

Министерство образования Республики Беларусь
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О.Сухого»

Кафедра: «Металлургия и технологии обработки материалов»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине:

«Оборудование метизных цехов»

Тема: «Рихтовальное устройство стана тонкого волочения НТ 12.6»»

Разработал студент группы ЗМД-41с: _____ В.Л. Фальтенберг
(подпись)

Руководитель работы _____ Ю. В. Мартьянов
(подпись)

Дата защиты: _____

Оценка: _____

Гомель 2022

РЕЦЕНЗИЯ

Ф.И.О. студента, Группа

Фальтенберг В.Л., ЗМД-41 с

Дисциплина

Оборудование метизных цехов

1. Соответствие курсового проекта (работы) заданию: соответствует, не соответствует (нужное подчеркнуть)

2. Замечания по работе:

3. Выводы и оценка работы:

– уровень подготовленных материалов: высокий, средний, низкий (нужное подчеркнуть)

– отметка о допуске к защите: допущен, не допущен (нужное подчеркнуть)

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1 Тонкое волочение	6
1.2 Описание и технические характеристики станов тонкого волочения.....	8
1.3 Описание и техническая характеристика модернизируемого узла правильно-рихтовального устройства.....	9
2 РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1 Обзор преформирующе- рихтовального устройства стана НТ 12.6.....	13
2.2 Назначение правки	13
2.3 Расчет моментов, необходимых для изгиба проволоки во время правки	14
2.4 Определение усилия правки.....	18
2.5 Параметры правильного устройства	19
2.6 Расчет оси рихтовального устройства.....	20
2.7 Расчет на прочность рихтовального устройства	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	29
ПРИЛОЖЕНИЕ	31

Введение

Цель работы ознакомиться с рихтовальным устройством, принцип его действия из чего состоит рихтовальное устройство и принцип его действия , как рихтовальное устройство влияет на прямолинейность проволоки.

Рассмотрим установленны одноплоскостные 11-роликовые преформирующе-рихтовальные устройства на производстве ОАО «БМЗ». стана НТ 12.6 при производстве стальной проволоки 0,46 НТ.

В ходе работы ознакомимся с тонким волочением, а так же с намоточным узлом и рихтовальным устройством.

В процессе выполнения курсового проекта по дисциплине «Оборудование метизных цехов» будут проведены расчеты по рихтовальному устройству: моментов для правки, усилие правки и расчет на прочность узлов рихтовального устройства (ось ролика, подшипник).

					КП ОМЦ.12.2022 00.00.000 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Тонкое волочение

Волочильные станы по способу согласования скоростей проволоки с окружными скоростями тянущих барабанов (шайб) делятся на две группы: станы с полным и неполным согласованием скоростей (со скольжением).

Станы второй группы, как правило, используются для волочения проволоки тонких и тончайших диаметров. На предприятии ОАО «БМЗ» одним из основных процессов при изготовлении металлокорда и проволоки для рукавов низкого и высокого давления является тонкое волочение. Все используемые волочильные станы относятся к одному типу – станы скольжения, которые имеют в качестве тяговых устройств вращающиеся конуса, на которые наматывается от одного до четырех витков проволоки, причем окружные скорости конусов несколько больше скорости движения протягиваемого металла, что обуславливает наличие скольжения между конусом и обрабатываемым металлом. Кроме скольжения, станы характеризуются числом волок, одновременно обрабатывающих протягиваемый металл, которые последовательно расположены в волокодержателях и количеством тянущих (обводных) конусов, расположенных между волокодержателями.

На рисунке 1.1 приведены основные узлы волочильного стана.

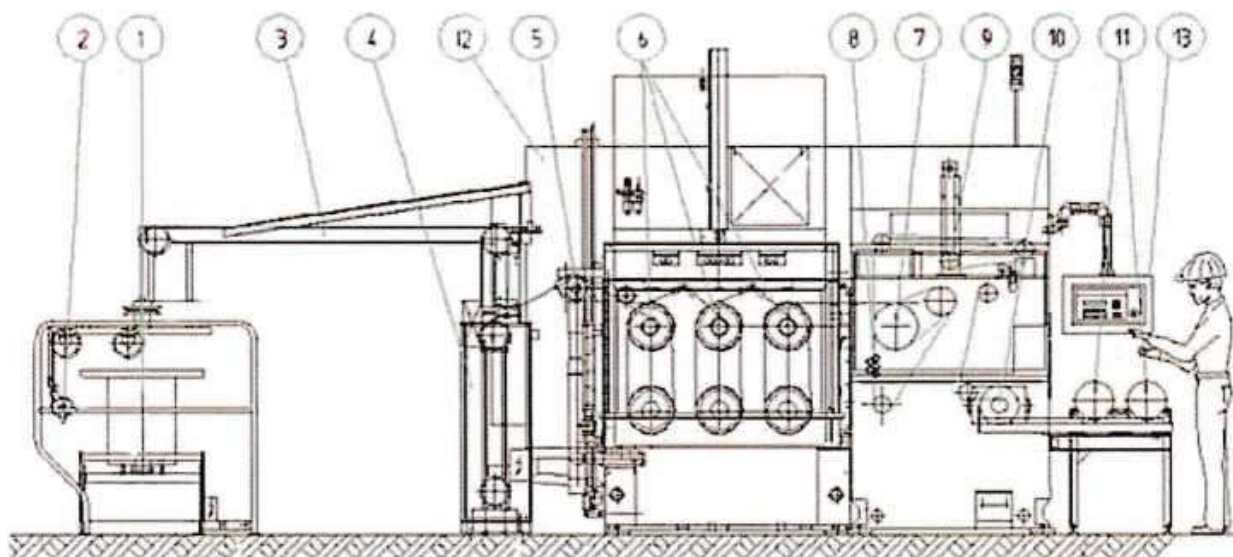


Рисунок 1.1 – Основные узлы волочильного стана

					КП ОМЦ.12 2022.01.00.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Рихтовальное устройство стана тонкого волочения НТ 12.6		
Разраб.	Фальтенберг В.Л.						
Провер.	Мартьянов Ю.В.						
Консульт.							
Н. контр.							
Зав. каф.					Лит. Лист Листов		
					6 7		
					ГГТУ им. П.О. Сухого, группа ЗМД-41с		

У волочильного стана можно выделить следующие основные узлы:

- разматывающее двухпозиционное устройство инерционного типа с вертикальным расположением оси питающей катушки;
- система роликов и направляющих, обеспечивающих беспрепятственное сматывание заготовки с катушки;
- поворотная балка, предназначенная для перемещения разматывающего устройства от позиции с пустой катушкой к позиции с полной катушкой;
- компенсирующий шкаф, основным назначением которого является обеспечение запаса заготовки для безаварийной остановки стана в непредвиденных случаях;
- направляющий ролик для подачи заготовки в стан;
- конические волочильные конуса, предназначенные для обеспечения усилия волочения;
- вытяжной барабан, обеспечивающий необходимое усилие для прохождения проволоки через чистовую волоку;
- механизм настройки прямолинейности и счета длины, включающий в себя рихтовальное устройство и метражный ролик с импульсным датчиком;
- компенсирующий рычаг, создающий необходимое натяжение проволоки при укладке ее на приемную катушку;
- приемная катушка;
- приемный стоп для пустых и полных катушек;
- шкаф электрооборудования и привода волочильного стана;
- пульт управления станом.

Так как волочильные станы работают с проскальзыванием проволоки, то при подборе диаметров волок по переходам (расчете маршрутов волочения) следует подбирать величины обжатий проволоки на 0,8 – 2,5% больше соответствующих кинематических обжатий волочильного стана. Это проскальзывание проволоки на волочильном конусе необходимо для того, чтобы при износе волоки предотвратить обрыв проволоки. Исключением является вытяжной барабан после последнего (чистового) обжатия – проскальзывание проволоки на нем отсутствует.

					КП ОМЦ.12 2022.01.00.000 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из номинальной частоты вращения электродвигателя привода волочильного стана и передаточных отношений привода рассчитывают частоту вращения вала и вытяжного барабана.

Для рационального построения технологии производства высокопрочной проволоки необходимо знание закономерностей ее упрочнения при волочении. Физическим основам упрочнения и математическим описанием зависимостей прочности проволоки от различных факторов посвящен ряд работ отечественных и зарубежных исследователей. Известно, что деформационное упрочнение проволоки с перлитной структурой при волочении характеризуется рядом стадий.

При дальнейшей деформации упрочнение стали с перлитной структурой нелинейно в координатах "временное сопротивление разрыву - истинная деформация". Для описания зависимости прочности от величин деформации В.П. Фетисов определял тангенсы углов наклона в интервалах истинной деформации 0-0,14; 0,14-1,7; 1,70-2,79; 2,79-3,52, которые он использовал для рассмотрения физической природы упрочнения. В то же время другие авторы не отмечают эти зоны упрочнения и соединяют точки с деформацией более 1,0 плавной кривой.

Общепризнанно, что при истинной деформации более 0,5 упрочнение определяется преимущественно изменением межпластинчатого расстояния в перлите. Как показано в работе Эмбери и Фишера, межпластинчатое расстояние в перлите Δ при волочении изменяется примерно пропорционально диаметру проволоки

1.3 Описание и техническая характеристика модернизируемого узла правильно-рихтовального устройства

Рассмотрим намоточный узел на стане НТ 12.6 вместе с универсальным рихтовальным устройством на рисунке 1.3. На рисунке изображен узел намотки с направляющими роликами и вспомогательных блоков.

Рихтовальное устройство это универсальное приспособление для уменьшения напряжения в самой проволоки и улучшение прямолинейности проволоки.

					КП ОМЦ.12 2022.01.00.000 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

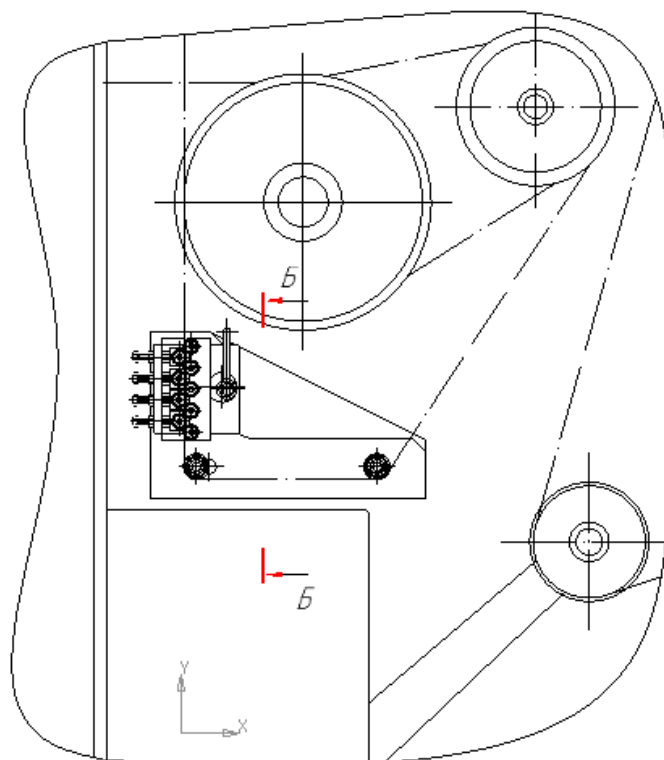


Рисунок 1.3 – Устройство снятия остаточных напряжений

Развитие проволочного производства помимо решения задач, связанных с увеличением производительности технологического оборудования, должно быть постоянно направлено на улучшение качества выпускаемой продукции. В частности, в последнее время потребители высокопрочной проволоки для рукавов высокого давления (РМЛ) уделяют повышенное внимание на получение от ОАО «БМЗ» данной проволоки, имеющей определенное значение изгибных напряжений для образования кольца диаметром 120÷240 мм. При этом требуется обеспечивать постоянство размера кольца по всей длине проволоки.

Вследствие того, что высокопрочную проволоку для рукавов высокого давления (РМЛ) производят на станах тонкого (или «мокрого») волочения, традиционно уровень изгибающих напряжений подбирают по углу и плоскости наклона чистой проволоки. Иногда для проволоки наработки на необходимую прямолинейность в волочильных станах перед намоткой на приемную катушку устанавливают рихтовальные устройства. Но в ряде случаев применение только рихтовальных устройств для получения необходимой прямолинейности бывает недостаточным (большой неравномерный износ волок, проволока с высоким содержанием углерода, повышение скоростей волочения и т.д.).

Поэтому для устранения неуравновешенности тонкой проволоки различные производители устанавливают специально правильно-рихтовальные устройства (ПРУ) для снятия избыточных внутренних напряжений, выпрямления проволоки и регулирования диаметра кольца проволоки в свободном состоянии, оговоренного в требованиях заказчика

На рисунке 1.4 приведен пример такого правильно-рихтовального устройства, установленного на пермоточном станке на ф. Arcelor.



Рисунок 1.4 – Правильное устройство для получения необходимой заказчику прямолинейности проволоки или в виде спирали, установленное на ф. Arcelor (Люксембург)

Согласно рисунку 1.4 проволока сначала подвергается глубокой изгибной деформации в 3-х роликовом устройстве с регулируемой глубиной за счёт изменения угла деформации. Затем обработкой в рихтовальных устройствах снимается часть изгибных напряжений до получения кольца проволоки необходимых размеров. При этом существует вероятность получения изогнутой проволоки в форме спирали с различным углом подъёма вследствие наличия изгибающих напряжений в нескольких плоскостях. Чтобы иметь возможность получения проволоочного кольца с изгибом проволоки в одной плоскости ф. Witels-Albert GmbH предложила дополнить правильно-рихтовальные устройства блоком регулировки угла подъёма витков проволоки (рисунок 1.5).

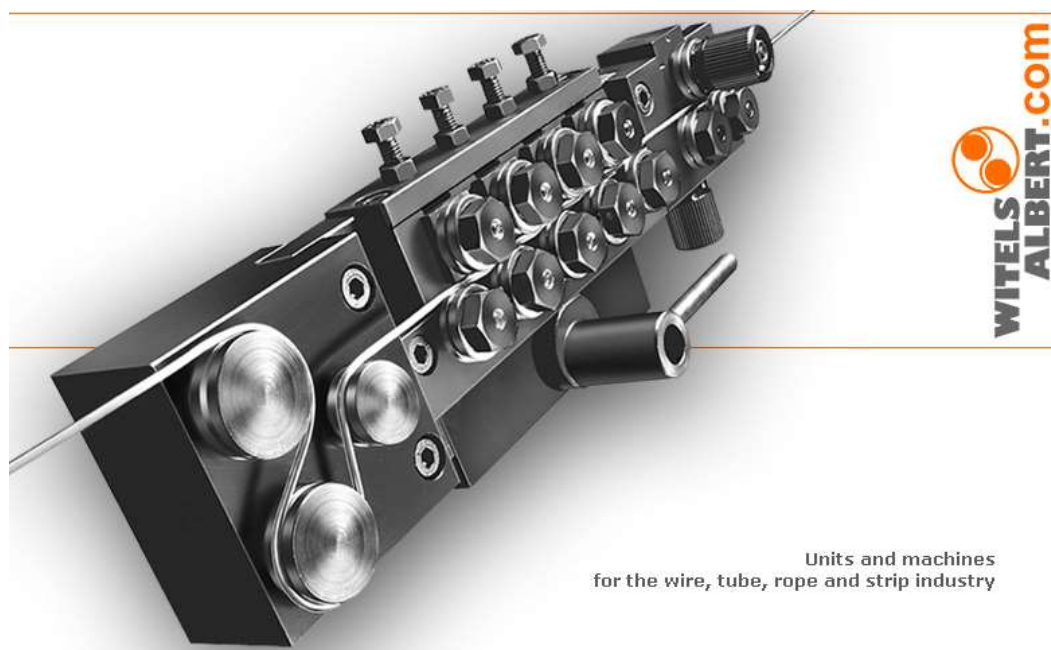


Рисунок 1.5 – Правильно-риховальное устройство конструкции Witels-Albert GmbH (Германия)

Для регулирования диаметра кольца проволоки используют регулирование скорости подкручивания проволоки путем изменение расстояния между рихтовкой (roller level) и протягивающими роликами (pinch roll). Схема устройства приведена на рисунок 1.6.

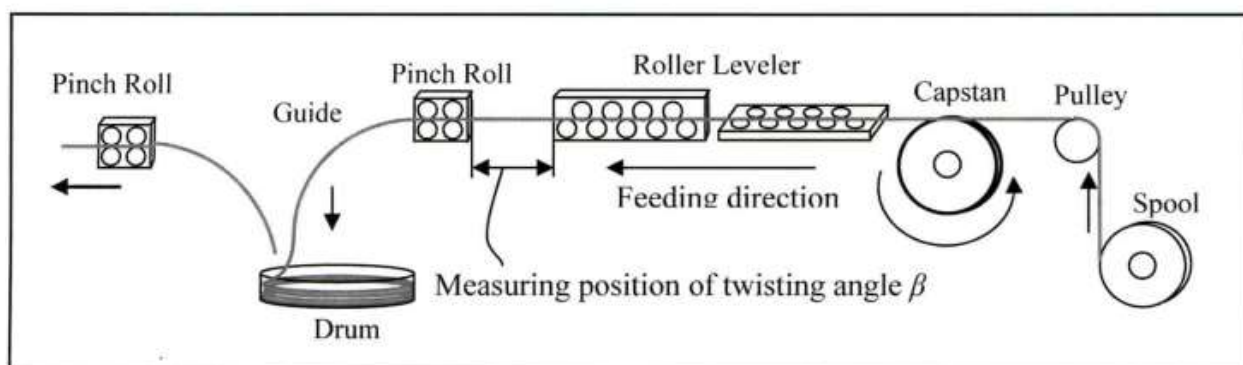


Рисунок 1.6 – Схема укладки проволоки в цилиндрическую коробку

В связи с наличием на участках тонкого волочения метизного производства ОАО «БМЗ» проблем с получением на проволоке необходимых параметров кольца и получения стабильного кольца по длине намотанной проволоки было решено, используя имеющуюся информацию, разработать собственную конструкцию правильно-риховальные устройства для изготовления проволоки высокопрочной проволоки для рукавов высокого давления и для производства металлокорда.

2 РАСЧЕТНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1 Обзор преформирующе- рихтовального устройства стана НТ 12.6

В настоящее время на станах НТ 12.6 СтПЦ-1 установлены одноплоскостные 11-роликовые преформирующе-рихтовальные устройства с шагом между роликами 16 мм, и с внутренним диаметром роликов $\varnothing 16$ мм.

Упругопластическая деформация изгиба в этих условиях распространяется недостаточно глубоко по сечению проволоки.

Из-за заниженного шага между роликами необходимый радиус кривизны можно достичь только при неприемлемо высоком радиальном усилии в области контакта между проволокой и роликами рихтовки, что приводит к износу (деформации) канавок роликов и к сглаживанию профиля.

2.2 Назначение правки

Рихтовальное устройство (рисунок 2.1) устанавливается между чистовым блоком и намоточным устройством.

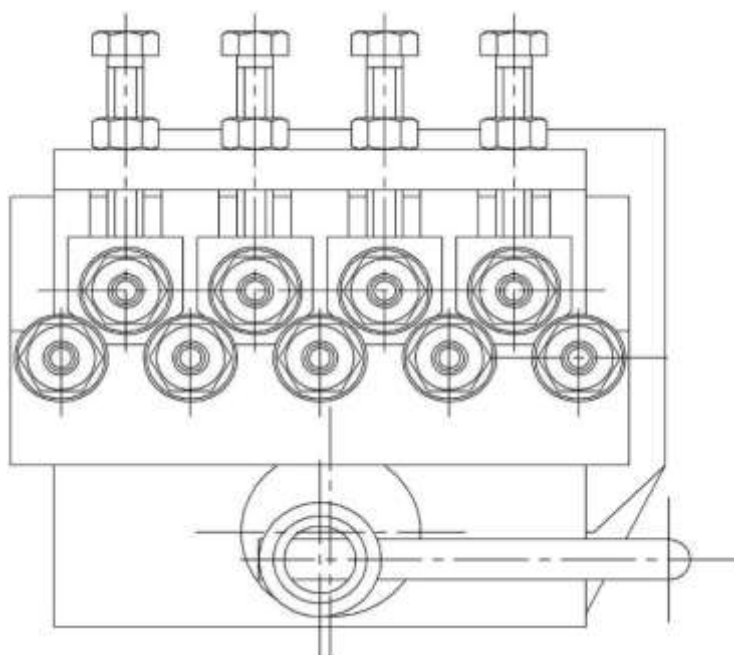


Рисунок 2.1 – Рихтовальное устройство

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Рихтовальное устройство стана тонкого волочения НТ 12.6			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Фальтенберг В.Л.								13	14	
Провер.		Мартьянов Ю.В.						ГГТУ им. П.О. Сухого гр. ЗМД-41с				
Консульт.												
Н. контр.												
Зав. каф.												

Преформирующе-рихтовальное устройство предназначено для равномерного перераспределения остаточных напряжений, возникающих в результате волочения проволоки. Правка заключается в воздействии на проволоку циклических знакопеременных напряжений в области пластической деформации, которые создаются цилиндрическими роликами с клиновидной канавкой, расположенными в шахматном порядке.

Правка осуществляется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Прошедшая правку проволока, направляющими роликами подается на приемную катушку.

2.3 Расчет моментов, необходимых для изгиба проволоки во время правки

Исходные данные: $d = 0,46$ мм; $\sigma_m = 2800$ МПа; $t = 16$ мм.

Схема расчета моментов правки приведена на рисунке 2.2

Значение изгибающего момента можно определить по формуле:

$$M_{\min} = \sigma_T \cdot W \quad (2.1)$$

где σ_T – временное сопротивление материала МПа;

W – момент сопротивления всей площади сечения проволоки, подвергающегося правке, мм³.

$$W = 0,1 \cdot d^3 \quad (2.2)$$

где d – диаметр проволоки, мм.

$$W = 0,1 \cdot 0,46^3 = 0,0097 \text{ мм}^3$$

При определении изгибающих моментов в сечении проволоки при правке принято считать, что значения моментов, изгибающих проволоку против второго и третьего роликов, равны и определяются по формуле:

$$M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = M_6 = M_7 = M_8 = M_9 = \sigma_T \cdot S \quad (2.3)$$

где S – пластический момент сопротивления, мм³.

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S = 0,43 \cdot d^3 \quad (2.4)$$

$$S = 0,43 \cdot 0,46^3 = 0,09099 \text{ мм}^3$$

$$M_2=M_3=M_4=M_5=M_6=M_7=M_8=M_9=2800 \cdot 0,09099 = 254,77 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

А значения моментов, изгибающих проволоку в сечениях против четвертого ролика можно определять по формуле:

$$M_{10} = \sigma_T \cdot W \quad (2.5)$$

$$M_{10} = 2800 \cdot 0,0097 = 27,16 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Зная моменты, можно определить силы, действующие в сечении проволоки на ролики. Для этого рассмотрим сечения (рисунок 2.2):

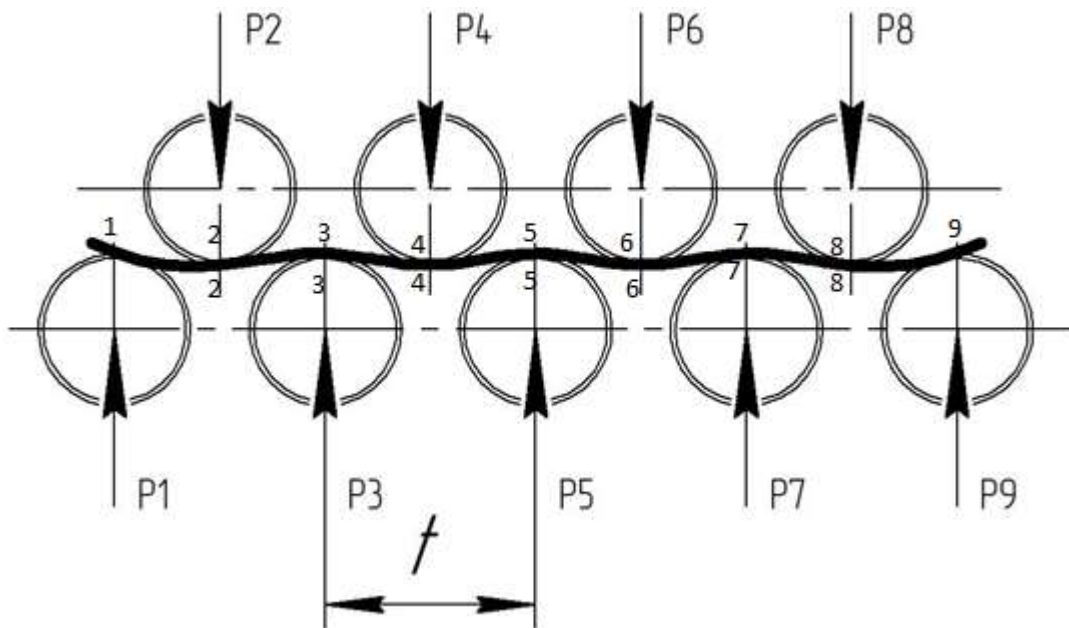


Рисунок 2.2 – Схема расчета момента правки

$$P_1 \cdot \frac{t}{2} = M_2 \quad (2.6)$$

$$P_1 = \frac{2 \cdot M_2}{t} = \frac{2 \cdot \sigma_T \cdot S}{t} \quad (2.7)$$

где t – расстояние между осями роликов, $t = 16 \text{ мм}$.

$$P_1 = \frac{2 \cdot 2800 \cdot 0,09099}{16} = 31,85 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 3-3:

$$-P_1 \cdot t + P_2 \cdot \frac{t}{2} = M_3 \quad (2.8)$$

$$-2 \cdot M_2 + P_2 \cdot \frac{t}{2} = M_3$$

$$P_2 = \frac{6 \cdot M_3}{t} = \frac{6 \cdot \sigma_T \cdot S}{t}$$

$$P_2 = \frac{6 \cdot 2800 \cdot 0,09099}{16} = 95,54 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 4-4:

$$P_1 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_2 \cdot t + P_3 \cdot \frac{t}{2} = M_4 \quad (2.9)$$

$$P_3 = \left(M_4 + P_2 \cdot t - P_1 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} \right) \cdot \frac{2}{t}$$

$$P_3 = \left(254,77 + 95,54 \cdot 16 - 31,85 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} \right) \cdot \frac{2}{16} = 127,38 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 5-5:

$$-P_1 \cdot 2 \cdot t + P_2 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_3 \cdot t + P_4 \cdot \frac{t}{2} = M_5 \quad (2.10)$$

$$P_4 = \left(M_5 + P_1 \cdot 2 \cdot t - P_2 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_3 \cdot t \right) \cdot \frac{2}{t}$$

$$P_4 = (254,77 + 31,85 \cdot 2 \cdot 16 - 95,54 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} + 127,38 \cdot 16) \cdot \frac{2}{16} = 127,39 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 6-6:

$$\frac{P_1 \cdot 5 \cdot t}{2} - P_2 \cdot 2 \cdot t + P_3 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_4 \cdot t + P_5 \cdot \frac{t}{2} = M_6 \quad (2.11)$$

$$P_5 = \left(M_6 - P_1 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} + P_2 \cdot 2 \cdot t - P_3 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} + P_4 \cdot t \right) \cdot \frac{2}{t}$$

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_5 = \left(254,77 - 31,85 \cdot \frac{5 \cdot 16}{2} + 95,54 \cdot 2 \cdot 16 - 127,38 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} + 127,39 \cdot 16 \right) \times \\ \times \frac{2}{16} = 127,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 7-7:

$$-P_1 \cdot 3 \cdot t + P_2 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} - P_3 \cdot 2 \cdot t + P_4 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_5 \cdot t + P_6 \cdot \frac{t}{2} = M_7 \quad (2.12)$$

$$P_6 = \left(M_7 + P_1 \cdot 3 \cdot t - P_2 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} + P_3 \cdot 2 \cdot t - P_4 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} + P_5 \cdot t \right) \cdot \frac{2}{t}$$

$$P_6 = \left(254,77 + 31,85 \cdot 3 \cdot 16 - 95,54 \cdot \frac{5 \cdot 16}{2} + 127,38 \cdot 2 \cdot 16 - 127,39 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} + 127,4 \cdot 16 \right) \times \\ \times \frac{2}{16} = 127,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 8-8:

$$P_1 \cdot \frac{7 \cdot t}{2} - P_2 \cdot 3 \cdot t + P_3 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} - P_4 \cdot 2 \cdot t + P_5 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_6 \cdot t + P_7 \cdot \frac{t}{2} = M_8 \quad (2.13)$$

$$P_7 = \left(M_8 - P_1 \cdot \frac{7 \cdot t}{2} + P_2 \cdot 3 \cdot t - P_3 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} + P_4 \cdot 2 \cdot t - P_5 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} + P_6 \cdot t \right) \cdot \frac{2}{t}$$

$$P_7 = \left(254,77 - 31,85 \cdot \frac{7 \cdot 16}{2} + 95,54 \cdot 3 \cdot 16 - 127,38 \cdot \frac{5 \cdot 16}{2} + 127,39 \cdot 2 \cdot 16 - \right. \\ \left. - 127,4 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} + 127,4 \cdot 16 \right) \cdot \frac{2}{16} = 127,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 9-9:

$$-P_1 \cdot 4 \cdot t + P_2 \cdot \frac{7 \cdot t}{2} - P_3 \cdot 3 \cdot t + P_4 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} - P_5 \cdot 2 \cdot t + P_6 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_7 \cdot t + P_8 \cdot \frac{t}{2} = M_9 \quad (2.14)$$

$$P_8 = \left(M_9 + P_1 \cdot 4 \cdot t - P_2 \cdot \frac{7 \cdot t}{2} + P_3 \cdot 3 \cdot t - P_4 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} + P_5 \cdot 2 \cdot t - P_6 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} + P_7 \cdot t \right) \cdot \frac{2}{t}$$

$$P_8 = \left(254,77 + 31,85 \cdot 4 \cdot 16 - 95,54 \cdot \frac{7 \cdot 16}{2} + 127,38 \cdot 3 \cdot 16 - 127,39 \cdot \frac{5 \cdot 16}{2} + \right. \\ \left. + 127,4 \cdot 2 \cdot 16 - 127,4 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} + 127,4 \cdot 16 \right) \cdot \frac{2}{16} = 127,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим сечение 10-10:

$$P_1 \cdot \frac{9 \cdot t}{2} - P_2 \cdot 4 \cdot t + P_3 \cdot \frac{7 \cdot t}{2} - P_4 \cdot 3 \cdot t + P_5 \cdot \frac{5 \cdot t}{2} - P_6 \cdot 2 \cdot t + P_7 \cdot \frac{3 \cdot t}{2} - P_8 \cdot t + P_9 \cdot \frac{t}{2} = M_{10} \quad (2.15)$$

$$P_9 = \left(27,16 - 31,85 \cdot \frac{9 \cdot 16}{2} + 95,54 \cdot 4 \cdot 16 - 127,38 \cdot \frac{7 \cdot 16}{2} + 127,39 \cdot 3 \cdot 16 - \right. \\ \left. - 127,4 \cdot \frac{5 \cdot 16}{2} + 127,4 \cdot 2 \cdot 16 - 127,4 \cdot \frac{3 \cdot 16}{2} + 127,4 \cdot 16 \right) \cdot \frac{2}{16} = 98,95 \text{ Н}$$

2.4 Определение усилия правки

Усилие правки складывается из трех составляющих:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{деф}} + P_{\text{т1}} + P_{\text{т2}} \quad (2.16)$$

где $P_{\text{деф}}$ – усилие, затрачиваемое на пластическую деформацию проволоки;

$P_{\text{т1}}$ – усилие, затрачиваемое на преодоление трения материала о правильные ролики;

$P_{\text{т2}}$ – усилие, затрачиваемое на преодоление трения в опорах правильных роликов;

$$P_{\text{деф}} = \frac{\sigma_{\text{т}} \cdot S}{4 \cdot D_p} \quad (2.17)$$

где D_p – диаметр правильного ролика, мм.

$$P_{\text{деф}} = \frac{2800 \cdot 0,09099}{4 \cdot 16} = 3,98 \text{ Н},$$

$$P_{\text{т1}} = k \cdot \sum P_i \cdot \frac{2}{D_p} \quad (2.18)$$

где k – коэффициент трения качения проволоки по ролику, $k=0,8$;

$\sum P_i$ – суммарное давление роликов на проволоку, Н.

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sum P_i = \frac{8 \cdot \sigma_T}{t} \cdot (2 \cdot S + W) \quad (2.19)$$

где t – расстояние между правильными роликами, мм.

$$\sum P_i = \frac{8 \cdot 2800}{16} \cdot (2 \cdot 0,09099 + 0,0097) = 268,35 \text{ Н (Н)}$$

$$P_{T1} = 0,8 \cdot 268,35 \cdot \frac{2}{16} = 26,84 \text{ Н}$$

$$P_{T2} = f \cdot \sum P_i \cdot \frac{d_{оп}}{D_p} \quad (2.20)$$

где f – коэффициент трения скольжения в опорах правильных роликов;

$f = 0,06$;

$d_{оп}$ – диаметр оси правильного ролика, мм;

$d_{оп} = 4 \text{ мм}$.

$$P_{T2} = 0,06 \cdot 268,35 \cdot \frac{4}{16} = 4,03 \text{ Н}$$

$$P_{пр} = 3,98 + 26,84 + 4,03 = 34,85 \text{ Н}$$

Так, как правка осуществляется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, то усилие правки удваивается:

$$P_{деф}^{общ} = 2 \cdot P_{пр} \quad (2.21)$$

$$P_{деф}^{общ} = 2 \cdot 34,85 = 69,7 \text{ Н}$$

2.5 Параметры правильного устройства

Основные параметры правильного устройства приведены в таблице 2.1

Сглаживание профиля тонкой проволоки при прохождении рихтовального устройства ограничивает максимально допустимую деформацию изгиба на существующих рихтовальных устройствах. Давление в области контакта между проволокой и роликом можно представить, как функцию шага и диаметра (профиля канавки) роликов рихтовального

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

устройства – чем больше диаметр роликов, тем больше длина области их контакта с проволокой.

Таблица 2.1 – Основные параметры правильного устройства

Параметры устройства	Требования
Тип рихтовального устройства	Универсальное
Диаметр роликов рихтовального устройства, мм	
- наружный	16
- внутренний	14
Тип канавки ролика рихтовального устройства	Клиновидная с углом 90
Радиус канавки ролика, мм	0,1
Настройка рихтовального устройства, число оборотов винта	(3,0-2,0)±0,5 (2,0-1,0)±0,5
Шаг, мм	16
Количество роликов	11

2.6 Расчет оси рихтовального устройства

Прочность оси ролика считается обеспеченной при условии $s \geq [s]$, где $[s]=2,5$ – допускаемая величина коэффициента запаса прочности.

Коэффициент запаса прочности в опасном сечении определяется по формуле:

$$S = \frac{s_{\sigma} \cdot s_{\tau}}{\sqrt{(s_{\sigma})^2 + (s_{\tau})^2}}, \quad (2.22)$$

где s_{σ} – коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям;
 s_{τ} – коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям.

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\left(\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \beta \right) \cdot \sigma_v + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_T}, \quad (2.23)$$

где σ_{-1} – предел выносливости стали при симметричном цикле изгиба, МПа;
 K_σ – эффективный коэффициент концентрации нормальных напряжений, $K_\sigma=2,35$; $\psi_\sigma = 0,15$; $\varepsilon_\sigma = 0,79$.

$\beta=1$ – коэффициент, учитывающий влияние шероховатости поверхности;

σ_v – амплитуда цикла нормальных напряжений, равная наибольшему напряжению изгиба σ_v в нормальном сечении\$

σ_T – среднее напряжение цикла нормальных напряжений, при симметричном цикле $\sigma_T = 0$

$$\sigma_{-1}=0,43 \cdot \sigma_b \quad (2.24)$$

где σ_b – предел прочности стали, МПа.

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot 2800 = 1204 \text{ МПа}$$

$$\sigma_v = \frac{P_3}{W}, \quad (2.25)$$

где W – осевой момент сопротивления,

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (2.26)$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,46^3}{32} = 0,0096 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_v = \frac{127,38}{0,0096} = 13268,75 \text{ Н/мм}^2$$

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\left(\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \beta \right) \cdot \tau_v + \psi_\tau \cdot \tau_T}, \quad (2.27)$$

где τ_{-1} – предел выносливости стали при симметричном цикле кручения, МПа;

K_τ – эффективный коэффициент концентрации касательных напряжений, $K_\tau=1,45$; $\varepsilon_\tau = 0,67$; $\psi_\tau = 0,1$.

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} \quad (2.28)$$

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot 1204 = 698,32$$

Полярный момент сопротивления

$$W_p = 2 \cdot W = 2 \cdot 0,0096 = 0,0192 \text{ мм}^3 \quad (2.29)$$

Амплитуда и среднее напряжение цикла касательных напряжений:

$$\tau_v = \tau_r = \frac{P_3}{W_p} \quad (2.30)$$

$$\tau_v = \tau_r = \frac{127,38}{0,0192} = 6634,38 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям

$$S_\sigma = \frac{1204}{\left(\frac{2,35}{0,79} \cdot 1 \right) \cdot 13268,75 + 0,15 \cdot 0} = 3,05$$

$$S_\tau = \frac{698,32}{\left(\frac{1,45}{0,67} \cdot 1 \right) \cdot 6634,38 + 0,1 \cdot 6634,38} = 4,65$$

$$S = \frac{(3,05 \cdot 4,65)}{\sqrt{3,05^2 + 4,65^2}} = 2,75 > [s] = 2,5$$

Условие прочности выполняется.

2.7 Расчет на прочность рихтовального устройства

После модернизации стана НТ 12.6 на него было установлено преформирующе-рихтовальное устройство. Наибольшую нагрузку испытывает ось (рисунок 2.3) и подшипник.

2.7.1 Расчет на прочность оси

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

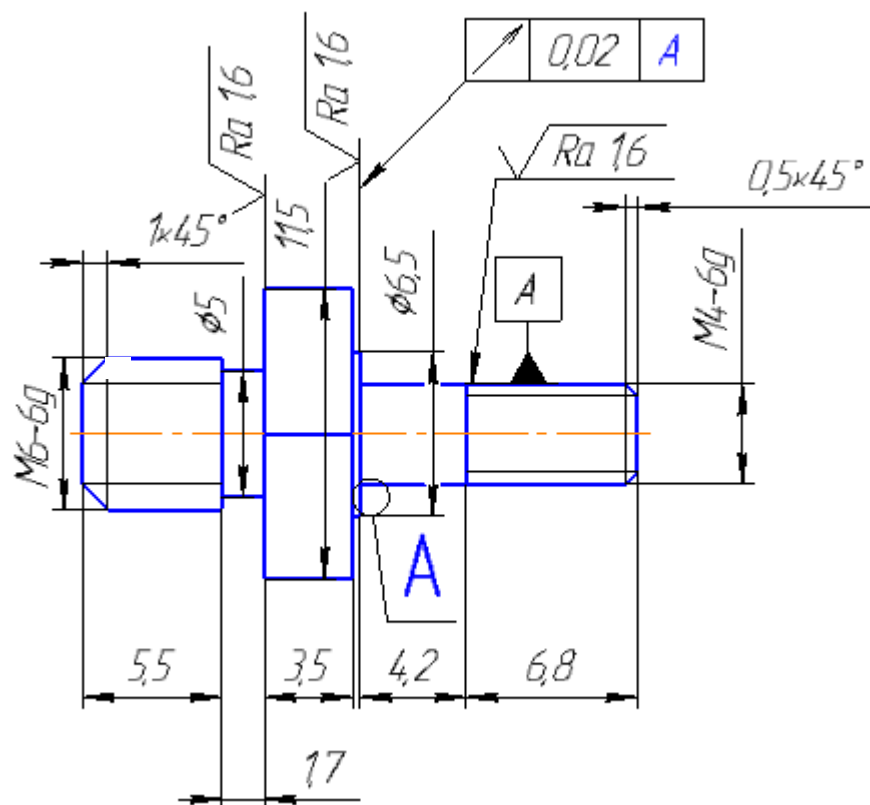


Рисунок 2.3 – Схема оси

Для расчета необходимо определить силы, действующие на вал (рисунок 2.4).

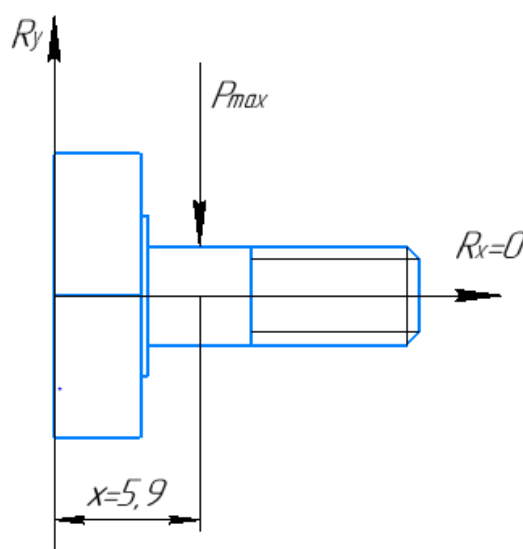


Рисунок 2.4 – Схема нагружения оси
точка А – точка посадки ролика, точка приложения силы F, Н

$$F = P_{max}, \quad (2.31)$$

где P – усилие волочения на последних переходах.

$$F = 127,4 \text{ Н.}$$

точка В – точка посадки оси в корпус крепления.

Расстояния между точками определяются конструктивными особенностями вала и составляют $AB = 5,9 \text{ мм}$.

Определяем изгибающий момент в точке А и В.

$$M_u^A = F \cdot 0 = 0 \quad (2.32)$$

$$M_u^B = F \cdot 9,5 = 127,4 \cdot 5,9 = 751,66 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (2.33)$$

Строим эпюру изгибающих моментов (рисунок 2.5).

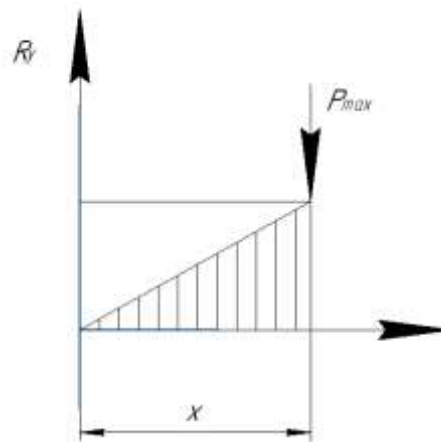


Рисунок 2.5 – Эпюра изгибающих моментов.

Проверяем вал на изгиб в точке В.

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_{oc}} \leq [\sigma_u], \quad (2.34)$$

$$[\sigma_u] = \frac{\sigma_T}{[S]}. \quad (2.35)$$

где σ_T – предел текучести металла, сталь 80, $\sigma_T = 932 \text{ МПа}$.

$$[\sigma_u] = \frac{932}{[2]} = 466 \text{ МПа.}$$

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяется осевой момент сопротивления изгибу W_{oc} , мм³

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (2.36)$$

$$W_{oc} = \frac{3,14 \cdot 5,5^3}{32} = 16,33$$

$$\sigma_u = \frac{751,66}{16,33} = 46,03 \leq 466 \text{ МПа}$$

Проверяем вал на срез в точке В.

$$\tau = \frac{F}{A} \leq [\tau] \quad (2.37)$$

где A – площадь поперечного сечения, мм².

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 5,5^2}{4} = 23,75 \text{ мм}^2, \quad (2.38)$$

$$[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma] = 0,6 \cdot 466 = 279,6 \text{ МПа}, \quad (2.39)$$

$$\tau = \frac{127,4}{23,75} = 5,36 < [\tau] < 279,6 \text{ МПа}.$$

Определяем нагрузку в точке В.

$$\sigma_{эКВ} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma] \quad (2.40)$$

$$\sigma_{эКВ} = \sqrt{46,03^2 + 4 \cdot 5,36^2} = 47,26 \leq [\sigma] = 466 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

2.7.2 Расчет подшипника

Рассмотрим схему подшипника (рисунок 2.6)

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

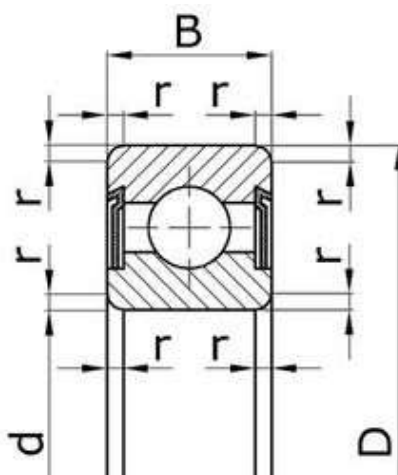


Рисунок 2.6 Схема подшипника

Исходные данные: $d=4$ мм, $D=16$ мм, $B=5$ мм, $r=0,5$ мм, $m=0,005$ кг

Нагруженным является подшипник типа 80034, имеющий следующие характеристики:

- внутренний диаметр $d = 4$ мм;
- наружный диаметр $D = 16$ мм;
- ширина $B = 5$ мм;
- динамическая грузоподъемность $C = 1,45$ кН;

Определяется эквивалентная динамическая нагрузка R_e , Н:

$$R_e = V \cdot F \cdot k_D \cdot k_t, \quad (2.41)$$

где V – коэффициент вращения, $V = 1,0$;

k_D – коэффициент, учитывающий динамичность внешней нагрузки, $k_D = 1,3$;

k_t – коэффициент, учитывающий влияние температуры подшипникового узла, $k_t = 1,0$

$$R_e = 1,0 \cdot 127,4 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 165,62 \text{ Н} = 0,17 \text{ кН}$$

Определяем расчетную долговечность L_{hp} , часов

$$L_{hp} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{R_e} \right)^p \geq L_h \quad (2.42)$$

где p – коэффициент, для шарикоподшипников $p = 3$;

n – частота вращения вала, об/мин.

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} \quad (2.43)$$

$$\omega = \frac{V}{R} \quad (2.44)$$

где ω – угловая скорость вращения подшипника,
 V – линейная скорость волочения проволоки на последнем переходе.
 R – радиус подшипника.

$$\omega = \frac{25 \cdot 10^3}{8} = 3,125 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1},$$

$$n = \frac{30 \cdot 3,125 \cdot 10^3}{\pi} = 29,86 \cdot 10^4 \text{ об/мин.}$$

$$L_{hp} = \frac{10^6}{60 \cdot 29,86 \cdot 10^4} \cdot \left(\frac{1,45}{0,19} \right)^3 = 24,8 \text{ ч}$$

Выбираем подшипник 80034 или 634 (ISO) [ГОСТ 7242-81](#)

Исходя из расчетов, данный подшипник является пригодным.

					КП ОМЦ.12 2022.02.00.000 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовом проекте «Преформирующе-рихтовального устройство проволоки стана тонкого волочения НТ 12.6 СтПЦ-1 «ОАО» БМЗ» дано описание и технические характеристики станов тонкого волочения, устройств волочильных станов и техническое описание рихтовального устройства .

На основании технологических расчетов, произведен расчет моментов необходимых для изгиба проволоки во время правки, определены усилия правки. Так же произведен расчет оси рихтовального устройства, со схемами нагружения, который показал, что для данного устройства проверочный расчет прочности выполняется.

Произведены расчеты подшипников на долговечность, определена эквивалентная динамическая нагрузка, в связи с этими критериями был выбран подшипник 80034 или 634 (ISO) [ГОСТ 7242-81](#)

					КП ОМЦ.12 2022.00.00.000 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курмаз, Л.В., Скойбеда, А.Т. Детали машин. Проектирование: Учеб. пособие/ Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. -Мн.: УП "Технопринт", 2001. -290с.
3. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для техн. спец. вузов. - 5-е изд., перераб. и доп./П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. -Москва: Высш. школа, 1998. -447с.
4. Битков В.В. Современные модульные линии для высокоскоростного волочения проволоки /В.В. Битков. Сталь. 2003. №2.
5. Желтков А.С, Савенок А.Н. Расчет маршрута грубо-среднего волочения высокопрочной проволоки / А.С. Желтков, А.Н. Савенок. Сталь.1998. №11.
6. Желтков А.С, Филиппов В.В., Савенок А.Н. Расчет переходов для станов мокрого волочения / А.С. Желтков, В.В. Филиппов, А.Н. Савенок. Сталь. 2000. №5.
7. Горловский М.Б., Меркачев В.Н. Справочник волочильщика проволоки./ М.Б. Горловский, В.Н. Меркачев. - Москва: Металлургия,1993.
8. Учебное пособие по метизному производству – Жлобин, ОАО “БМЗ”, 2013 г., 326 с.
9. Техническая инструкция ТИ 840-СП1-03-2009 «Изготовление тонкой латунированной проволоки». - Жлобин, 2009. - 63с
10. Технические характеристики правильных устройств для проволоки [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ariva.com/egquipment/feed_straig_wire/straig_wire.htm. Дата доступа: 19.03.2022 г.
11. Справочник для выбора подшипников ISO [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200012751>. Дата доступа: 16.03.2022 г.
12. Бобарикин, Ю.Л., Пособие по подготовке и оформлению дипломных проектов: учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка», 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением», 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства», 1-36 01 08

					КП ОМЦ.12 2022.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

«Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»
днев. и заоч. форм обучения / Астапенко И.В., Урбанович А.М., Мартыанов
Ю.В. и другие – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 58 с.

13. [ГОСТ 7242-81](#). Подшипники шариковые радиальные однорядные с
защитными шайбами. Технические условия – Москва, 1984 – 9 с.

14. Горловский, М.Б., Меркачев В.Н. Справочник волочильщика
проволоки. - М.: Металлургия, 1993.

					КП ОМЦ.12 2022.00.00.000 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ

					КП ОМЦ.12 2022.00.00.000 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		