические

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

измерительные линейки должны иметь отклонения между любыми штрихами не более 0,10 мм.

*Стеклянные штриховые линейки* имеют пять интервалов по 25 мм общей длиной 125 мм. Интервал 60-61 мм имеет 10 делений через 0,1 мм.

Ширина штрихов — 0,006 мм; допускаемое отклонение на расстоянии между любыми штрихами  $\pm 0,002$  мм; точность аттестации не ниже 0,0005 мм.

*Штангенинструменты* представляют собой две измерительные губки, одна из которых связана с направляющей штангой, имеющей основную шкалу, а другая — с подвижной рамкой, несущей нониус. Принцип действия нониуса основан на совмещении штрихов основной шкалы и шкалы нониуса. К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенрейсмусы, штангенвысотомеры, штангенглубиномеры, штангензубомеры.

*Штангенциркули* выпускаются нескольких типов: ШЦ-1 — двусторонние с глубиномером (рисунок 3.4, в); ШЦТ-I — односторонние из твердого сплава; ШЦ-II — двусторонние (рисунок 3.4, б); ШЦ-III — односторонние (рисунок 4.2, в).

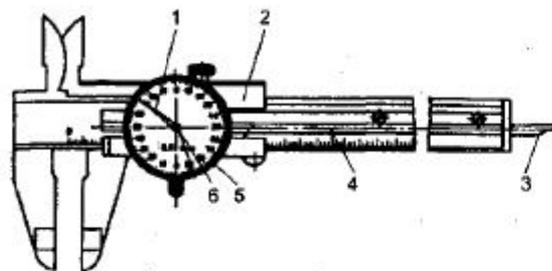


Рисунок 3.5 – Штангенциркуль со стрелочным отсчетным устройством

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

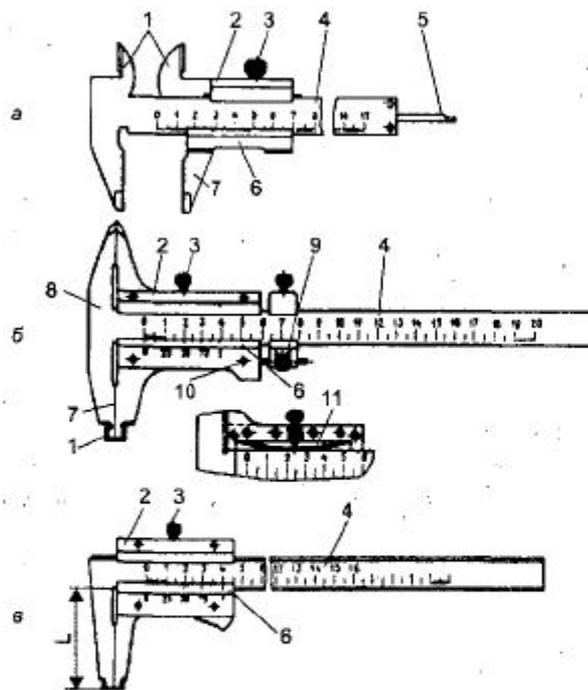


Рисунок 3.4 – Штангенциркули: а — ШЦ-1; б — ШЦ-II; в — ШЦ-III: 1 — губки для внутренних измерений; 2 — рамка; 3 — винт; 4 — штанга; 5 — ножка глубиномера; 6 — нониус; 7 — губки для наружных измерений; 8 — разметочные губки; 9 — микроподача; 10 — винты для крепления нониуса; 11 — пружина

Фирмами «Теза» (Швейцария), «Маузер» (ФРГ) и рядом других зарубежных фирм выпускается штангенциркуль со стрелочным отсчетным устройством с ценой деления 0,01 и 0,02 мм (рисунок 3.5). Глубиномер 3 и рамка 2 жестко связаны с зубчатой рейкой 4, передающей движение через трубку 6 стрелке 1 отсчетного устройства 5.

*Штангенрейсмусы и штангенглубиномеры.* Штангенрейсмусы и штангенвысотомеры (рисунок 3.6 а) предназначены для измерения высот и разметочных работ. Штангенглубиномеры (рисунок 3.6б) предусмотрены для измерения глубин отверстий и пазов, а также для измерения выступов.

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9



Рисунок 3.7 – Микрометрические приборы: а — гладкий; б — вставка для мягких материалов; в — вставки для резьбовых микрометров; е — микрометр с цифровым отсчетом; д — рычажный микрометр: 1 — корпус; 2 — микрометрический винт; 3 — стопор; 4 — стемпель; 5 — барабан; б — храповой механизм; 7 — гайка; 8 — подвижная пятка; 9 — цифровой отсчет; 10 — арретир; 11 — теплоизолирующая накладка; 12 — пятка; 13 — шкала; 14 — труба; 15 — сектор; 16 и 17 — рычаги; 18 — направляющие; 19 — пружина; 20 — контакт

*Рычажно-зубчатые приборы.* К ним относятся: головки измерительные; скобы с отсчетным устройством; глубиномеры, стенкомеры, толщиномеры и нутромеры индикаторные. На базе измерительных головок создано большое количество различных специальных измерительных приспособлений и приборов. Рычажно-зубчатые головки и механизмы применяются в качестве отсчетных устройств в универсальных измерительных приборах в многомерных и переналаживаемых приспособлениях, на станках.

По ГОСТ 11098-75 выпускаются скобы с отсчетным устройством типа СИ, оснащенные измерительными головками, и типа СР — со встроенным в корпус отсчетным устройством. По ГОСТ 11358-89 выпускаются индикаторные толщиномеры настольного типа ТГТ и ручные — типа ТР; по ГОСТ 7661-67 изготавливаются глубиномеры; по ГОСТ 11358-89 - стенкомеры; по ГОСТ 868-82, ГОСТ 9244-75 - индикаторные нутромеры.

*Пружинные измерительные приборы.* В пружинных приборах используются упругие передаточные (измерительные) механизмы, не имеющие пар с внешним трением. Применение плоских пружин и мембран взамен обычных опор скольжения и вращения обеспечивает их надежную работу в условиях скопления пыли и большой влажности. В пружинных передачах приборов для преобразования малых перемещений измерительного наконечника в значительно большие перемещения указателя используют плоские, прямые, изогнутые или скрученные упругие металлические ленты. Цена деления шкал измерительных головок находится в пределах 0,02-10 мкм.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются микрометры типа ИГП, микрометры типа ИГМ, микрометры типа ИРП и

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

оптикаторы типа 15301.

Базовой моделью пружинных приборов является измерительная пружинная головка (микрокатор) типа ИГП (рисунок 3.8). Принцип действия микрокатора основан на зависимости между растяжением тонкой скрученной металлической ленты 5 и поворотом ее среднего сечения со стрелкой 17 относительно продольной оси и относительно шкалы.

Оптико-механические приборы широко применяют в производственных лабораториях, а также в цеховых условиях при изготовлении изделий, требующих точных линейных и угловых измерений. Оптико-механические приборы разнообразны по конструктивному выполнению и принципу действия. К таким приборам относятся: рычажно-оптические, проекционные и измерительные микроскопы и машины, длиномеры, интерференционные приборы. Повышение точности отсчета и измерений этих приборов достигается либо сочетанием механических передаточных механизмов с оптическим автоколлимационным устройством (оптиметры), либо благодаря значительному увеличению измеряемых объектов или шкал (микроскопы, проекторы и др.), либо измерением параметров интерференционных картин.

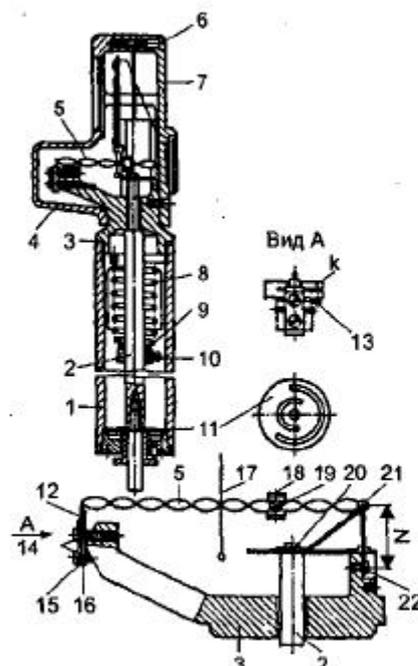


Рисунок 3.8 Пружинная измерительная головка микрокатора: 1 — втулка;

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист 12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 — измерительный стержень; 3 — литой каркас; 4 — передняя крышка; 5 — скрученная лента; 6, 13, 14, 20 и 22 — винты; 7 — задняя крышка; 8 — винтовая пружина; 9 — хомутик для регулирования усилия; 10 — винт; 11 — плоская пружина; 12 — неподвижная упругая пластинка; 15 и 16 — планки; 17 — стеклянная стрелка; 18 — масляный демпфер; 19 — шеллачный шарик; 21 — упругий треугольник

Инструментальные и универсальные микроскопы предназначены для измерения длин, углов, элементов резьб, зубчатых передач, конусов и различных профилей изделий. Методы измерений — проекционный и осевого сечения в прямоугольных и полярных координатах.

Инструментальные микроскопы разделяются на малые и большие.

Цена деления микрометрического устройства — 0,005 мм. Цена деления окулярной мерной головки — 1' и 3'. Пределы измерения угловых размеров 0-360".

Более совершенной моделью является бинокулярный инструментальный микроскоп БИМ. Микроскоп имеет предел измерения в поперечном направлении до 75 мм и точность отсчета 0,002 мм, увеличение микроскопа: 10, 20, 30, 60 и 90<sup>x</sup>. Наибольшую точность и пределы измерения в продольном направлении до 200 мм и в поперечном — до 100 мм имеют универсальные микроскопы УИМ-21, УИМ-23 и УИМ-24.

Для точных наружных и внутренних линейных измерений больших длин, расстояний между осями непосредственно по точным линейным шкалам (абсолютным методом) или сравнением с образцовыми мерами (относительным методом) применяют измерительные машины. Измерительные машины ИЗМ подразделяют по верхним пределам измерения: до 1000 мм (ИЗМ-1), до 2000 мм (ИЗМ-2), до 4000 мм (ИЗМ-4) и до 6000 мм (ИЗМ-6). Пределы измерения внутренних размеров от 13,5 до 150 мм. Цена деления шкал: метровой — 100 мм, стомиллиметровой — 0,1 мм, трубки оптиметра — 0,001 мм. Увеличение трубки оптиметра - 960<sup>x</sup>.

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

*Калибры для гладких цилиндрических деталей.* Для контроля гладких цилиндрических изделий типа валов и втулок, особенно в крупносерийном и массовом производстве, широко применяют предельные гладкие калибры (ГОСТ 2216-84). Калибры для валов называются скобами, а для отверстий — пробками. Комплект калибров состоит из проходного и непроходного.

Годность деталей с допуском, особенно при массовом и крупносерийном производствах, наиболее часто проверяют предельными калибрами. Комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей состоит из *проходного калибра* ПР (им контролируют предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого объекта) и *непроходного калибра* НЕ (им контролируют предельный размер, соответствующий минимуму материала проверяемого объекта).

Деталь считают годной, если проходной калибр (проходная сторона калибра) под действием собственного веса или усилия, примерно равного ему, проходит, а непроходной калибр (непроходная сторона) не проходит по контролируемой поверхности детали. В этом случае действительный размер детали находится между заданными предельными размерами.

*Рабочие калибры* ПР и НЕ предназначены для контроля изделий в процессе их изготовления. Этими калибрами пользуются рабочие и контролеры ОТК завода-изготовителя, причем в последнем случае применяют частично изношенные калибры ПР и новые калибры НЕ.

Для установки регулируемых калибров-скоб и контроля нерегулируемых калибров-скоб применяют *контрольные калибры* К-И, которые являются непроходными и служат для изъятия из эксплуатации вследствие износа проходных рабочих скоб. Несмотря на малый допуск контрольных калибров, они все же искажают установленные поля допусков на изготовление и износ рабочих калибров, поэтому контрольные калибры по возможности не следует применять. Целесообразно, особенно в мелкосерийном производстве, контрольные калибры заменять концевыми мерами или использовать универсальные измерительные приборы.

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

Для контроля валов используют главным образом скобы. Наиболее распространены односторонние двухпредельные скобы. Применяют также регулируемые скобы, которые можно настраивать на разные размеры, что позволяет компенсировать износ и использовать одну скобу для измерения размеров, лежащих в определенном интервале. Регулируемые скобы по сравнению с жесткими имеют меньшую точность и надежность, поэтому их чаще применяют для контроля изделий качества 8 и грубее.

При конструировании предельных калибров для гладких, резьбовых и других деталей следует соблюдать *принцип подобия* Тейлора, согласно которому проходные калибры по форме должны являться прототипом сопрягаемой детали с длиной, равной длине соединения (то есть калибры для валов должны иметь форму колец) и контролировать размеры во всей длине соединения с учетом погрешностей формы деталей. Непроходные калибры должны иметь малую измерительную длину и контакт, приближающийся к точечному, чтобы проверять только собственно размер детали. Таким образом, изделие считают годным, когда погрешности размера, формы и расположения поверхностей находятся в поле допуска.

На практике приходится отступать от принципа Тейлора вследствие неудобств контроля, например, проходным кольцом, так как это требует многократного снятия детали, закрепленной в центрах станка. Вместо контроля проходными кольцами применяют многократный контроль проходными скобами с широкими измерительными поверхностями, а вместо штихмасов — непроходные калибры-пробки с малой (значительно меньше, чем у проходной пробки) шириной измерительных поверхностей.

*Контроль конусов и углов.* Калибры для контроля конусов и углов могут основываться на сравнительном либо тригонометрическом методе измерения углов.

Конусный калибр-пробка входит в деталь, имеющую конус, годный по углу и по диаметрам. Проверяемая деталь смещается в осевом направлении вследствие того, что больший диаметр конуса оказался больше наибольшего

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

предельного размера, а угол конуса — меньше наименьшего предельного угла.

### 3.4 Проектирование приспособления для контроля шкивов

Контроль качества изделий очень важен в современном машиностроении. Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машины.

Применение универсальных измерительных инструментов и калибров малопроизводительно, и не всегда обеспечивает нужную точность и удобство контроля, а в условиях поточно-автоматизированного производства вообще неприемлемо.

Учитывая недостатки и преимущества существующих конструкций нами было разработано приспособление для контроля шкивов, которое представлено на рисунке 3.8. Приспособление работает следующим образом.

Шкив сажается на втулку поз. 1 сверху одевают конусную втулку поз. 2 и затягивают гайкой поз. 16. Втулка поз.1 в свою очередь посажена на подшипниках на кронштейне поз. 7. Путем перемещения индикатора поз. 6 по направляющей поз. 9 измеряют требуемое место на шкиве. Измерения производят сразу с двух сторон шкива.

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

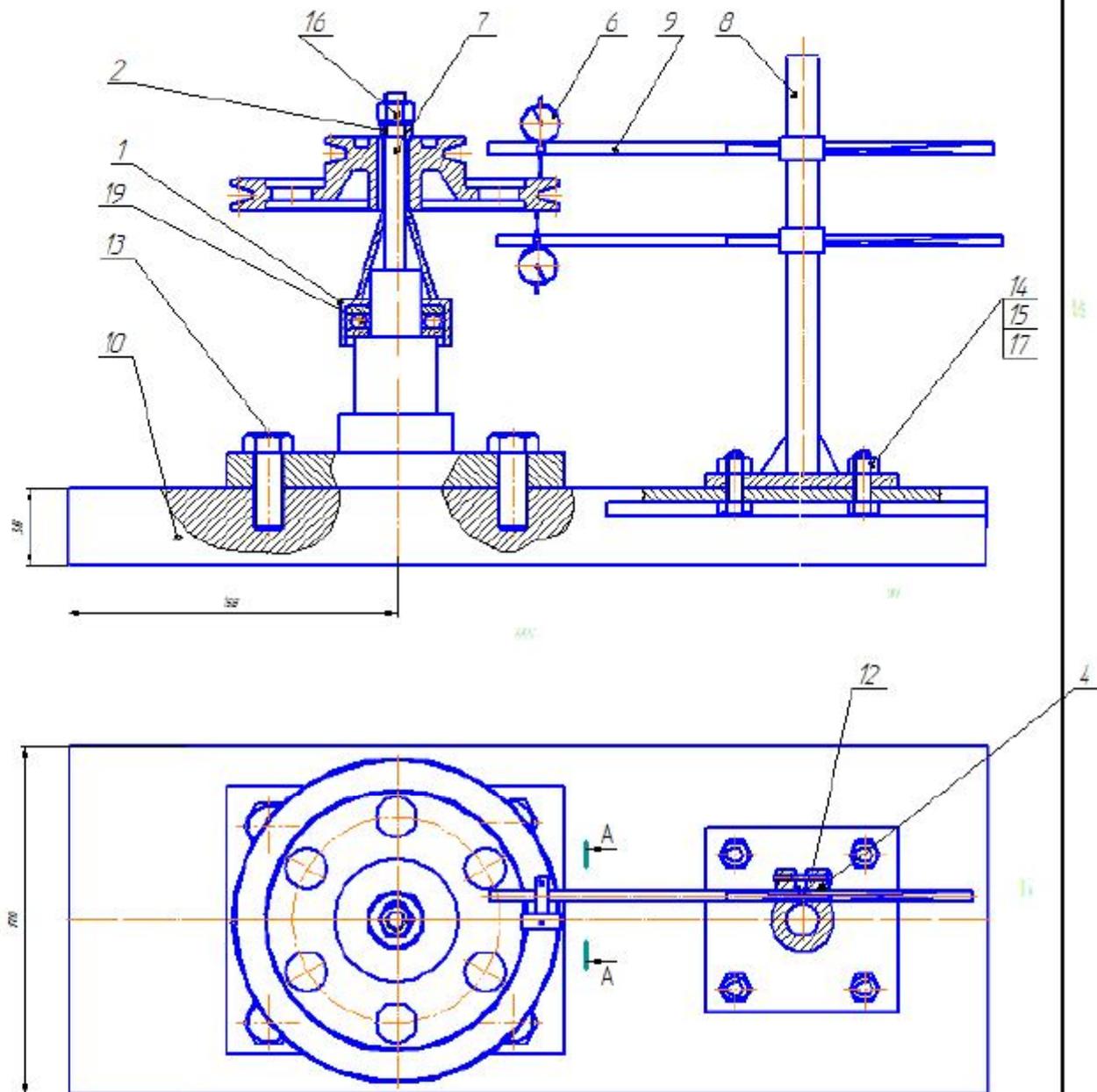


Рисунок 3.8– Приспособление для контроля шкивов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00.00.ПЗ

Лист

17

### 3.5 Конструктивные расчеты

#### 3.5.1 Расчет болтов на срез

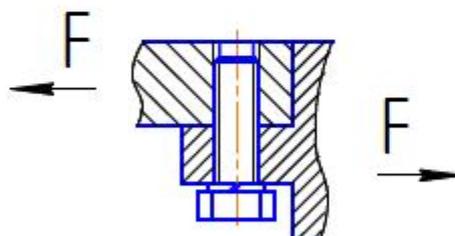


Рисунок 3.9. Силы, действующие на болт.

Болт работает на срез.

Материал болта [7] – Сталь ВП-25;

Диаметр болта  $d = 8$  мм;

Усилие создаваемое винтом  $F = 1000$  Н;

Допускаемое значение нормального и касательного напряжения берем из таблицы [9].

$$\sigma_p = 25 \frac{H}{\text{мм}^2},$$

$$[\tau] = 24 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Касательное напряжение [9] определяется по следующей зависимости:

$$\tau = \frac{4Q}{\Pi d^2}, \quad (3.1)$$

где  $d$  – диаметр болта, мм;

$Q = F$  - усилие создаваемое прижимом, Н;

$$\tau = \frac{4 * 1000}{3,14 * 8^2} = 19,9 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

Площадь среза [9] определяется по формуле 8 [9]:

$$A = 2 \frac{\pi \times d^2}{4}, \quad (3.2)$$

где  $d$  – диаметр болта, мм.

$$A = 2 \frac{3,14 \times 8^2}{4} = 100,48 \text{ мм}^2.$$

Условие прочности при касательных напряжениях [9] это есть неравенство:

$$\tau \leq [\tau], \quad (3.3)$$

где  $[\tau] = 0,6[\sigma]$

Проверяем условие, которое должно выполняться:

$$\tau \leq [\tau],$$

$$19,9 \leq 24.$$

Условие прочности по касательным напряжениям выполняется.

Проверяем условия прочности для нормальных напряжений [9].

$$\sigma \leq [\sigma], \quad (3.4)$$

$$[\sigma] = 1,3 \div 2\sigma_p \quad (3.5)$$

$$[\sigma] = 1,3 * 25 = 32,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Напряжение среза [9] определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{A}, \quad (3.6)$$

где  $F$  – прикладываемое усилие, Н;

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

$A$  – площадь среза,  $\text{мм}^2$ .

$$\sigma = \frac{1000}{100,48} = 9,95 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

$$9,95 \leq 40.$$

Условие прочности по нормальным напряжениям соблюдается.

### 3.5.2 Расчет усилия зажима гаек

Марка материала втулки сталь 45, материала винта (стяжки) сталь 3. Так как материал охватываемой детали – гайки менее прочен, чем материал винта то обычно опасен срез витков гайки, то поэтому расчет ведем по гайки.

Условие прочности резьбы гайки на срез [9] рассчитываем по формуле.

$$\tau = \frac{F}{\pi \times d_2 \times k \times H_r \times k_m} \leq [\tau]_{cp}, \quad (3.7)$$

где  $F$  - действующая сила, Н;

$d_2$  - диаметр оси, мм;

$k$  - коэффициент полноты резьбы;

$k_m$  – коэффициент неравномерности нагрузки по виткам резьбы, с учетом пластических деформаций;

$H_r$  – высота гайки;

$k = 0,65$ ;

$k_m = 0,60$ .

$$\tau = \frac{1000}{3,14 \times 32 \times 60 \times 0,87 \times 0,6} = 3,17 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

$$[\tau]_{cp} = (0,2 \dots 0,3) \times \sigma_T, \quad (3.8)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести для Ст. 230  $\frac{H}{\text{мм}^2}$

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$[\tau]_{cp} = 0,25 \times 230 = 57,5 \frac{H}{мм^2}$$

Проверяем условие  $\tau \leq [\tau]_{cp}$ ,

Условие выполняется:  $3,17 \leq 57,5$ .

Проверяем напряжение смятия в резьбе [9] по формуле:

$$G_{CM} = \frac{4 \times F}{\Pi \times (d^2 - D_1^2) \times k_m \times z_1} \leq [G]_{cm}, \quad (3.9)$$

где  $F$  - действующая сила, Н;

$d$  - внутренний диаметр резьбы гайки, мм;

$D$  - номинальный диаметр резьбы гайки, мм;

$k_m$  - коэффициент неравномерности нагрузки по виткам нагрузки, полагаем что  $k_m = 1$ ;

$z$ - число витков на длине свинчивания.

аа-

$$G_{CM} = \frac{4 \times 1500}{3,14 \times (32^2 - 30^2) \times 1,0 \times 6} = 2,19 \frac{H}{мм^2}.$$

$$[G]_{CM} = (0,5 \dots 0,6) \times [G]_p, \quad (3.10)$$

$$[G]_p = \frac{Q_T}{S}, \quad (3.11)$$

где  $[G]_p$  - допускаемое напряжение;

$Q_T$  - предел текучести для Ст. 230  $\frac{H}{мм^2}$ ;

$S$ - коэффициент безопасности  $1,5 \dots 2,5$

					ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$[G]_{CM} = 0.55 \times 115 = 63,25 \frac{H}{MM^2},$$

$$[G]_P = \frac{230}{2} = 115 \frac{H}{MM^2},$$

Проверяем условие  $G_{CM} \leq [G]_{CM}$ ,

$$2,19 \leq 63,25.$$

Условие прочности выполняется.

### 3.5.3 Расчет болтов крепления плиты

Марка материала болта Сталь 40. Допускаемое значение нормального и касательного напряжения берем из таблицы 6 [ ]:

$$[\tau]_{adm} = 200 \text{ МПа},$$

$$[G]_{adm} = 200 \text{ МПа}.$$

Условие прочности болта на срез рассчитываем по формуле [ ]:

$$\tau = \frac{4 \times Q}{\pi \times d_b^2} \leq [\tau]_{adm}, \quad (3.12)$$

где  $Q$  - действующая сила, Н;

$d_b$  - диаметр болта, мм.

$$\tau = \frac{4 \times 15000}{3.14 \times 20^2} = 47 \text{ МПа}.$$

Проверяем условие  $\tau \leq [\tau]_{adm}$ ,

Условие выполняется:  $47 \leq 200$ .

Проверяем болт на смятие по формуле [ ]:

$$G_{CM} = \frac{Q}{d_b * l_1} \leq [G]_{adm}, \quad (3.13)$$

где  $Q$  - действующая сила, Н;

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

$d_b$  - диаметр болта, мм;

$l_1$  - длина сменяемой поверхности, мм.

$$G_{CM} = \frac{15000}{20 * 4,8} = 156 \text{ МПа} .$$

Проверяем условие  $G_{CM} \leq [G]_{adm}$ ,

$$156 \leq 240$$

					<i>ВКР 35.03.06.638.18 ПК 00.00..00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **4.1 Организация производственного освещения**

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости (блескости) источников света, а также больших перепадов яркости соседних объектов.

Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда, негативными последствиями, нежелательными как для качества трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие

на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

Свет оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, нервно-психическую сферу. Он является важным стимулятором не только зрительного анализатора, но и организма в целом.

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. По своей природе свет представляет электромагнитные волны длиной от 380 до 760 нм (1 нм нанометр — равен  $10^{-9}$  м).

В промышленности практически возникает необходимость правильной организации как естественного, так и искусственного освещения. Первый случай характерен для светлого времени суток и при работе в помещениях, в

которых имеются световые проемы в стенах и крыше здания. Искусственное освещение применяется для компенсации недостаточности естественного, в основном в темное время суток. Оно менее благоприятно с физиологической точки зрения.

Естественное освещение может быть: боковым (оконные проемы расположены в наружных стенах); верхним (световые проемы расположены в крыше); совмещенным (сочетание бокового и верхнего).

Искусственное освещение делится на общее, местное и комбинированное. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение. Применение одного местного освещения на производстве не рекомендуется.

Использование одновременно естественного и искусственного освещения для больших объемов помещения также не рекомендуется.

Характеристики освещения (условия работы зрения) можно разделить на количественные и качественные. К количественным характеристикам относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость и светимость. К качественным показателям относятся: фон, контраст объекта с фоном, видимость, цилиндрическая освещенность, показатель ослепляемости, показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности.

Световой поток  $\Phi$  — мощность лучистой энергии; оценивается по световому ощущению, которое испытывает глаз.

Единица светового потока — люмен (ЛМ) — световой поток, излучаемый точечным источником с телесным углом в 1 стерadian при силе света, равной одной канделе.

Сила света  $I$  — пространственная плотность светового потока, т.е. световой поток, отнесенный к телесному углу, в котором он излучается:

Единица силы света — кандела (кд) — сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении абсолютно черным телом с площади  $1/600\ 000$

$\text{м}^2$  при температуре затвердевания платины и давлении 101 325 ньютонов (Н) на квадратный метр.

Единица освещенности — люкс (лк) — освещенность поверхности площадью 1 кв.м при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 люмену.

Эта характеристика освещения нормируется и контролируется на производстве.

Яркость  $B_v$ , —  $\text{кд}/\text{м}^2$  — отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению излучения

Фон — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым, если коэффициент отражения  $\rho > 0,4$  ( $\rho = \Phi_{\text{отр}}/\Phi_{\text{пад}}$ )- При  $\rho = 0,2 \dots 0,4$  фон считается средним, а при  $\rho < 0,2$  — темным.

Контраст объекта различения с фоном  $K$  определяется выражением:

#### 4.2 Расчет освещения

Для механических цехов с комбинированной освещенностью 400-500 лк, при высоте помещения 5м, выбираем дуговые ртутные лампы ДРЛ. Этим лампам соответствует светильник РСП 05.

Для зрительной работы средней точности необходима освещенность 400-500 лк.

Определим расстояние между соседними светильниками и их рядами по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (5.1)$$

где  $\lambda = 1.25$  — величина, зависящая от кривой светораспределения светильника;

$h$  - расчетная высота подвеса светильников, м.

Расчетная высота определяется по формуле

$$h = H - h_c - h_p, \text{ м} \quad (5.2)$$

где  $H$  - высота помещения,  $H=10\text{м}$ ;

$h_c$  - расстояние от светильников до перекрытия,  $h_c=0.5$

$h_p$  - высота рабочей поверхности над полом,  $h_p=1\text{м}$ .

Подставляем известные величины в формулы и, получим:

$$h = 10 - 0,5 - 1 = 8,5 \text{ м}$$

$$L = 8,5 \times 1,25 = 10,625 \text{ м}$$

Принимаем  $L = 10\text{м}$ .

Определим необходимое значение светового потока лампы по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (N \cdot \eta) \text{ лм}, \quad (5.3)$$

где  $E_n$  - нормируемая освещенность:  $E_n = 200 \text{ лк}$ ;

$S$  - освещаемая площадь =  $720 \text{ м}^2$  ;

$K_3$  - коэффициент запаса:  $K_3 = 1.5$ ;

$Z$  - коэффициент неравномерности освещения для ламп ДРЛ:  $Z = 1,11$ ;

$N$  - число светильников =  $64 \text{ шт.}$

$\eta$  - зависит от типа светильника, индекса помещения, коэффициента отражения стен и других условий освещенности. Принимаем  $\eta = 0,63$ .

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$\Phi = 200 \cdot 720 \cdot 1,5 \cdot 1,1 / (64 \cdot 0,63) = 5950 \text{ лм}$$

По рассчитанному световому потоку выбираем лампу ДРЛ-80.

Определение мощности светильной установки:

$$D_y = P_d \cdot N, \text{ Вт} \quad (5.4)$$

где  $P_d$  - мощность лампы,  $P_d = 125 \text{ Вт}$ .

Подставляя известные величины в формулу получим:

$$D_y = 125 \times 64 = 8000 \text{ Вт.}$$

### 4.3 Инструкция по охране труда для токаря при точении шкива

«Утверждаю»

Руководитель предприятия

#### **ИНСТРУКЦИЯ**

по безопасности труда

#### **1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

1.1. К работе в качестве токаря допускаются лица, прошедшие медицинскую комиссию, прошедшим обучение безопасным методам работ и имеющие удостоверение на право работы на токарном станке, а также:

- вводный инструктаж;
- первичный инструктаж;
- повторный инструктаж;
- инструктаж по электробезопасности;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- проходить санитарный медицинский осмотр согласно приказу Минздрава

Р Ф № 90 от 14.03.96 г.

1.2. Токарь должен использовать следующие средства индивидуальной защиты: полукombineзон хлопчатобумажный, ботинки кожаные, очки защитные.

1.3. Токарь должен знать:

- правила внутреннего распорядка;
- правила пожарной безопасности;
  - правила личной гигиены;
  - действие на человека опасных и вредных производственных факторов, возникающих во время работы;
- правила оказания первой медицинской помощи;
- безопасные приемы при обработке металла на станке.

1.4. Токарь должен:

- выполнять только порученную работу мастером;
- применять безопасные приемы выполнения работ;

-содержать в исправном состоянии и чистоте в течение смены станок, инструмент, приспособления, инвентарь, спецодежду.

-проходить по территории депо по установленным маршрутам, пешеходным дорожкам и переходам;

1.5. Токарю запрещается:

-наступать на электрические провода;

-прикасаться к оборванным проводам;

-находиться на территории и в помещении депо в местах, отмеченных знаком «Осторожно. Негабаритное место», а также около этих мест при прохождении подвижного состава;

1.6. Во время работы на токаря могут воздействовать следующие опасные факторы:

-движущиеся и вращающиеся детали станка;

-повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

-повышенные уровни шума;

1.7. Принимать пищу только в столовых, буфетах или специально отведенных комнатах.

1.8. При нахождении на железнодорожных путях токарь должен соблюдать следующие требования:

-к месту работы и с работы проходить только по специально установленным маршрутам, обозначенными указателями «Служебный проход»;

-переходить пути только под прямым углом, предварительно убедившись, что в этом месте нет движущихся на опасном расстоянии локомотива или вагонов;

-при спходе с тормозной площадки вагона держаться за поручни располагаться лицом к вагону;

-обходить группы вагонов, стоящие на пути, на расстоянии не менее 5 м от автосцепки;

-проходить между расцепленными вагонами, если расстояние между автосцепками этих вагонов не менее 10 м;

- обращать внимание на сигналы ограждающих светофоров;
- не становиться и не садиться на рельс;
- не садиться на подножки вагонов;
- не переходить стрелки, оборудованные электрической централизацией.

1.9. За нарушение требований настоящей инструкции токарь несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

1.10. Токарь вправе не выполнять указаний администрации, если они противоречат требованиям безопасности данной инструкции.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ**

1.2. Токарь должен убедиться в исправности станка, всего инструмента и оборудования,

надеть положенную по нормам спецодежду и спецобувь. Одежду следует заправить так, чтобы не было свободно свисающих концов, застегнуть манжеты.

2.2. Приготовить крючок для удаления стружки, ключи и другой инструмент. Нельзя применять крючок в виде петли.

2.3. Проверить при работе станка на холостом ходу:

а) исправность органов управления (механизмов главного движения подачи, пуска, остановку движения );

б) исправность системы смазки и охлаждения;

в) исправность фиксации рычагов включения и выключения (убедиться в том, что возможность самопроизвольного переключения с холостого на рабочий ход исключена).

## **3. ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ**

3.1 . Проверить правильность установки изделия до пуска станка.

3.2. Обрабатываемую деталь необходимо надежно закрепить в патроне или центрах. Запрещается для ускорения остановки станка тормозить патрон или планшайбу рукой.

3.3. При обработке детали в центрах нужно внимательно следить за

состоянием центров и своевременно смазывать их.

3.4. Крепежные приспособления (патрон, планшайба и т.п.) должны быть установлены на станке так, чтобы исключить возможность самоотвинчивания или срыв их со шпинделя при работе и при реверсивном вращении шпинделя.

3.5. Зажимные устройства (задний центр, патрон и т.п.) токарных станков должны обеспечивать быстрое и надежное закрепление детали .

3.6. Крепежные приспособления (патрон, планшайба) не должны иметь на наружных образующих поверхностях выступающих частей или не заделанных открытых углублений. В исключительных случаях патрон и планшайбы с выступающими частями должны быть ограждены.

3.7. Для обточки изделий большой длины должны применяться люнеты.

3.8. При обработке металлов, дающих спиральную стружку, должны применяться инструменты и приспособления для дробления стружки в процессе резания.

3.9. При полировке и опиловке изделий на станках должны применяться способы и приспособления, обеспечивающие безопасное выполнение этих операций.

3.10. Зачищать обрабатываемые детали на станках наждачным полотном необходимо только с помощью соответствующих приспособлений.

3.11. Устанавливать и снимать патроны или планшайбу разрешается только после полной остановки станка.

3.12. Для установки резца разрешается пользоваться только специальными подкладками, по площади равными всей опорной части резца.

3.13. У хомута для закрепления обрабатываемого изделия в центрах должен быть потайной прижимной болт, который не может зацепить рукав рабочего или поранить его руку.

3.14. Необходимо периодически проверять надежность крепления задней бабки и не допускать ее смещения или вибрацию. Если изделие вращается в сторону свинчивания патрона, нужно внимательно наблюдать за положением патрона и своевременно его закреплять.

3.15. При закреплении изделия в патроне установочный винт должен находиться в вертикальном положении, а не в наклонном, при котором патрон может повернуться и ключом прижать руки токаря к станине станка.

3.16. При ручной обработке деталей напильником на токарном станке имеющиеся на поверхности детали вырезы или прорезы должны быть заделаны вставками.

3.17. При обработке пруткового металла конец прутка, выступающий из шпинделя, необходимо оградить.

3.18. Нельзя включать самоход до соприкосновения резца с деталью. Во избежание поломки резца подводить его к обрабатываемой детали следует медленно и осторожно.

3.19. Перед тем как приступить к ручной обработке детали (шабровке, зачистке и шлифовке) на токарном станке, следует отвести суппорт в сторону на безопасное расстояние.

3.20. Перед тем как остановить станок, резец необходимо отвести от изделия.

3.21. Чистка, смазка и обтирка станков, смена деталей или режущего инструмента, уборка стружек из-под станка должны производиться только после полной остановки станка, отходить от станка разрешается также только после полной его остановки.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ**

При возникновении неисправности станка, при обрыве заземления и других неисправностях, которые могут привести к аварийной ситуации, станочнику необходимо:

а) приостановить дальнейшую работу станка до устранения неисправностей;

б) поставить в известность руководителя работ и лицо, ответственное за исправное состояние станка.

#### **5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТЫ**

1. Выключить станок, убрать рабочее место.

2. Обо всех замеченных неисправностях сообщить мастеру.

Разработал:

Фаттахов Р.Р.

Согласовано:

Инспектор по охране труда

Иванов И.И.

#### **4.4 Производственная гимнастика на рабочем месте**

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности. Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической

подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, длятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует

ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу.

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования,

удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.).

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше 25°C и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м<sup>3</sup>): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до 10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (ребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже чем

за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками).

При внедрении производственной гимнастики по предприятию издается приказ, в котором отражаются задачи медико-санитарной части, здравпункта, меры по контролю за санитарно-гигиеническим состоянием мест, отведенных для занятий производственной гимнастикой. В состав методического совета по производственной гимнастике обязательно включается заведующий медико-санитарной частью (здравпунктом) предприятия. В дальнейшем параллельно с изучением эффективности производственной гимнастики, обновлением и составлением заново комплексов продолжается изучение санитарно-гигиенических условий труда и принимаются меры по их улучшению.

Составной частью профилактической деятельности медицинских работников предприятий является разъяснительная работа среди трудящихся о влиянии на организм занятий гимнастикой; подготовка и инструктаж методистов и общественных инструкторов производственной гимнастики по санитарным и гигиеническим вопросам, ознакомление их, а также трудящихся с простейшими методами самоконтроля за состоянием здоровья.

Здоровье врача - педиатра рассматривается как абсолютная социальная ценность, так как характеризует не только состояние человека определенной профессиональной принадлежности, но и является обязательным условием воспитания здоровой личности.

Врачи испытывают в своей профессиональной деятельности значительное психическое и физическое напряжение. Воздействие дополнительных неблагоприятных факторов: невысокий социальный статус, недостаточный, для удовлетворения основных потребностей человека, уровень заработной платы, влияние экологической обстановки, а так же специфика труда (принудительный характер общения, большое количество контактов в течение дня, гиподинамия) - способствуют снижению функциональных резервов организма. Хроническое снижение функциональных резервов организма ведет к развитию утомления, а длительное отсутствие полноценного отдыха к переутомлению, что снижает

защитные силы организма и может способствовать возникновению различных заболеваний, снижению или потере трудоспособности.

Рациональный режим труда и отдыха позволяет сохранить здоровье и высокую трудоспособность в течение длительного времени. Поэтому врачи - педиатры обязаны делать короткие перерывы в течение рабочего дня для выполнения производственной гимнастики.

Производственная гимнастика - это комплексы несложных физических упражнений, ежедневно включаемых в режим рабочего дня с целью улучшения функционального состояния организма, поддержания высокого уровня трудоспособности и сохранения здоровья работающих.

Каждое предприятие практикует собственную форму производственной гимнастики и собственный регламент ее проведения. Для этой цели используют разные формы занятий производственной гимнастикой, физкультурную микропаузу (не более одной минуты), физкультурную паузу (выполняется в течение 5 мин.), физкультурную минутку (1,5-2 мин.). С их помощью оказывается разнообразное воздействие на организм занимающихся, предупреждается или снимается утомление, улучшается самочувствие.

## 5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

### 5.1 Расчет балансовой стоимости приспособления

Экономический эффект от применения приспособлений определяют путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов обработки деталей. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. Годовая экономия получается за счет снижения трудоемкости изготовления обрабатываемых деталей, т. е. за счет сокращения затрат на заработную плату рабочих-станочников и уменьшения цеховых накладных расходов.

Применение приспособления экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность применения любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, т. е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях с целью достижения высокой точности обрабатываемых деталей применяют приспособления независимо от их экономической эффективности.

При технико-экономических расчетах, производимых при выборе соответствующей конструкции приспособления, необходимо сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для конкретной операции обрабатываемой детали. Считая, что расходы на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для этих вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления.

Масса приспособления определяется по формуле:

$$m = k + p \cdot \dots, \text{ кг} \quad (5.1)$$

где  $G_k$  – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг.;

$G_r$  – масса готовых узлов и агрегатов, кг.;

$K$  – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов

$$K=1,05\dots 1,15$$

Массу сконструированных деталей, узлов и агрегатов заносим в таблице 5.1

Таблица 5.1-Расчет массы сконструированных узлов

Наименование детали	Объем детали, см <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/см <sup>3</sup>	Масса детали, кг
1	2	3	4
Плита	985	$7,8 \times 10^{-3}$	7,6
Кронштейн	143	$7,8 \times 10^{-3}$	1,15
Направляющая	52	$7,8 \times 10^{-3}$	0,405
Зажим	96	$7,8 \times 10^{-3}$	0,748
Всего	-	-	9,903

$$G_M = (9,903 + 3,54) \cdot 1,05 = 14,115 \text{ кг.}$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_b = \frac{C_{стар} \cdot G_{стар} \cdot \sigma}{G_{нов}} \quad (5.2)$$

где  $C_{стар}$ ,  $C_b$  – балансовая стоимость проектируемой и старой конструкции, руб. ;

$G_{стар}$ ,  $G_{нов}$  – масса старой и проектируемой конструкции ;

$\sigma$  – коэффициент удействия конструкции ( $\sigma = 0,9 \dots 0,95$ )

$$C_b = \frac{25000 \cdot 12,1 \cdot 0,95}{13,443} = 21393 \text{ руб.}$$

Для расчетов принимаем  $C_b = 21500$  рублей.

## 5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для расчета заносим в таблицу 5.2

Таблица 5.2 -Исходные данные для расчета

Наименование	Исходные	Проект
Масса конструкции $G$ , кг.	12,1	13,44
Балансовая стоимость $C_0$ , руб.	25000	21500
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка $Z$ , руб. чел/ч	60	60
Норма затрат на ремонт и ТО $A_{pmo}$ , %	16	16
Норма амортизации $a$ , %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$ , час.	1200	1200
Часовая производительность $W_ч$ , шт/час	12,8	19,3
Срок службы $T_{сл}$ , лет	10	10

При расчетах показатели исходной конструкции обозначаем с индексом 0, а показатели проектируемой конструкции обозначаем индексом 1

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_ч \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \text{ кг/шт.} \quad (5.4)$$

где  $G$  – масса, кг;

$N_{год}$  – годовая загрузка, шт.;

$T_{сл}$  – срок службы, лет.

$$M_e^0 = \frac{12,1}{12,8 \cdot 1200 \cdot 10} = 7,88 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

$$M_e^1 = \frac{13,44}{19,3 \cdot 1200 \cdot 10} = 5,81 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса (общая):

$$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (5.5)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость, руб

$$F_{e\text{с}} = \frac{25000}{12,8 \cdot 1200} = 1,62 \text{ руб./шт.};$$

$$F_{e\text{пр}} = \frac{21500}{19,3 \cdot 1200} = 0,92 \text{ руб./шт.}$$

.Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте:

$$= z_{\text{п}} + p_{\text{то}} + A, \quad (5.6)$$

где  $z_{\text{п}}$  – затраты на оплату труда, руб./шт.;

$p_{\text{то}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание

$A$  – амортизационные отчисления по конструкции, руб./т

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{z_{\text{п}}} = Z \cdot T_e, \quad (5.7)$$

$$T_e = \frac{n}{W_{\text{ч}}}, \quad (5.8)$$

где  $n$  – количество обслуживающего персонала

$$T_1 = \frac{1}{12,8} = 0,07 \text{ чел.}\cdot\text{ч/шт}$$

$$T_0 = \frac{1}{19,3} = 0,051 \text{ чел.}\cdot\text{ч/шт}$$

$$C_{z_{\text{п}}} = 60 \cdot 0,07 = 4,2 \text{ руб/шт};$$

$$C_{z_{\text{п}}} = 60 \cdot 0,051 = 3,17 \text{ руб/шт.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

$$p_{\text{то}} = \frac{б \cdot p_{\text{то}}}{100 \cdot ч \cdot \text{год}}, \quad (5.9)$$

где  $p_{\text{то}}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

$$p_{\text{то}} = \frac{25000 \cdot 14,2}{100 \cdot 12,8 \cdot 1200} = 0,23 \text{ руб./шт}$$

$$C_{p_{\text{то}}} = \frac{21500 \cdot 14,2}{100 \cdot 19,3 \cdot 1200} = 0,13 \text{ руб./шт}$$

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$= \frac{б \cdot a}{100 \cdot ч \cdot \text{год}} \quad (5.10)$$

где  $a$  – норма амортизации, %

$$A = \frac{25000 \cdot 10}{100 \cdot 12,8 \cdot 1200} = 0,16 \text{ руб./шт.}$$

$$A = \frac{21500 \cdot 10}{100 \cdot 19,3 \cdot 1200} = 0,09 \text{ руб./шт}$$

$$= 4,2 + 0,23 + 0,16 = 4,59 \text{ руб./шт}$$

$$= 3,17 + 0,13 + 0,09 = 3,39 \text{ руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$c_{\text{прив}} = c_{\text{пр}} + n \cdot c_{\text{уд}} = c_{\text{пр}} + n \cdot e, \quad (5.11)$$

где  $n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

$$n = 0,15;$$

$c_{\text{уд}}$  – удельные капитальные вложения, руб/ед .

$$C_{\text{прив}} = 4,59 + 0,15 \cdot 1,62 = 4,83 \text{ руб./шт} ;$$

$$C_{\text{прив}} = 3,39 + 0,15 \cdot 0,92 = 3,52 \text{ руб./шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (c_{\text{с}} - c_{\text{пр}}) \cdot ч \cdot \text{год} ; \quad (5.12)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (4,59 - 3,39) \cdot 19,3 \cdot 1200 = 27792 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект:

$$\text{год} = \text{прив с} - \text{прив пр} \cdot \text{ч} \cdot \text{год} \quad (5.13)$$

$$\text{год} = (4,83 - 3,52) \cdot 19,3 \cdot 1200 = 30339,6 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{б}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad 5.14$$

где  $б$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб

$$T_{\text{ок}} = \frac{21500}{27792} = 0,77$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$\text{эф} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{б} \quad 5.15$$

$$\text{эф} = \frac{27792}{21500} = 1,29$$

Таблица 5.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Базовый (исходный)	Проектируемый
Часовая производительность, шт./ч	12,8	19,3
Фондоемкость процесса, руб./шт.	1,62	0,92
Металлоемкость, г/шт.	7,88	5,81
Уровень эксплуатационных затрат, руб./шт.	4,57	3,39
Уровень приведенных затрат, руб./шт.	4,81	3,52
Годовая экономия, руб.	–	27792
Годовой экономический эффект, руб.	–	30339,6
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	–	0,77
Коэффициент эффективности доп. капитальных вложений	–	1,29

По результатам вычислений видно, что конструкция является экономически эффективной.