

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

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

Кафедра: Общественные инженерные дисциплины

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Проектирование технологии изготовления шнеков с
разработкой захватно-транспортного приспособления

Шифр: ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00

Студент		<u> </u> подпись	<u>Чапаев М.А.</u> Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u> ученое звание	<u> </u> подпись	<u>Марданов Р.Х.</u> Ф.И.О.

Допущен к защите (протокол заседания кафедры № _____ от _____)

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

Казань – 2018

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе
Чапаева Максима Андреевича на тему:
«Проектирование технологии изготовления
шнеков с разработкой захватно-транспортного
приспособления»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 69 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 10 рисунков, 5 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 55 наименований.

В первом разделе приводятся основы разработки технологических процессов.

Во втором разделе спроектирована технология изготовления шнеков.

В третьем разделе разработана конструкция захватно-транспортного приспособления. Произведены необходимые конструктивные и технологические расчеты. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, дано экономическое обоснование применения разработанного приспособления, подсчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости капитальных вложений.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

to final qualification work of Chapayev Maxim Andreevich on a subject: "Design of manufacturing techniques of screws with development of gripping and transport adaptation"

Final qualification work consists of the explanatory note on 69 sheets of the typewritten text and a graphic part on 7 sheets of the A1 format.

The note consists of introduction, three sections, conclusions and includes 10 drawings, 5 tables, 1 application. The list of the used literature contains 49 names.

Bases of development of engineering procedures are given in the first section.

In the second section the manufacturing techniques of screws are designed.

In the third section the design of gripping and transport adaptation is developed. Necessary constructive and technological calculations are made. Actions for health and safety are developed, economic justification of use of the developed adaptation is given, economic effect of introduction and a payback period of capital investments is counted.

The note comes to the end with conclusions and offers.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ . 8	
1.1 Цели и задачи проектирования технологического процесса	8
1.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса ...	9
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШНЕКОВ	
.....	13
2.1. Основные методы формообразования спиралей шнеков	13
2.2 Оборудование и оснастка для изготовления винтовых лент	21
2.3 Точность изготовления винтовых лент	23
2.4 Проектирование технологии изготовления шнеков	24
2.4.1 Выбор и обоснование способов сварки	24
2.4.2 Выбор и обоснование рода тока и полярности	25
2.4.3 Выбор и обоснование сварочных материалов	27
2.4.4 Выбор и описание сварочного оборудования	32
2.5 Технологические расчеты	36
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАХВАТНО-ТРАНСПОРТНОГО	
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	40
3.1 Классификация грузоподъемных и транспортных устройств	40
3.2. Факторы, влияющие на выбор транспортирующих машин	44
3.3 Захватные устройства	44
3.4 Проектирование захватного приспособления	45
3.4.1 Определение усилия захвата	47
3.4.2. Расчет удерживающего усилия	48
3.4.3 Расчет пневмоцилиндра	49
3.4.4. Расчет точности приспособления	51
3.4.5 Расчет болтов на срез и смятия	53
3.4.6 Определение фактического усилия создаваемого	
пневмоцилиндром	53

3.5. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия	55
3.5.1 Организация производственного освещения.....	55
3.5.2 Расчет освещения.....	58
3.5.4 Инструкция по охране труда для токаря при изготовлении шнеков	59
3.5.5 Производственная гимнастика на рабочем месте	64
3.6 Экономическое обоснование конструкции приспособления	71
3.6.1 Расчет балансовой стоимости приспособления.....	71
3.6.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ... ..	99

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении устройства со шнековым механизмом широко применяют в качестве транспортных органов, потому что они характеризуются простотой конструкции, удобством в эксплуатации и большой надежностью. В сельскохозяйственном машиностроении шнеки изготавливают в соответствии с ГОСТ 2705-73 «Шнеки для сельскохозяйственных машин», который регламентирует холодную прокатку спиралей с наружным диаметром 60...320 мм и соответственно внутренним 20...121 мм, из полосы либо ленты шириной до 100 мм. В качестве материала используют Ст8 по ГОСТ 1050-74.

Множество разных дорожных и сельскохозяйственных машин, оборудование легкой и пищевой промышленности, целый ряд транспортных и строительных устройств, машин животноводческих ферм и металлорежущего оборудования оснащены шнековыми механизмами. При их изготовлении главным звеном технологического процесса является производство спиралей.

В зависимости от конструктивных и геометрических параметров винтовых лент, программы выпуска и условий работы выбирают метод их изготовления, определяющий точность изделия и экономичность, долговечность. Наилучший метод – это метод навивки спиралей на оправку из полос прямоугольного либо другого вида сечений, который не требует дорогостоящего специального оборудования, отличается износостойкостью изделий, огромной экономичностью, и точностью изготовления. Однако этот метод не нашел широкого использования на практике, потому что в существенном отношении высоты сечения полосы к ее толщине процесс изгиба происходит неустойчиво, наблюдаются обрывы металла, гофрообразование по внутренней кромке, полоса ложится на оправку.

1. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1.1 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.

1.2 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) нормал 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, гидроиспытание) 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 технологии изготовления шнеков

2.1. Основные методы формообразования спиралей шнеков

В машиностроении шнековые подающие устройства широко используют в качестве транспортных органов, так как они характеризуются простотой конструкции, удобством в эксплуатации и большой надежностью. В сельскохозяйственном машиностроении транспортные шнеки изготавливают в соответствии с ГОСТ 2705—73 «Шнеки для сельскохозяйственных машин», который регламентирует холодную прокатку спиралей с наружным диаметром 60...320 мм и соответственно внутренним 20...121 мм, из полосы или ленты шириной до 100 мм. В качестве исходного материала применяют сталь 08 по ГОСТ 1050—74.

Особенности технологии получения спиралей шнеков прежде всего обуславливаются их геометрической формой (рисунок 2.1). Шнек состоит из вала-трубы 1 с приваренной к нему спиралью 2, являющейся его рабочим элементом. Основными конструктивными параметрами шнека (спирали) являются наружный D и внутренний d диаметры спирали, шаг витка T , ширина и толщина полосы B , H , наружный и внутренний диаметр развертки кольца одного витка на плоскость D_0 и d_0 , угол вырезанного сектора Θ , длины винтовых линий соответственно внутренней и наружной кромок одного витка L_1 и L_2 . В зависимости от способа получения спирали ее толщина может изменяться от H по внутренней кромке до h по наружной. При прокатке обжим полосы по внутренней кромке отсутствует, поэтому толщина спирали по этой кромке равна толщине заготовки, а при навивке превышает ее. Поверхность спирали шнека относится к геликоидальным и на плоскость без деформации определенных участков не разворачивается. На практике наиболее просто винтовую поверхность можно получить из разрезной кольцевой заготовки путем осевого растяжения на за данный шаг.

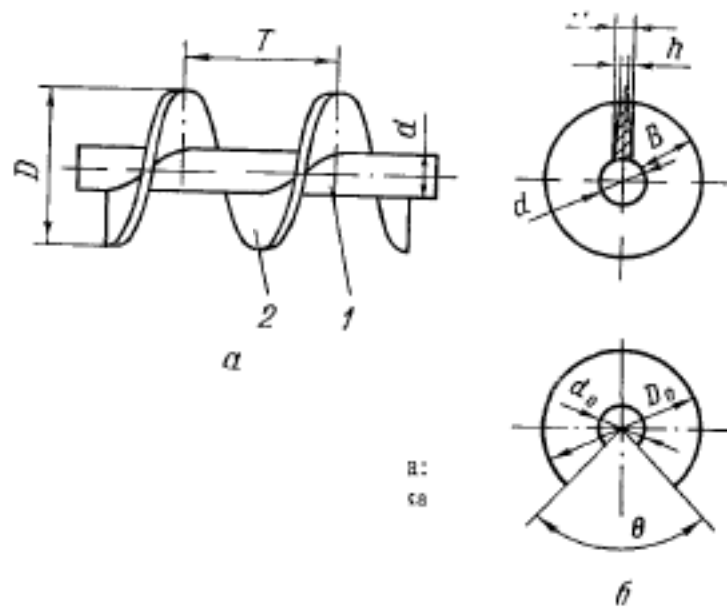


Рисунок 2.1 Конструкция шнека

При этом боковые участки кольца сжимаются, а центральные растягиваются. Известно много технических решений, реализующих указанный метод получения спиралей из кольцевой заготовки. Отличаются они особенностями технологического процесса, очередностью операции растяжения кольцевых элементов, их сварки между собой, а также условиями растяжения витков на заданный шаг (в штампе, на специальных приспособлениях и т. д.). Но все они имеют основной недостаток — значительный расход материала при вырубке колец.

Основные методы получения винтовых лент из полосовой заготовки разделяют на две группы. Первая — методы навивки полосы на оправку, вторая — методы прокатки.

Среди методов навивки известны следующие: навивка спирали на оправку с заданным шагом; навивка спирали на оправку с плотно навитыми витками; навивка полосы на оправку с непрерывным ее сходом с рабочей зоны.

В связи с тем что изгиб широких полос на ребро происходит неустойчиво, при их навивке требуются специальные приспособления. Проведенные исследования на специально разработанных устройствах, осуществляющих как плотную навивку витков с последующим их растяжением, так и непрерывную, показывают, что указанными методами можно получать спирали в широком диапазоне изменения ее параметров, причем их производство при этом будет более экономичным, чем получение спиралей из кольцевых заготовок при любых программах выпуска шнеков (в том числе и единичном производстве).

Прокатку винтовых лент производят в четырехваловых, двухваловых станах и в устройствах с консольным расположением валков. По температурному состоянию заготовок прокатку подразделяют на холодную и горячую. По условиям формообразования различают

прокатку по всей ширине полосы, с некатанной зоной, с торможением по внутренней кромке с радиальным обжатием полосы в зоне формообразования и вне ее. По расположению рабочих валков различают прокатку с параллельным расположением осей, пересекающимися и перекрещивающимися осями.

По конструктивному выполнению рабочих валков различают прокатку сплошными и составными валками. Изготовление спиралей методами прокатки характеризуется высокой производительностью и незначительной трудоемкостью.

К недостаткам этого метода следует отнести прежде всего сложность оборудования и затруднения при получении винтовых лент с малым внутренним диаметром. Кроме того, в связи со значительным обжатием полосы по наружной кромке, стойкость катанных спиралей ниже, чем витых.

При непрерывной навивке (рисунок 2.2) конец полосы 1 изгибают под углом 90° и вводят его в осевой паз шпоночной втулки 2, которую устанавливают на рабочую цилиндрическую поверхность ступенчатой оправки 3 со шпоночным пазом с возможностью осевого перемещения. На торцевой части втулки со стороны полосы выполнен один винтовой виток с шагом, равным толщине спирали.

С другой стороны полоса упирается в винтовую поверхность неподвижной втулки 4 с противоположным направлением винтовой поверхности втулки 2. Она свободно установлена на рабочую цилиндрическую часть оправки, стопорят ее с помощью рукоятки 5 по неподвижному упору 6.

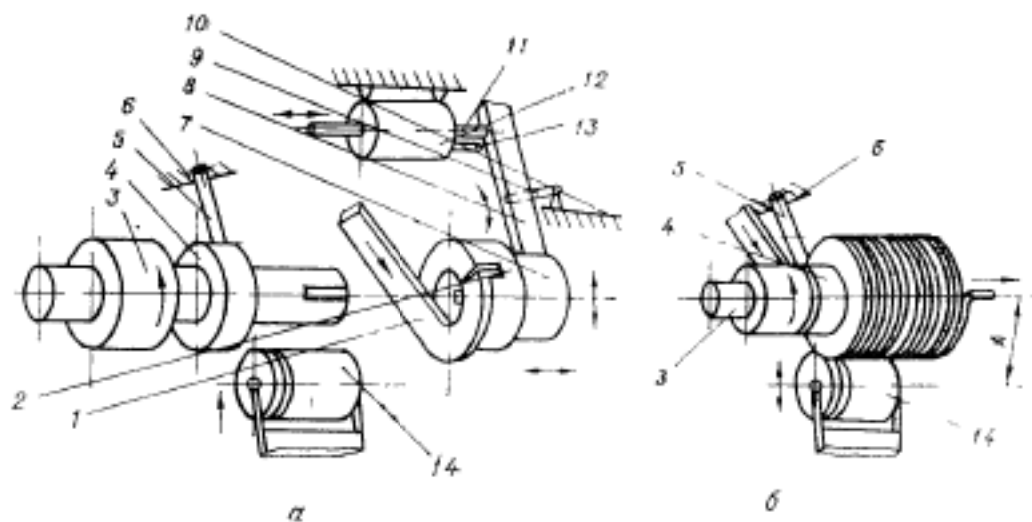


Рис. 3 Схема непрерывной навивки спиралей шнеков на оправку:
а — навивка первых 3—4 витков, б — процесс непрерывной навивки

Рисунок 2.2 Схема непрерывной навивки спиралей шнеков на оправку

Длина шпоночной канавки на оправке меньше длины оправки до втулки 4 на (3—4). Но, это свободное пространство служит для устранения возможного деформирования витка

по внутреннему диаметру. Осевой прижим полосы осуществляется через втулку 2 упорным подшипником 7, установленным в коромысле 8, которое выполнено в виде двухплечего рычага с точкой опоры 9, прикрепленной жестко к сушпорту 10. Коромысло проворачивается на определенный угол в вертикальной и горизонтальных плоскостях.

Одним концом оно упирается в шток 11 пневмоцилиндра 12 жестко установленного на сушпорте, и контактирует с датчиком длины перемещения 13. В радиальном направлении полоса прижимается к оправке прижимным роликом 14, ось которого расположена на расстоянии A от оси оправки. Для осуществления процесса навивки диаметры неподвижной и шпоночной втулки должны быть меньше диаметра навиваемой спирали, с тем чтобы можно ее прижать к оправке. Вращательное движение оправка получает от привода установки.

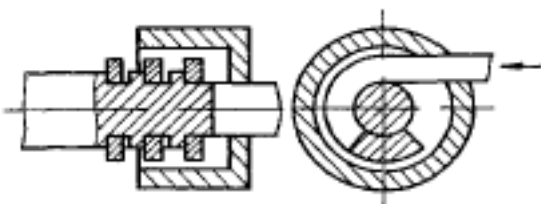
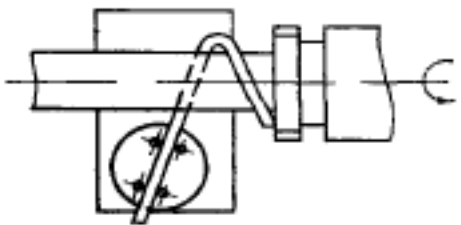
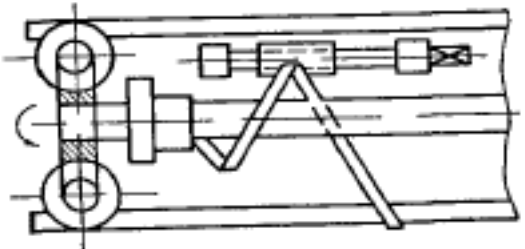
После выполнения подготовительных приемов осуществляют навивку 3...4 витков с горизонтальным перемещением втулки 2 и проворот от коромысла на определенный угол до отключения пневмоцилиндра датчиком длины. В дальнейшем коромысло отводят, снимают втулку 2 после чего включают установку и осуществляют процесс непрерывной навивки без осевого прижима. Устойчивость полосы в данном случае обеспечивается предварительно навитыми витками и обжимным роликом. Резка спирали на мерные куски в зависимости от технологического процесса может осуществляться во время ее навивки с помощью летучих ножниц либо за пределами установки. При необходимости отвод коромысла и съем шпоночной втулки производят без остановки процесса. Толщину витка по наружной кромке можно регулировать давлением прижимного ролика на навиваемую полосу.

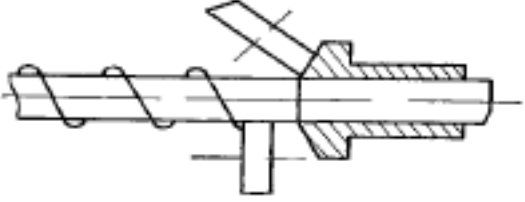
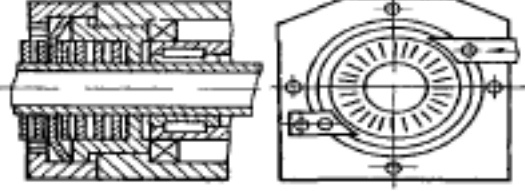
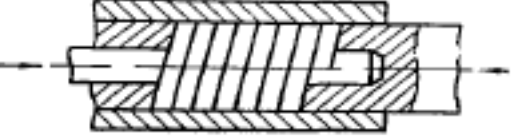
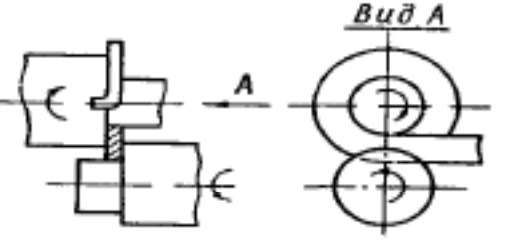
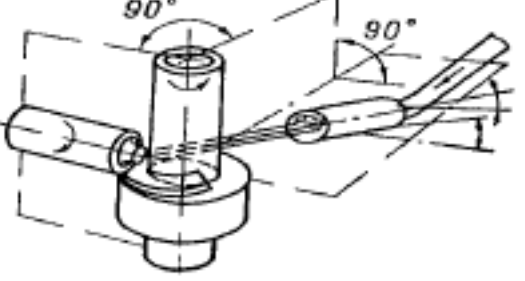
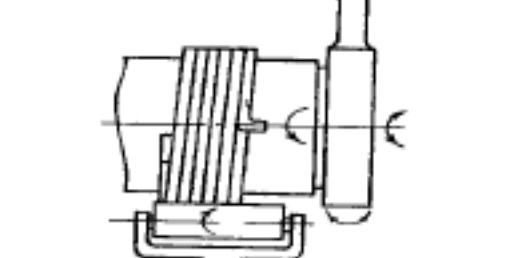
В основу теоретического анализа гибки положена гипотеза плоских сечений, согласно которой сечения, перпендикулярные к срединной поверхности заготовки, остаются плоскими в процессе изменения кривизны при изгибе.

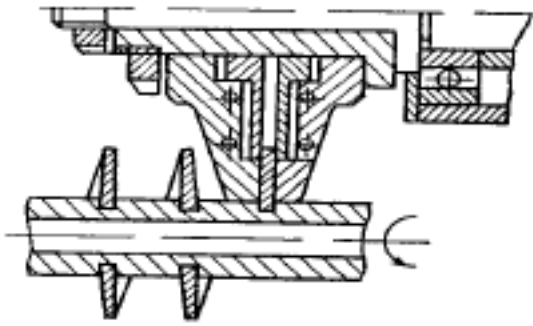
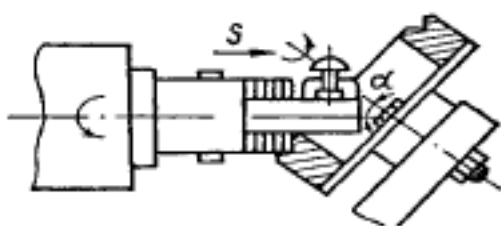
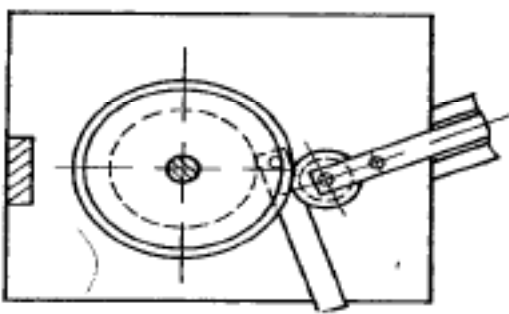
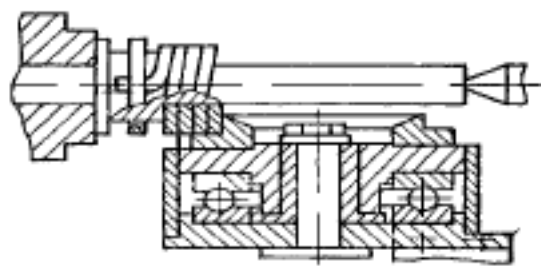
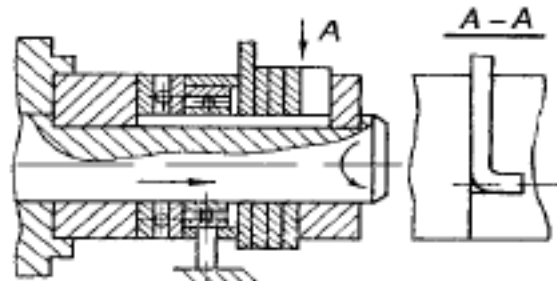
Полоса в процессе гибки чистым моментом находится в плосконапряженном состоянии при наличии радиального и окружного напряжений. Слой металла, расположенный у внутренней поверхности, испытывает сжатие в продольном и растяжение в поперечном направлениях, а расположенный у внешней поверхности растяжение в продольном и сжатие в поперечном направлениях.

Основные способы навивки спиралей представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 Основные способы навивки спиралей шнеков

Характеристика способа	Схемы навивки спиралей шнеков
1. Навивка спиралей шнеков с последующей растяжкой	
2. Навивка ленты на резьбовую оправку	
3. Навивка спиралей шнеков на оправку на токарном станке	
4. Навивка винтовой ленты по копиру	
5. Навивка спиралей шнеков на валы больших размеров	
6. Навивка винтовой ленты с калибровкой	

Характеристика способа	Схемы навивки спиралей шнеков
7. Навивка спиралей шнеков по копиру с обрезкой	
8. Непрерывная навивка винтовой ленты	
9. Навивка винтовой ленты с обжимом по площади кольца	
10. Навивка спиралей шнеков с обжимным роликом, ось которого параллельна оси оправки	
11. Навивка спиралей шнеков на вал с прокаткой	
12. Непрерывная навивка винтовой ленты на оправку с помощью обжимного ролика с параллельным расположением осей	

Характеристика способа	Схемы навивки спиралей шнеков
13. Навивка спиралей шнеков с помощью обжимного ролика	
14. Навивка винтовой ленты с помощью косого диска	
15. Навивка спиралей с большим внутренним диаметром	
16. Навивка обжимным роликом, ось которого расположена перпендикулярно к оси оправки	
17. Навивка на самовыдвижную оправку	

2.2 Оборудование и оснастка для изготовления винтовых лент

Для навивки винтовых спиралей из ленты или полосы с удельной высотой $b' = 10 \dots 15$ можно использовать специальное оборудование и оснастку. Установка для непрерывной или периодической навивки из ленты прямоугольного или другого сечения представлена на рисунке 2.3.

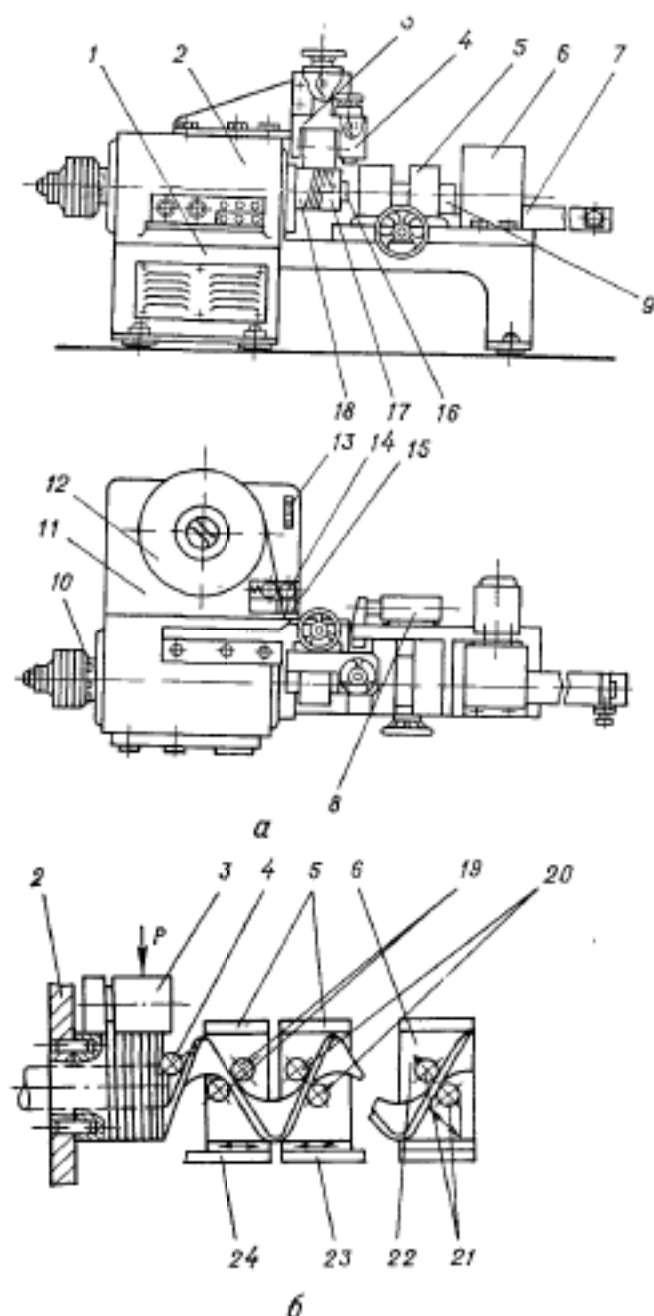


Рисунок 2.3 Схема установки для навивки спиралей шнеков

Она состоит из станины 1, шпиндельного узла 2, механизма радиального поджима 3, устройства расклинивания витков 4, механизма 5 окончательного разгиба полосы на

заданный шаг и устройства 6 резки спирали на требуемую длину.

На станине смонтирован желоб 7, направляющий и поддерживающий в процессе навивки шнековую спираль, на нем установлен передвижной упор 8 с датчиком контроля длины.

Осевой прижим навиваемой ленты осуществляется от пневмоцилиндра 9. За шпиндельным узлом на столе 11 укреплены бухтодержатель с бухтой полосы 12, приспособление 13 для заправки конца ленты, направляющие ролики 14 и устройство 15 для смазки полосы. Привод установки расположен в тумбе станины. Передача и регулирование скорости вращения обеспечиваются клиноременной передачей и коробкой скоростей. Устройство для резки спирали имеет индивидуальный привод, заблокированный с приводом главного движения. Органы управления процессом навивки и приводом расположены на панели, установленной на коробке скоростей. Установка позволяет осуществлять навивку спиралей нескольких типоразмеров, поэтому шпиндельный узел 2 оправка 16, втулки 17 и 18 являются сменными элементами.

Для предотвращения узлов и элементов привода от поломки на свободном конце шпинделя смонтирована предохранительная муфта 10. Процесс формообразования происходит следующим образом. Ленту заправляют в направляющие ролики 14 с предварительно отогнутым на 90° концом и устанавливают в осевой паз втулки 17. В момент пуска эта втулка поджимается в осевом направлении штоком пневмоцилиндра 9, а лента в радиальном направлении — прижимным устройством 3. В таком положении навиваются первые три-четыре витка. Далее втулка 17 отжимается и ее снимают с оправки, а с помощью расклинивающего механизма 4 осуществляют отгиб переднего витка (рисунок 2.3 б). Далее спираль пропускают через ролики 19 и 20 механизма калибровки шага и ролики 21 отрезного механизма 6. Перемещаясь в разные стороны, кронштейны 23, 24 осуществляют растяжение витка на необходимый шаг.

Винтовые ленты на заданную длину отрезают ножом 22, установленным на одном из роликов 21 механизма отрезки. Вращение роликов синхронизировано с линейным перемещением спирали по желобу до упора 8 либо по количеству оборотов валков.

2.3 Точность изготовления винтовых лент

При исследовании процесса формообразования спиралей шнеков установлены основные точностные характеристики методов навивки и прокатки. Определены наружный и внутренний диаметры, толщина по наружной и внутренней кромкам, шаг витка и стабильность. Проведены сравнительные исследования двух основных способов по

выявлению возможности изготовления винтовых лент с минимальными внутренними диаметрами.

Отклонение спиралей шнеков по наружному диаметру в диапазоне размеров по ГОСТ 2705—73, полученных методом навивки, в 2... 2,5 раза меньше, чем при прокатке, а изменение шага винтовой ленты также в 2,4 ... 3,0 раза меньше.

Важным фактором, определяющим надежность и долговечность шнека, является разница в толщине внутренней и наружной кромок. При прокатке толщина наружной кромки в 1,5... 2,6 раза меньше, чем внутренней.

При навивке эта разница сведена к минимуму и составляет 0,1 ... 0,20 мм на 1 мм толщины навиваемой полосы против 0,3 ... 0,6 мм для прокатки. Таким образом, толщина полосы на наружной кромке для одного и того же типоразмера значительно больше при навивке, чем при прокатке.

К технико-экономическим преимуществам навивки также относится возможность получения спиралей с минимальным внутренним диаметром — 8... 12 мм, изготовление которых методом прокатки затруднено.

Для достижения точности шнеков по наружному диаметру после сварки их необходимо рихтовать и протачивать на токарном станке. При этом экономическая точность составляет 8... 9 квалитетов, а Ra 20 ... 60 мкм.

2.4 Проектирование технологии изготовления шнеков

Учитывая преимущества и недостатки существующих технологий принимаем технологию изготовления шнеков путем сваривания перьев шнека. Проектируемая технология представлена на рисунке 2.4.

2.4.1 Выбор и обоснование способов сварки

Для постановки прихваток при сборке конструкции, выбираю ручную дуговую сварку, так как для данного вида работ применение этого способа считаю наиболее целесообразным.

Сущность данного процесса заключается в том, что металл плавится за счет тепла электрической дуги, горящей между электродом и изделием. Защита расплавленного металла от окружающей среды производится за счет обмазки электрода.

Преимуществом этого способа является его простота в обращении, отличительной особенностью является универсальность и маневренность. Основной недостаток — низкая производительность от 15 до 20%.

Коэффициент плавления 8.5 – 9.5 г/А час

Коэффициент наплавки 8.5 – 9.5 г/А час

Коэффициент потерь 7 – 8 г/А час

Для приварки перекрестного набора выбираю механизированную сварку в среде CO₂. Сущность способа заключается в том, что металл плавится за счет тепла электрической дуги, горящей между автоматически подающейся проволокой и изделием. Защита расплавленного металла от окружающей среды производится защитным газом, который подается к месту сварки рабочим давлением от 10 до 15 МПа

Защитные газы обеспечивают высокое качество сварных соединений. Сварка может производиться во всех пространственных положениях и применима практически к любому сплаву, из которого созданы сварные конструкции.

Преимущества способа – производительность больше, чем при ручной сварке.

Недостаток – выгорание легирующих элементов в результате диссоциации газа CO₂ на газ СО и атомарный кислород, который способствует выгоранию.

Коэффициент плавления 12 – 15 г/А час

Коэффициент наплавки 10 – 12 г/А час

Коэффициент потерь 12 – 15 г/А час

Для сварки швов большой протяженности выбираю автоматическую сварку под слоем флюса. Сущность данного способа заключается в том, что металлы плавятся за счет тепла электрической дуги, горящей между автоматически подающейся проволокой и изделием. Защита расплавленного металла от окружающей среды производится за счет свободно сыплющегося флюса из бункера, скорость сварки регулируется автоматически.

Преимущества данного способа – надежная защита около шовной зоны сварки от окружающей среды, большая производительность сварки.

Коэффициент наплавки 14 – 16 г/А час

Коэффициент плавления 15 - 20 г/А час

Коэффициент потерь 12 – 15 г/А час

2.4.2 Выбор и обоснование рода тока и полярности

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами, считаю целесообразным применить постоянный ток обратной полярности, так как при этом токе швы получаются плотными, беспористые, герметичные и по структуре соответствуют спокойной стали.

Для механизированной и автоматической сварки выбираю постоянный ток обратной полярности, так как при этом формирование сварного шва наилучшее, дуга горит стабильно.

При прямой полярности процесс сварки характеризуется наименьшим разбрызгиванием даже при сварке значительно малыми токами.

Хотя коэффициент плавления электродной проволоки при сварке обратной полярности в 1,5 – 1,8 раза меньше, чем при сварке на прямой полярности. Это преимущество в большинстве случаев не удается использовать, так как при сварке на прямой полярности ширина шва значительно меньше, а высота выпуклости значительно больше, чем при сварке на обратной полярности. Кроме того сварка на прямой полярности характеризуется увеличением окислением элементов и повышением склонности сварного шва к образованию пор.

2.4.3 Выбор и обоснование сварочных материалов

Для ручной дуговой сварки при постановке прихваток выбираю электроды типа Э50 марки УОНИ 13/55 по ГОСТ 9467-75.

Электроды данного типа относятся к электродам с фтористо-кальциевым покрытием и состоят из карбонатов кальция и магния, плавикового шпата и ферросплавов. Электроды с таким покрытием называют также низководородистыми, так как наплавленный металл содержит водорода меньше, чем при других покрытиях.

Наплавленный металл по составу соответствует спокойной стали, отличается чистотой, малым содержанием кислорода, азота и водорода; понижено содержание серы и фосфора, повышено - марганца (0,5 – 1,5%) и кремния (0,3-0,6%). Металл устойчив против старения, имеет высокие показатели механических свойств, в том числе и ударной вязкости, и нередко по механическим свойствам превосходит основной металл. Электроды с таким покрытием рекомендуются для наиболее ответственных конструкций из среднеуглеродистых и низколегированных и конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 500 МПа, когда к металлу предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости.

Данные электроды чувствительны к наличию окалины, ржавчины, масла на кромках основного металла и в этих случаях дают поры, как и при отсыревании электродов. Свойства наплавленного металла можно менять в широких пределах, меняя количество ферросплавов в покрытии.

Механические свойства сварного соединения характеризуются высокой прочностью и вязкостью, ударная вязкость для УОНИ 13/55 составляет 25-30 кГм/см².

Качество сварки электродами указанной марки высокое, показатели механических свойств сварного шва и наплавленного металла получаются часто выше показателей

основного металла.

Химический состав покрытия электродов типа Э50 марки УОНИ 13/55 представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Химический состав покрытия электрода

В процентах

мрамор	Плавиковый шпат	кварц	ферромарганец	ферросилиции	ферротитан
54	15	9	5	5	12

Таблица 2.3 – Химический состав электродного стержня УОНИ 13/55.

В процентах

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0.01	0.03	0.1	0.25	0.03	0.03	0.03

Таблица 2.4 – Химический состав электродного стержня УОНИ 13/55

Предел прочности МПа/мм	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость МПа/мм
460	22	140

Паспорт электрода.

Э50 А-УОНИ 13/55-40-УД2, ГОСТ 9467-75.

Е 432 (5) – Б 0

Э 50 А – тип электрода;

Э – электроды для дуговой сварки;

А – улучшенного качества;

УОНИ 13/55 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

У – электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Д2 – толстым покрытием второй группы;

432 (5) – группа индексов, указывающая на характеристики наплавленного металла и металла шва;

43 – временное сопротивление разрывов

2 – относительное удлинение > 22%

5 – имеет ударную вязкость не менее 34.3 Дж/см при t-40 градусов;

Б – основное покрытие;

- 1 – для сварки во всех пространственных положениях;
0 – на постоянном токе обратной полярности.

Таблица – 2.5 Механические свойства электродов марки УОНИ 13/55

Параметры	Значение
Вид состава покрытия	Б
Род тока и полярность	Постоянный, обратной полярности
Временное сопротивление при растяжении, МПа	460
Относительное удлинение	20
Ударная вязкость, Дж/см	130
Временное сопротивление при растяжении, МПа	500
Угол загиба	150

Сварку электродами с этим покрытием осуществляют на постоянном токе обратной полярности. Вследствие малой склонности металла шва к образованию кристаллизационных и холодных трещин электроды с этим покрытием используют для сварки больших сечений, тугоплавкий флюс.

Для механизированной сварки в среде CO₂ выбираю сварочную проволоку марки СВ – 08Г2С по ГОСТ 2246 – 70, так как она более похожа по химическому составу и механическим свойствам для стали марки Д32 и защитный газ (углекислый газ) первого сорта, то есть сварочный, где содержание CO₂=99.5 процентов по ГОСТ 8050-85.

Химический состав сварочной проволоки СВ-08Г2С показаны в таблицы 2.6

Таблица 2.6 - Химический состав сварочной проволоки СВ-08Г2С

*В процентах

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni
Св-08Г2С	0,05 – 0,11	0,70 – 0,95	1,80 – 2,10	≤0,2	≤0,25

Механические свойства сварочной проволоки СВ-08Г2С показаны в таблицы 2.7

Двуокись углерода часто получают при воздействии серной кислоты на мел, но так же ее можно получать при обжиге известняка (40% CO₂), сжигании кокса и антрацита в специальных топках (до 18% CO₂), из газов брожения пищевых продуктов и других производствах.

В зависимости от способа получения себестоимость может изменяться в пределах (в 3-5 раз).

Обычно газ поступает в баллонах в жидком состоянии. В стандартный

баллон с водяной емкостью 40 л заливается 25 кг жидкой углекислоты. При испарении 1л жидкого CO₂ при 0°С и давления 760мм рт.ст. получается 506,8 л газа.. Газ занимает 67,5% всего объема баллона при нормальном давлении, так как плотность у CO₂ в 1,5 раза больше, чем у воздуха , он просто выталкивает воздух из пространства.

Таблица 2.7 - Механические свойства сварочной проволоки СВ-08А

Марка	Металл шва и наплавленного металла			Сварочное соединение, выполненное сварочной проволокой	
СВ-08А	Не менее			Не менее	
	σв, МПа	δ, %	КСЧ, кДж/м²	σв, МПа	Угол загиба
	460	22	140	460	180

Для автоматической сварки под флюсом выбираю сварочную проволоку марки СВ – 08А по ГОСТ 2246-70, так как данная проволока улучшенного качества для защиты сварочной ванны от окружающей среды, выбираю флюс марки ОСЦ-45 по ГОСТ 9087-81

Таблица 2.8 - Химический состав сварочной проволоки СВ-08А

Проволока	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Al
СВ-08А	≤0,10	≤0,03	0,35 – 0,60	≤0,12	≤0,25	0,03	0,03	≤0,01

Флюс марки ОСЦ-45 поставляется на предприятия по ГОСТ 9087-81. Основными компонентами, являются такие химические элементы как марганцевые руды, кварцевый песок и шлаки шпат, химические элементы сводим в таблицу. Флюс марки ОСЦ-45 относится к пемзовидным, флюсы данного вида получают следующим путём расплав, подогретый до 1550-1600°С, выливают в воду. При этом пары воды вспенивают расплавленную массу, образуя пемзовидный флюс, плотность которого менее 1.0 г /см³.

Перед тем как его пустить в производство, флюс гранулируют мокрым способом. Мокрый способ - это когда расплавленный флюс сливают тонкой струйкой в бак с водой.

Гранулы получают размером от 0,35 до 3,0 мм.

При применении пемзовидных флюсов повышается качество формирования шва.

Таблица 2.9 - Химический состав флюса марки ОСЦ-45

Марка флюса	SiO ₂	MnO	CaF ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	FeO ₃	S	P
ОСЦ-45	38,0 – 44,0	38,0 – 44,0	6,0 – 9,0	До 2,5	До 6,5	До 5,0	До 2,0	До 0,15	До 0,15

Флюс малочувствительный к ржавчине, даёт плотные швы стойкие против горячих трещин. Недостаток флюса является большое выделение вредных фтористых газов.

2.4.4 Выбор и описание сварочного оборудования

Для ручной дуговой сварки выбираю многопостовой выпрямитель ВДМ-1001, который рассчитан на 7 постов и к данному источнику питания выбираю балластный реостат РБ-301.

Основными элементами многопостового выпрямителя ВДМ-1001, являются трехфазный трансформатор, выпрямительный блок, шинопровод с балластными сопротивлениями.

Первичная обмотка трехфазного трансформатора включаются по схеме треугольник имеет отвод в каждой фазе, которые предназначены для стабилизации выходного напряжения сети в диапазоне ± 5 процентов от $V_{ном}$.

Вторичная обмотка имеет две секции, которые включены по схеме "звезда", а их ЭДС сдвинута на угол π . Нейтраль первой секции этой обмотки образует отрицательный вывод, а нейтраль второй - положительный вывод.

Выпрямитель ВДМ-1001 имеет быстродействующую защиту соответственно от кратковременной и длительной перегрузки. Выходное напряжение выпрямителя поступает на сварочный пост через шинопровод на балластное сопротивление.

Характеристики ВДМ-1001 сведены в таблицу 2.10.

Таблица 2.10- Характеристики ВДМ-1001

Параметры	Значение
-----------	----------

Номинальный сварочный ток выпрямителя, А	1000
Номинальный сварочный ток поста, А	315
Диапазон регулирования сварочного тока поста, А	12-315
Напряжение, В:	
холостого хода	70
номинальное рабочее	60
Число сварочных постов	7
Тип балластного сопротивления	РБ - 301
Потребляемая мощность, кВт х А	74
Габаритные размеры, мм	1100х700х900
Масса, кг.	420

Для регулирования на каждом посту выбираю балластный реостат РБ-301 с номинальным сварочным током до 300 А. Пределы регулирования тока от 15 до 300 А. Через каждые 15 А. создает подающую характеристику и предотвращает от короткого замыкания источника питания.

Технические характеристики балластного реостата отражены в таблице 2.11

Таблица 2.11 - Технические характеристики балластного реостата РБ-301

Параметры	Значение
Номинальный сварочный ток, А	315
Номинальный режим работы,	60
ПВ%	0,095-3
Регулировка сопротивления, Ом	680х410х648
Габаритные размеры, мм	35
Масса, кг	

Для механизированной сварки в среде углекислого газа выбираю сварочный полуавтомат Гранит-3. Технические характеристики полуавтомата отражены в таблице 2.12.

Таблица 2.12- Технические характеристики полуавтомата Гранит-3.

Параметр	Значение
----------	----------

Напряжение питающей сети, В	380
Род тока	постоянный
Пределы регулирования сварочного тока, А	100-400
Диаметр проволоки, мм	1,0-1,6
Скорость подачи проволоки, м/час	
нижний предел	120
верхний предел	960
Расход газа, л/мин	8-20
Масса проволоки в кассете, кг	6,0
Масса горелки ГС-250, кг	0,45
Габаритные размеры механизма подачи, мм	400x275x150
Габаритные размеры шкафа управления, мм	585x440x353

Сварочный полуавтомат предназначен для дуговой сварки плавящимися электродами в среде углекислого газа стальных корпусных конструкций во всех пространственных направлениях.

Сварочный полуавтомат состоит из сварочной горелки, механизма подачи сварочной проволоки, блока управления, сварочного выпрямителя, газового редуктора, комплекта проводов и шлангов.

В качестве источника питания для полуавтомата выбираю выпрямитель сварочного типа ВДУ-506УЗ, который предназначен для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственного регулирования климата.

Технические характеристики источника питания даны в таблице 2.13.

Таблица 2.13 - Технические характеристики источника питания ВДУ-506УЗ

Техническая характеристика	Параметры
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Номинальное рабочее напряжение, В	
для жестких характеристик	50
для падающих характеристик	46
КПД, %	79
Габаритные размеры, мм	820x620x1100
Масса, кг	85
Напряжение холостого хода, В	

Для автоматической сварки под слоем флюса выбираю автомат марки АДФ-1004.

Он обеспечивает следующие операции: подачу флюса в зону сварочной дуги, подачу электродной проволоки в зону дуги по мере ее оплавления, регулирование параметров сварной дуги, перемещение сварочной дуги вдоль шва.

Автомат марки АДФ-1004 предназначен для дуговой сварки под слоем флюса стыковых и угловых соединений типа "тавр" и "лодочка" электродной проволокой сплошного сечения сварку можно выполнять как внутри колен, так и вне ее, на расстояние до 200 мм. Размер колен не должен превышать 295 мм. Положение электрода (дуги) контролируют с помощью световодателя. Все элементы управления сварочным процессом и перемещением трактора расположены на пульте, закрепленный на стойке держателя самоходной тележки. Характеристики автомата отражены в таблице 2.20.

Таблица 2.20 - Технические характеристики сварочного автомата АДФ-1004

Наименование характеристик	Значения
Номинальный сварочный ток, А	1000
Диаметр электродной проволоки, мм	2,0-5,0
Скорость подачи проволоки, м/ч	20-360
Скорость сварки, м/ч	12-120
Емкость бункера, дм ³	6
Габаритные размеры, мм	1050 x 365 x 655
Масса, кг	60

Из таблицы 2.20 видим, что автомат обеспечивает плавное регулирование скорости подачи проволоки и скорости перемещения дуги, а также стабилизацию этих скоростей.

В комплект автомата входит выпрямитель ВДУ-1001. Он предназначен для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения и уменьшение разбрызгивания металла при сварке. Технические характеристики ВДУ-1001 указаны в таблицах 2.21.

Таблица 2.21 - Технические характеристики выпрямителя ВДУ-1001

Наименование характеристик	Значения
Номинальный сварочный ток, А	1000
Напряжение сети, В не	380
Номинальное рабочее напряжение, В	66
Напряжение холостого хода, В	66
Пределы регулирования сварочного тока, А	300-1000
Рабочее напряжение, В	24-66
КПД, %	82
Масса, кг	50-500

Для приварки поперечного набора к настилу палубы автоматической сваркой под слоем флюса выбираю сварочный автомат АСУ-5М. Он предназначен для сварки тавровых соединений судокорпусных конструкций в затесненных условиях.

Таблица 2.22 - Технические характеристики автомата АСУ-5М

Параметры	Значение
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220
Род сварочного тока	постоянный
Сварочный ток, А	до 750
Скорость сварки, м/ч :	
нижний предел, не более	10
верхний предел, не более	60
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч:	
нижний предел, не более	60
верхний предел, не более	680
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6 ...3
Габаритные размеры, мм	790x275x380
Масса, кг, не более	36

2.5 Технологические расчеты

Расчет режимов сварки

Тип соединения	Марка стали	Длина сварного шва (мм)	Толщина сварных элементов (мм)
стыковое	Сталь 3 ВСт3пс	700	4

Для марки Сталь 3 ВСт3пс выбираем ГОСТ 2590–71 (сортовой прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии сталь).

1) Определяем химический состав основного металла

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	Cu
0,14 – 0,22	0,05–0,17	0,40– 0,65	≤0,04	≤0,05	≤0,30	≤0,30	≤0,08	≤0,30

2) Определяем механические свойства в данной стали

Сечение, мм	$\sigma_{\text{т}}$, Н/мм ²	$\sigma_{\text{в}}$, Н/мм ²	δ , %
Свыше 2,0	0,2	360–530	24

где Y_{τ} - условный предел текучести,

u_b - временное сопротивление,

d - относительное удлинение.

3) Технологические свойства в данной стали

Свариваются без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей).

Способы сварки: РДС, АДС над флюсом и газовой защитой ЭШС и КТС.

4) Диаметр электрода: $d_3 = S/2 + 1 = 3$ (мм)

5) Сила сварного тока: $I_{св} = k \cdot d_3 = 50 \cdot 3 = 150$ (А), где $k = 50$ А/мм.

6) Длина сварной дуги: $L_{дуги} = 0,5 \cdot (d_3 + 2) = 0,5 \cdot (3 + 2) = 2,5$ (мм).

7) Напряжение сварки: $U_{св} = U_{ак} + L_{дуги} \cdot U_{д} = 10 + 2,5 \cdot 2 = 15$ (В), где:

$U_{ак} = 10-12$ В; $U_{д} = 2-3$ В; $1,25 \leq I_{кор} / I_{раб} \leq 2$.

8) Выбираем марку проволоки исходя из механического состава основного металла Св-08.

9) Выберем тип электрода (по механическим свойствам) – Э42.

10) Для моей конструкции используется марка электрода УОНИ-13/45.

Условное обозначение электрода:

Э 42 – УОНИ – 13/45 – 3 – УД

Е 412 – Б 2 0 где,

- Э – электрод;
- 42-временное сопротивление;
- Э 42-тип электрода;
- УОНИ-13/45-марка электрода по ГОСТу;

11) Масса наплавляемого металла:

$$Q_H = V_H \cdot c;$$

где V_H – объём наплавляемого металла, c – плотность металла.

Для начала вычислим площадь сечения: $F = l \cdot S / 2 = 12 \cdot 4 / 2 = 24 \text{ (мм}^2\text{)} = 0,24 \text{ (см}^2\text{)}$

Вычислим объём наплавляемого металла

$$V_H = F \cdot l_{шва} = 0,24 \cdot 70 = 16,8 \text{ (см}^3\text{)}, \text{ тогда}$$

$$Q_H = V_H \cdot c = 16,8 \cdot 7,85 = 131,88 \text{ (г.)} = 0,13 \text{ (кг.)}, \text{ где } c = 7,85 \text{ г./ см}^3$$

12) Нормирование расхода электродов при ручной дуговой сварке.

$$Q_3 = K_3 \cdot Q_H = 1,4 \cdot 131,88 = 184,632 \text{ (г.)} = 0,185 \text{ (кг)}$$

13) Определим время горения дуги:

$$t_0 = Q_H / I_{св} \cdot \beta_H = 131,88 / 150 \cdot 9 = 0,1 \text{ (час)},$$

где β_H – коэффициент наплавки (г. /А· час).

14) Определим скорость сварки:

$$V = l_{шва} / t_0 = 0,70 / 0,1 = 7 \text{ (м/ час)}$$

15) Выберем светофильтр для сварочного тока 150А. Для нас подходит светофильтр марки С-7.

16) Выберем сварочный трансформатор ТДМ-180 У2 ($I=180\text{A}$, $U_{\text{св}} = 15\text{В}$) пределы регулирования $I_{\text{св}}$ от 50А до 450А.

3. Проектирование захватно-транспортного приспособления

3.1 Классификация грузоподъемных и транспортных устройств

Внутризаводские, междеховые и внутридеховые транспортные операции выполняются грузоподъемными и транспортными устройствами иногда по сложной транспортно-развитой трассе представляющей собой горизонтальные, наклонные и вертикальные участки.

Характер производственного процесса, его специфические особенности, род и физико-механические свойства перемещаемых грузов определяют тип и конструкцию применяемых грузоподъемных и транспортных устройств.

При выборе типа конструкции грузоподъемного и транспортного устройства необходимо учитывать: комплексность механизации погрузочно-разгрузочных и транспортных операций на всех этапах производственного процесса, условия сохранности перемещаемого груза; соответствие производительностей транспортных и технологических машин, включенных в один поток, при дальнейшем росте производительности технологических машин без существенной переделки транспортных машин; создание благоприятных условий труда для обслуживающего персонала и другие факторы. Выполнение этих требований в различных отраслях производств привело к созданию разнообразных типов грузоподъемных и транспортных устройств.

Грузоподъемные и транспортные устройства можно разделить по принципу действия на две основные группы: периодического и непрерывного действия (рисунок 3.1)



Рисунок 3.1 Классификация грузоподъемных и транспортных устройств

ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ

Изм.	Удостоверен	Действителен	Подпись	Дата	Характерной особенностью машин периодического действия является цикличность работы	Листов
Разработчик	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Разработчик проекта, соответствующими грузоподъемности рабочих органов	37
Проектировщик	Сидоров С.С.	Сидоров С.С.	Сидоров С.С.	Сидоров С.С.	Захватно-транспортное приспособление	Казанский ГАУ каф. ОМД
Н. Контр.	Морданов Р.Х.					
Утверд.	Якин С.М.					

трассе. Работа таких машин обычно осуществляется по принципу попеременно-возвратных движений: в одном направлении с грузом, в обратном — без груза. Рабочий орган машин периодического действия загружается и разгружается во время остановки; иногда рабочий орган разгружается во время движения.

Характерной особенностью машин непрерывного действия является перемещение грузов непрерывным потоком по одной строго определенной трассе.

К транспортирующим машинам периодического действия относят рельсовый и безрельсовый наземный внутризаводской транспорт: тележки, кары, погрузчики и промышленные роботы, а также скреперы.

Тележка — устройство наземного безрельсового транспорта представляет собой платформу, установленную на колесах для перевозки груза. Ручные тележки передвигают рабочие. В автокарах и электрокарах тележка приводится в движение двигателем (внутреннего сгорания или электрическим).

Погрузчики — машины, оборудованные рабочими органами для погрузки, разгрузки и штабелирования грузов, снабжены машинным приводом (автопогрузчик или электропогрузчик). Погрузчики имеют вилы для захвата штучных грузов или ковш для насыпных грузов.

Скрепер — рабочий орган (ковш) канатно-скреперных установок, применяемых для захвата, загрузки или разгрузки сыпучих грузов. Промышленный робот-манипулятор используют вместо человека для выполнения однообразных и утомительных погрузочно-разгрузочных работ технологического процесса массового производства. Робот состоит из корпуса, устройств управления и передвижения с манипулятором для захвата и перестановки груза. К транспортирующим машинам непрерывного действия с тяговым органом относят машины, в которых грузонесущим и тяговым элементом служат лента, цепь или канат. Груз непрерывным потоком перемещается на тяговом элементе или на устройствах, прикрепленных к нему.

Ленточный конвейер состоит из приводного и натяжного барабанов с лентой, на которой транспортируется груз.

Транспортирующие машины непрерывного действия с тяговым элементом широко используют в современном производстве для межцехового и внутрицехового перемещения сыпучих, кусковых и штучных грузов. По типу тягового элемента их делят на ленточные и цепные конвейеры. Если в ленточных конвейерах тяговое усилие от двигателя транспортируемому грузу передается через ленту, на которой он и транспортируется, то в цепных конвейерах груз транспортируется на пластинах, в ковшах и других устройствах, прикрепленных к цепи. Поэтому и название конвейеров связано с этими устройствами: пластинчатые, ковшовые и др.

Транспортирующие машины непрерывного действия перемещают груз непрерывным потоком в большинстве случаев по одной и той же определенной трассе. Грузовой поток может быть в виде сплошной струи сыпучих или кусковых материалов или в виде отдельных порций этих материалов, а также штучных грузов. Транспортирующие машины обычно применяют для перемещения одинаковых грузов, для которых транспортные операции отличаются однотипностью. Поэтому они значительно легче поддаются автоматизации, чем грузоподъемные.

Машины непрерывного действия с тяговым элементом разнообразны по типам и конструкциям. Общим для них является наличие тягового элемента, который одновременно может являться и рабочим органом (например, ленточные конвейеры) или нести на себе рабочие органы (элеваторы и др.). У машин непрерывного транспорта с тяговым элементом, несмотря на конструктивные особенности, имеются узлы, вопросы теории рабочего процесса которых общие.

К числу общих вопросов этой теории относится определение коэффициента сопротивления передвижению и мощности двигателя, расчет приводного и натяжного устройств и др.

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

По степени подвижности транспортирующие машины разделяют на стационарные и передвижные. Наибольшее распространение во всех отраслях промышленности получили ленточные конвейеры. Ленточные конвейеры предназначены для транспортирования насыпных (порошкообразных, мелко- и среднекусовых материалов), а также мелких штучных грузов в горизонтальном или близком к нему направлении.

В цепных конвейерах груз лежит на пластинах (пластинчатые конвейеры), в ковшах (ковшовые конвейеры) и др. Пластинчатые конвейеры предназначены для транспортирования крупнокусовых, абразивных и нагретых материалов, а также крупных штучных грузов в горизонтальном или несколько наклонном направлении. Ковшовые конвейеры предназначены для транспортирования насыпного груза в ковшах в горизонтальном, наклонном или вертикальном направлении.

Элеваторы служат для перемещения грузов в ковшах в вертикальном или крутонаклонном направлении. Тяговым элементом у элеваторов является лента или цепь.

3.2. Факторы, влияющие на выбор транспортирующих машин

При выборе транспортирующих машин необходимо учитывать следующие факторы: состояние транспортируемого материала, его физические и химические свойства (крупность кусков, хрупкость, коррозионные свойства, возможное измельчение при перемещении, склонность материала к слипанию и слеживанию, плотность, угол естественного откоса, размеры); необходимую производительность машины, длину и направление пути перемещения, размеры и форму помещений, технологический процесс перспективы расширения предприятия; технику безопасности; хранение материалов и способы загрузки и разгрузки конвейеров; экономические показатели* т. е. капитальные затраты, срок амортизации машины, степень использования, стоимость ремонта и технического ухода, расход электроэнергии, трудозатраты, стоимость и трудоемкость перемещения 1 т груза. Только после анализа всех факторов можно решить, какой тип транспортирующей машины наиболее рационален для данных конкретных условий.

3.3 Захватные устройства

Промышленные роботы и манипуляторы оснащаются захватными устройствами (ЗУ), служащими для захватывания и удержания в определенном положении объектов манипулирования. Поскольку форма объектов различна, захватные устройства (схваты) различны по конструкции. Чаще промышленные роботы комплектуются набором захватных устройств различного назначения, которые можно быстро заменять в зависимости от характера выполняемой работы.

К захватным устройствам предъявляются требования, основными из которых являются: надежность захватывания и удержания объекта; недопустимость повреждения объекта; достаточная прочность при минимальных размерах и весе.

В мелкосерийном производстве ЗУ должны обладать возможностью захватывания и базирования деталей в широком диапазоне их формы, размеров и масс.

Захватные устройства по принципу действия разделяют на зажимные, поддерживающие и притягивающие. Зажимные захватные устройства воздействуют на объект рабочими элементами, такими как губки, клещи и др. Поддерживающие ЗУ представляют собой крюки, вилки, петли и др., не зажимающие объект. Притягивающие ЗУ оказывают на объект воздействие с помощью магнитного поля (управляемые магниты) и вакуума (вакуумприсосы). По характеру базирования объекта ЗУ делят на центрирующие, фиксирующие, базирующие и способные перебазировать объект.

По виду управления ЗУ делят на неуправляемые, командные; жестко программируемые и адаптивно управляемые. Командные ЗУ управляются командами на захватывание или освобождение объекта. Жестко программируемые ЗУ изменяют в зависимости от заданной

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

программы раскрытие губок захвата (схвата) и усилие зажима, а также взаимное расположение рабочих элементов. Адаптивно управляемые ЗУ оснащены датчиками внешней информации, определяющими форму поверхности объекта, его массу и усилие зажима.

3.4 Проектирование захватного приспособления

3.4.1 Определение усилия захвата

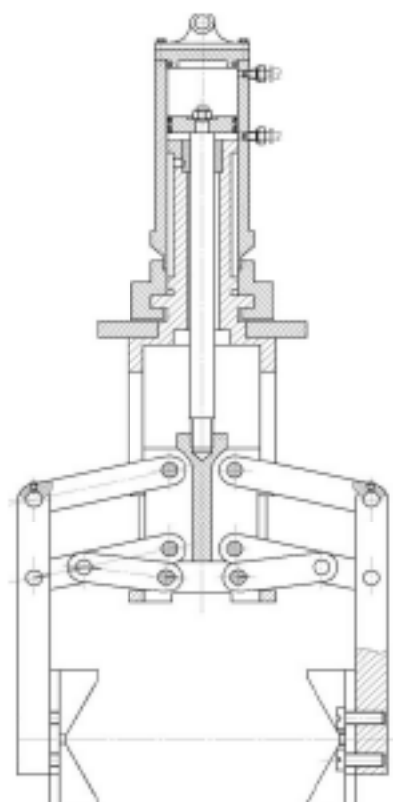


Рис.3.1. Расчетная схема захвата

Определение необходимого усилия захвата ЗУ рассмотрим на примере ЗУ клещевого типа с V-образными губками, используя метод анализа действующих сил, для детали весом G — при четырех видах перемещений:

1) при вертикальном линейном перемещении:

$$F = \frac{K}{\mu} \left(1 + \frac{a}{g} \right) \quad (3.1)$$

где μ — коэффициент трения; a_v — ускорение вертикального движения; K — коэффициент запаса ($K=1,5 — 2,0$); g — ускорение свободного падения;

2) при горизонтальном линейном перемещении:

$$F = G \left(\frac{K}{\mu} + \frac{a}{g} \tan \alpha \right) \quad (3.2)$$

где a_f — ускорение горизонтального движения; α — угол скоса губок;

3) при вращении ЗУ в горизонтальной плоскости:

ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	7

$$F = G \left(\frac{K}{\mu} + \frac{\omega}{g} R \operatorname{tg} \alpha + \frac{e}{g} R \right) \quad (2.6.3.3)$$

где: ω — угловая скорость вращения ЗУ; e — угловое ускорение поворота ЗУ; R — расстояние от оси вращения до оси заготовки;

4) при одновременном торможении всех трех движений:

По этой последней зависимости рассчитывается привод ЗУ. Для определения усилия зажима детали можно также воспользоваться эмпирической формулой:

$$F = K_1 K_2 K_3 mg \quad (3.4)$$

где: m — масса заготовки; K_1 — коэффициент безопасности, значения которого зависят от условий применения ПР и расположения других элементов РТК ($K_1 = 1,2 \dots 2,0$); K_2 — коэффициент, зависящий от максимального ускорения a , с которым робот перемещает заготовку, закрепленную в его захвате ($K_2 = 1 + a/g$); K_3 — коэффициент передачи, зависящий от конструкции захвата и расположения в нем заготовки ($K_3 = F/mg$). Например, для двухшарнирного захвата

$$P dx = 2F \cdot d\theta \Rightarrow F = \frac{P}{2b} \cdot \frac{dx}{d\theta} \quad (3.5)$$

где dx — малое перемещение привода; $d\theta$ — соответствующее малое перемещение губок. На каждую из губок действует различное усилие при захвате: если на верхнюю губку — реакция R_1 , то на нижнюю губку — реакция $R_2 = (R_1 + mg)$. В предельном случае, если $R_1 = 0$, то $R_2 = mg$ и следовательно, $P = P_{\min}$:

$$P_{\min} dx = R_1 b \cdot d\theta + R_2 b \cdot d\theta = mgb \cdot d\theta,$$

$$P_{\min} = mgb \cdot \frac{dx}{d\theta},$$

3.4.2. Расчет удерживающего усилия

Для надежного удержания груза ВЗУ необходимо, чтобы составляющие удерживающих сил были больше соответствующих сил отрыва, т.е. $P > N$ или $P = K_N N$; $T' > T$ и $T'' > T$ или $T' = K_T T$; $T'' > K_T T$, где K_N и K_T — соответственно коэффициенты запаса по силам отрыва и сдвига груза.

Для нормальной работы ВЗУ необходимо, чтобы разница между силой P (прижатия груза) и N (нормальной составляющей силы отрыва) была достаточной для создания давления q в контакте уплотнения присоски и поверхности груза, обеспечивающего герметизацию камеры: $P - N = q \cdot S_y$, где S_y — контактная площадь уплотнения.

Необходимое давление на герметизирующей кромке присоски при ее контакте с грузом зависит как от материала уплотнения, так и от шероховатости груза. Предельное значение силы N , при которой сохраняется достаточное для герметизации давление $q_{\min}$ в контакте уплотнения присоски и поверхности груза при известной силе вакуумного притяжения, можно определить из условия: $N = P = q_{\min} \cdot S_y$.

Для получения надежной герметизации поверхности груза по плоскости уплотнения последнее должно подвергаться деформации сжатия на определенную величину, которая зависит в основном от материала уплотнения и шероховатости поверхности груза.

Предельно допустимое значение силы N отрыва груза зависит не только от площади S_y и разрежения воздуха P_0 , но и от давления уплотнителя на площади контакта $q_{\min}$. Зависимость между этими значениями и силой притяжения P имеет вид:

$$P = SP_0, N = \xi P = P \cdot q_{\min} S_y,$$

где: P — сила притяжения ВЗУ;

$S_y = K_1 S$ — площадь контакта уплотнителя с грузом;

ξ — коэффициент снижения грузопольемости ВЗУ.

					Лист
					8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ

3.4.3 Расчет пневмоцилиндра

Порядок расчета пневмоцилиндра.

Определяем силу привода для зажима обрабатываемой заготовки, т. е. силу, передаваемую штоком пневмоцилиндра:

$$Q = W_0 \cdot n \cdot K' \cdot \left(1 + \frac{3l}{l_1} f_1 \right) \cdot \frac{a}{b}, \quad (3.1)$$

где W — требуемая сила зажима на каждом кулачке:

$$W_0 = P_z \cdot \frac{\sin(\alpha/2) \cdot D_1}{n \cdot f \cdot D} \cdot K, \quad (3.2)$$

где: n — количество кулачков ($n = 3$);

$K = 1,05$ — коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

l — вылет кулачка от его опоры до центра приложения силы зажима (конструктивно $l = 40$ мм);

l_1 — длина направляющей части кулачка (при зажиме заготовки диаметром $l_f = 120$ мм в патроне с наружным диаметром 250 мм $l_1 = 65$ мм);

$f_1 = 0,1$ — коэффициент трения в направляющих кулачков;

a и b — плечи рычага привода до оси штока (конструктивно $a = 20$ мм и $b = 100$ мм);

$P = 840$ Н — сила резания;

$\alpha = 90^\circ$ — угол призмы кулачка (при радиусных кулачках $\sin \alpha/2 = 1$);

D_1 — диаметр обрабатываемой поверхности (при подрезке торца $D_{1\max} = 120$ мм);

f — коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков (с гладкой поверхностью $f = 0,25$; с кольцевыми канавками $f = 0,35$; с крестообразными канавками $f = 0,45$; с зубьями параллельно оси патрона $f = 0,8$);

$D = 120$ мм — диаметр зажимной поверхности;

K — коэффициент запаса, определяется применительно к конкретным условиям обработки по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (3.3)$$

где $K_0 = 1,5$ — гарантированный коэффициент запаса;

K_1 — коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (для необработанной заготовки $K_1 = 1,2$; для предварительно обработанной заготовки $K_1 = 1$): принимаем $K_1 = 1,2$;

$K_2 = 1 \dots 1,9$ — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от затупления инструмента: принимаем $K_2 = 1$;

$K_3=1...1,2$ — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: принимаем $K_3 = 1$;

K_4 — коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима (для механических, пневматических приводов $K_4 = 1$; для ручных тисков $K_4 = 1,3...1,6$) откуда получаем:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.$$

Подставив цифровые значения величин в формулы (3.1) и (3.2), получим

$$W_0 = 840 \cdot \frac{1 \cdot 120}{3 \cdot 0,35 \cdot 120} \cdot 1,8 = 1440 H;$$

$$Q = 1440 \cdot 3 \cdot 1,05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 40}{65} \cdot 0,1\right) \cdot \frac{20}{100} = 1180 H,$$

Передаваемая штоком сила (Н) в пневмоцилиндрах двустороннего действия равна:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \quad (3.4)$$

где D — диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

p — давление воздуха в сети, МПа (принимаем $p = 39,3$ МПа);

$\eta = 0,85$ — кпд.

Так как значение силы Q известно, определяем диаметр поршня цилиндра и выбираем ближайший больший стандартный размер пневматического вращающегося цилиндра по формуле

$$D = 1,44 \sqrt{\frac{Q}{p}}. \quad (3.5)$$

Выбираем ближайший больший цилиндр с диаметром $D=100$ мм.

Основные технические требования, предъявляемые к пневматическим цилиндрам, выбирают из справочника.

3.4.4. Расчет точности приспособления

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ дохм.	Подпись	Дата		11

При фрезеровании торца втулки требуется обеспечить отклонение от перпендикулярности поверхности относительно поверхности плиты приспособления. Для выполнения этого условия необходимо рассчитать с какой точностью должна быть выполнена при сборке приспособления параллельность поверхности приспособления относительно стола станка, т.е. с каким допуском должен быть выполнен параметр γ .

Расчет ведем по методике изложенной в [5].

Определяем необходимую точность приспособления по параметру γ :

1. Определяем погрешность базирования

$$\omega_6 = \frac{T}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.6)$$

2. Погрешность закрепления $\omega_3 = 0,04$.

3. Погрешность установки фактическая $\omega_6 + \omega_3 = 0,15$ мм.

4. Суммарная погрешность обработки:

$$\omega_{т.с.} = 0,025/100 \text{ мм},$$

$$K \cdot \omega_6 = 0,6 \cdot 0,015 = 0,09 \text{ мм}.$$

5. Допустимая погрешность установки

$$[\omega_y] = \sqrt{T^2 - K^2 \cdot \omega_{т.с.}^2} = 0,04 - 0,00014 = 0,17 \text{ мм}.$$

Т.к., $\omega_6 < [\omega_y]$, то предлагаемая схема базирования и конструктивная схема приспособления приемлемы.

6. Суммарная погрешность приспособления

$$\omega_{пр} = T - \sqrt{\omega_y^2 - K^2 \cdot \omega_{т.с.}^2} = 0,2 - 0,165 = 0,035 \text{ мм}$$

7. Погрешность собранного приспособления

$$T_c = \omega_{пр} - (\varepsilon_{yn} + \varepsilon_s + \varepsilon_n)$$

где ε_{yn} - погрешность установки приспособления на станке определяют по формуле исходя из конструктивной схемы:

$$\varepsilon_{yn} = \frac{L \cdot S}{l}$$

где L - длина обрабатываемой заготовки, мм;

S - максимальный зазор между направляющей шпонкой приспособления и пазом стола станка;

$S = 0,07$ мм для посадки 14H9/h8;

l - расстояние между шпонками; где $l = 350$ мм;

$$\varepsilon_{yn} = \frac{0,07 \cdot 250}{350} = 0,051 \text{ мм}$$

ε_s - погрешность закрепления равна нулю, т.к. установка заготовки производится без зазоров;

ε_n - погрешность настройки равна нулю.

$$T_c = 0,2 - (0,051 + 0 + 0) = 0,15 \text{ мм}.$$

На чертеже общего вида приспособления должно быть поставлено значение параметра $\gamma = 0,25/100$ мм.

3.4.5 Расчет болтов на срез и смятия

Чтобы надежность работы соответствовала нормам, проверяют на срез и смятие отверстия плеч по формулам:

				ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	13

$$\tau_{\max} = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2}, \quad (3.31)$$

где $\tau_{\max}$ - максимальное усилие на срез болтов, МПа;

Q - усилие распрессовки, Н;

d - диаметр болта, мм;

$d=10$ мм;

$$\delta_{\text{см}} = \frac{P}{\ell \times d}, \quad (3.32)$$

где $\delta_{\text{см}}$ - усилие смятия на стенки отверстия плеча, МПа;

P - усилие распрессовки, Н;

ℓ -толщина шарнира, мм;

$\ell=9$, мм;

Подбираем подходящий диаметр болта стали 45 на срез.

$$\tau_{\max} \langle [\tau]; [\tau] = 670 - 750 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\max} = \frac{4 \times 61976}{3,14 \times 10^2} = 745,5 \text{ МПа};$$

Подбираем подходящую толщину шарнира стали 45 на смятие.

$$\delta_{\text{см}} \langle [\delta]; [\delta] = 670 - 750 \text{ МПа}$$

$$\delta_{\text{см}} = \frac{61976}{10 \times 9} = 688,62 \text{ МПа.}$$

3.4.6 Определение фактического усилия создаваемого пневмоцилиндром

Определим фактическое усилие создаваемое пневмоцилиндром.

$$F_{\text{г.ц.}} = \frac{\pi * D^2}{4} * P_{\text{ком}}, \quad (3.3)$$

где: D – из формулы (3.2), мм;

$P_{\text{ком}}$ – из формулы (6.2), МПа.

$$F_{\text{г.ц.}} = \frac{3,14 * 120^2}{4} * 6 = 67824 \text{ Н.}$$

Фактическое усилие выпрессовки рассчитывается по формуле:

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		14

$$F_{\text{вып}} = \frac{F_{\text{г.д.}} * l_1}{l_2}, \quad (3.4)$$

где: $F_{\text{г.д.}}$ – из формулы (3.3), Н;
 l_1 и l_2 – из формулы (3.1), мм.

$$F_{\text{вып}} = \frac{67824 * 325}{155} = 89528 \text{ Н.}$$

3.5. Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия

3.5.1 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

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

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 Φ — 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 , — $\text{кд}/\text{м}^2$ — 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.

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист 17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Контраст объекта различения с фоном K определяется выражением:

3.5.2 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:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (3.11)$$

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

h – расчетная высота подвеса светильников, м.

Расчетная высота определяется по формуле

$$h = H - h_c - h_p, \text{ м} \quad (3.12)$$

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:

$$\Phi = E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (N \cdot \eta) \text{ лм}, \quad (3.13)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормируемая освещенность: $E_{\text{н}} = 200 \text{ лк}$;

S – освещаемая площадь = 720 м^2 ;

K_3 – коэффициент запаса: $K_3 = 1.5$;

Z – коэффициент неравномерности освещения для ламп ДРЛ: $Z = 1.11$;

N – число светильников = 64 шт.

η – зависит от типа светильника, индекса помещения, коэффициента отражения стен и других условий освещенности. Принимаем $\eta = 0.63$.

Подставляя известные величины в формулу, получим:

$$\Phi = 200 \cdot 720 \cdot 1.5 \cdot 1.11 / (64 \cdot 0.63) = 5950 \text{ лм}$$

По рассчитанному световому потоку выбираем лампу ДРЛ-80. Определение мощности светильной установки:

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

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

Подставляя известные величины в формулу получим:

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

3.5.4 Инструкция по охране труда для токаря при изготовлении шнеков

«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:

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

-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 спуске 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. Токать вправе не выполнять указаний администрации, если они противоречат требованиям безопасности данной инструкции.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

1.2. Токать 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.

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист 21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

3.5.5 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. 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 физкультурпауз 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 физкультурпауза 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.

																	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата													25

ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ

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.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (гребенки, 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).

В любом виде человеческого труда наблюдаются три фазы: вработываемость, стабильная работоспособность и снижение работоспособности. Это явление объясняется особенностями работы центральной нервной системы.

Вначале требуется определённое время на переключение внимания человека от домашних и прочих забот на трудовую деятельность, т. е. восстановление стереотипа рабочих движений. Продолжительность фазы вработываемости зависит от характера труда и может составлять от 10-20 мин до 1 часа. При простых рабочих движениях этот период короче, при сложных, требующих значительного напряжения внимания, он длиннее.

Длительность фазы стабильной работоспособности также зависит от характера труда. Она может занимать от 2 до 6 часов. При простых разнообразных рабочих движениях этот период длиннее, а при напряжённом труде, с большими требованиями к безошибочности движений – короче. При тяжёлом физическом труде фаза стабильной работоспособности также короче.

В основе этого лежит утомление центральной нервной системы. К этой причине добавляется и утомление мышц, глаз и прочих рабочих органов.

Научная организация труда призвана уменьшить периоды пониженной производительности, т. е. уменьшить фазу вработываемости и фазу снижения работоспособности. Это достигается разумным чередованием работы и отдыха, правильной организацией рабочих мест, использованием функциональной музыки, средств производственной гимнастики утренней гимнастики, вводной гимнастики и физкультурной паузы).

Производственная гимнастика среди прочих средств сохранения здоровья занимает особое положение. Кроме активного отдыха она обеспечивает и физическое совершенствование работников, противодействует неблагоприятным воздействиям некоторых рабочих поз и нагрузок.

Физкультурная пауза, проводимая в начале периода снижения работоспособности, вовлекает в работу мышцы, не участвующие в производственной деятельности. Это приводит к возбуждению их центров, расположенных в коре головного мозга. По закону одновременной индукции в других участках коры головного мозга, в том числе в центрах, иннервирующих мышцы, выполнявшие основную производственную нагрузку, развивается торможение, которое и способствует быстрейшему восстановлению работоспособности утомлённых центров, предупреждая их от чрезмерного истощения и преждевременного изнашивания. Таким образом достигается оздоровительный эффект.

Схема построения комплекса упражнений производственной гимнастики для профессии «сварщик»:

1. Упражнения с чередованием напряжения и расслабления;
2. Дыхательная гимнастика.
3. Упражнения на координацию движений;
4. Упражнения для глаз.
5. Упражнения для нижних конечностей.
6. Упражнения для мышц спины.

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

7. Упражнения для мышц туловища, рук и ног.

Комплекс упражнений производственной гимнастики по составленной схеме:

1. И. п. О. с.

Наклон туловища вперед, руки в стороны (стараться поднять их повыше)

Уменьшить напряжение мышц рук, слегка опустить их.

Расслабить мышцы, уронить руки.

И. п.

Поднять руки вверх, подняться на носочки.

Стараться дотянуться кончиками пальцев до воображаемой точки.

2. И. п. : стоя, ноги на ширине плеч, руки на поясе. При наклоне вперед выдох небольшими толчками на 4 счёта (незначительная пауза), медленный вдох на 4 счёта, возвращение в и. п. (незначительная пауза на вдохе).

Медленное выполнение вдоха и выдоха ведёт к накоплению в крови избыточного количества углекислоты, что активизирует дыхательный центр, способствующий расширению мелких сосудов мозга, усилению кровотока.

И. п. : сидя, руки на бёдрах. После обычного выдоха с небольшой паузой до потребности вдоха – медленный вдох через нос. При вдохе сначала расширяется грудная клетка и поднимаются плечи, а затем следует продолжение вдоха в живот. Выдох производится в обратной вдоху последовательности: сначала расслабляется диафрагма и сокращаются мышцы живота, а после этого расслабляются межрёберные мышцы, опускаются плечи. Применение данного упражнения постепенно увеличивает Жизненную Ёмкость Лёгких (ЖЕЛ), укрепляет дыхательные мышцы, увеличивает подвижность диафрагмы, улучшает кровоснабжение, повышает сопротивляемость бронхов и носоглотки к неблагоприятным воздействиям. Упражнение выполняется на 8 счетов.

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

3. И. п. – основная стойка. 1- левую руку в сторону, правую на пояс, левую ногу вперёд на носок. 2 – левую руку на пояс, правую руку вперёд, левую ногу назад на носок. 3 – приставить левую, руки к плечам. 4 – вернуться в и. п. То же с другой ноги. Повторить 12 раз, постепенно увеличивая темп выполнения.

4. 1) Закрыть глаза, сильно напрягая глазные мышцы, на счет 1-4, затем раскрыть глаза, расслабив мышцы глаз, посмотреть вдаль на счет 1-6. Повторить 4-5 раз.

2) Посмотреть на переносицу и задержать взор на счет 1-4. До усталости глаза не доводить. Затем открыть глаза, посмотреть вдаль на счет 1-6. Повторить 4-5 раз.

3) Не поворачивая головы, посмотреть направо и зафиксировать взгляд на счет 1-4, затем посмотреть вдаль прямо на счет 1-6. Аналогичным образом проводятся упражнения, но с фиксацией взгляда влево, вверх и вниз. Повторить 3-4 раза.

4) Перенести взгляд быстро по диагонали: направо вверх - налево вниз, потом прямо вдаль на счет 1-6; затем налево вверх направо вниз и посмотреть вдаль на счет 1-6. Повторить 4-5 раз.

5. И. п. – сидя на крае стула, табурета, ноги вытянуты вперёд на ширине ступни. 1 – развести носки ног в стороны. 2 – свести носки ног вовнутрь. Повторить 6 раз.

И. п. – сидя на крае стула, голова опущена. 1-2 – выпрямить ноги вперёд и, опираясь руками сзади о стул, прогнуться. 3-4 – вернуться в и. п.

И. п. – сидя, ноги согнуты под прямым углом. Самомассаж икроножных мышц и мышц передней поверхности бедра приёмом «потряхивание». Повторить 6-8 раз.

6. И. п. – стоя, голова опущена. 1-3 медленно разгибаясь, руки к плечам, свести лопатки, голову назад. 4 – вернуться в и. п. Повторить 3-4 раза.

И. п. – ноги на ширине плеч, руки за спину. 1-2 – поворот влево. 3-4 – вернуться в и. п. То же в другую сторону. Повторить 3 раза.

И. п. – стоя, ноги на ширине ступни. 1-2 – наклон назад, руки сцеплены в замок за спиной. 3 – наклон вперед, спина круглая, руки свободно опущены. 4 – выпрямиться. Повторить 4 раза.

7. И. п. – основная стойка. 1 – шаг правой в сторону, руки в стороны. 2-наклон вперед, правой рукой коснуться носка левой ноги, 3 – дополнительный наклон вперед, левой рукой коснуться носка правой ноги. 4 – вернуться в и. п. Тоже с другой ноги. Повторить 10 раз.

Таким образом, самостоятельно подобранный комплекс упражнений производственной гимнастики в процессе труда помогает сохранить высокую работоспособность и укрепляет здоровье.

3.6 Экономическое обоснование конструкции приспособления

3.6.1 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

					ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

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:

$$m = (G_k + G_r) \cdot K, \text{ кг} \quad (3.16)$$

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

G_r – масса готовых узлов и агрегатов, кг.;

K – коэффициент учитывающий массу расходов на изготовление конструкций монтажных материалов

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

Массу сконструированных деталей, узлов и агрегатов заносим в таблице 3.1

Таблица 3.1- Расчет массы сконструированных узлов

Наименование детали	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг
1	2	3	4
Корпус	246	$7,8 \times 10^{-3}$	1,92
Крышка	152	$7,8 \times 10^{-3}$	1,18
Стержень	168	$7,8 \times 10^{-3}$	1,310
Направляющая	96	$7,8 \times 10^{-3}$	0,748
Всего	-	-	5,15

$$G_M = (5,15 + 10,67) \cdot 1,05 = 16,35 \text{ кг.}$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_\theta = \frac{C_{\text{стар}} \cdot G_{\text{стар}} \cdot \sigma}{G_{\text{нов}}} \quad (3.17)$$

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

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

σ – коэффициент у действление конструкции ($\sigma = 0,9 \dots 0,95$)

$$C_\theta = \frac{14000 \cdot 15,6 \cdot 0,95}{16,35} = 12689 \text{ руб.}$$

Для расчетов принимаем $C_\theta = 12500$ рублей.

3.6.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для расчета заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 -Исходные данные для расчета

Наименование	Исходные	Проект
Масса конструкции G , кг.	15,6	16,35
Балансовая стоимость C_θ , руб.	14000	12500
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ	Лист
						32

Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка З, руб. чел/ч	60	60
Норма затрат на ремонт и ТО $A_{рто}$, %	16	16
Норма амортизации a , %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$, час.	1200	1200
Часовая производительность $W_{ч}$, шт/час	3,24	5,8
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:

$$M_e = \frac{G}{W_{ч} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \text{ кг/шт.} \quad (3.17)$$

где G – масса, кг;
 $N_{год}$ – годовая загрузка, шт.;
 $T_{сл}$ – срок службы, лет.

$$M_e^0 = \frac{15,6}{3,24 \cdot 1200 \cdot 10} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ кг/шт.}$$

$$M_e^1 = \frac{16,35}{5,8 \cdot 1200 \cdot 10} = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса (общая):

$$F_e = \frac{C_6}{W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.18)$$

где C_6 – балансовая стоимость, руб

$$e = \frac{14000}{3,24 \cdot 1200} = 3,61 \text{ руб/шт.};$$

$$e = \frac{12500}{5,8 \cdot 1200} = 1,79 \text{ руб/шт.}$$

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

$$= z_{п} + p_{то} + a, \quad (3.19)$$

где $z_{п}$ – затраты на оплату труда, руб./шт.;
 $p_{то}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./шт
 A – амортизационные отчисления по конструкции, руб./шт

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (3.20)$$

$$T_e = \frac{n}{W_{ч}}, \quad (3.21)$$

где n – количество обслуживающего персонала

$$T_0 = \frac{1}{3,24} = 0,31 \text{ чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$T_1 = \frac{1}{5,4} = 0,18 \text{ чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$C_{\text{зп}} = \cdot e = 60 \cdot 0,131 = 18,6 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{\text{зп}} = 60 \cdot 0,18 = 10,8 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

$$r_{\text{то}} = \frac{6 \cdot r_{\text{то}}}{100 \cdot \text{ч} \cdot \text{год}}, \quad (3.22)$$

где $r_{\text{то}}$ — норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

$$r_{\text{то}} = \frac{14000 \cdot 14,2}{100 \cdot 3,24 \cdot 1200} = 0,52 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{r_{\text{то}}} = \frac{12500 \cdot 14,2}{100 \cdot 5,4 \cdot 1200} = 0,27 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$= \frac{6 \cdot a}{100 \cdot \text{ч} \cdot \text{год}} \quad (3.23)$$

где a — норма амортизации, %

$$A = \frac{14000 \cdot 10}{100 \cdot 3,24 \cdot 1200} = 0,36 \text{ руб./шт.}$$

$$A = \frac{12500 \cdot 10}{100 \cdot 5,4 \cdot 1200} = 0,19 \text{ руб./шт.}$$

$$= 18,6 + 0,52 + 0,36 = 19,48 \text{ руб./шт.}$$

$$= 10,8 + 0,27 + 0,19 = 11,26 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{с}} + n \cdot C_{\text{уд}} = C_{\text{с}} + n \cdot e, \quad (3.24)$$

где n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $n = 0,15$;

$C_{\text{уд}}$ — удельные капитальные вложения, руб./шт.

$$C_{\text{прив}} = 19,48 + 0,15 \cdot 3,61 = 20,02 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{\text{прив}} = 11,26 + 0,15 \cdot 1,79 = 11,52 \text{ руб./шт.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{год}} = (C_{\text{с}} - C_{\text{пр}}) \cdot \text{ч} \cdot \text{год}; \quad (5.12)$$

$$\Delta_{\text{год}} = (19,48 - 11,26) \cdot 5,4 \cdot 1200 = 53265 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект:

$$\Delta_{\text{год}} = C_{\text{прив}} - C_{\text{прив}} \cdot \text{ч} \cdot \text{год}, \quad (3.25)$$

$$\Delta_{\text{год}} = (20,02 - 11,52) \cdot 5,4 \cdot 1200 = 55080 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{6}{\Delta_{\text{год}}} \quad (3.26)$$

где 6 — балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{12500}{55080} = 0,22$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$K_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{6} \quad (3.27)$$

$$\text{эф} = \frac{55080}{12500} = 4,4$$

Таблица 3.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Базовый (исходный)	Проектируемый
Часовая производительность, шт./ч	3,24	5,4
Фондоемкость процесса, руб./шт.	3,61	1,79
Металлоемкость, г/шт.	4	2,3
Уровень эксплуатационных затрат, руб./шт.	19,48	11,26
Уровень приведенных затрат, руб./шт.	20,02	11,52
Годовая экономия, руб.	–	53265
Годовой экономический эффект, руб.	–	55080
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	–	0,22
Коэффициент эффективности доп. капитальных вложений	–	4,4

По результатам вычислений видно, что конструкция является экономически эффективной.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.03.03.157.18 ЗТП 00.00.00.ПЗ

Лист

37