

*Приложение 1.3.1 к ОПОП-П по специальности 22.02.08
Металлургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ
МДК.03.01 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ПРОФЕССИИ
11486 ВОЛОЧИЛЬЩИК ПРОВОЛОКИ**

**для обучающихся специальности
22.02.08 Металлургическое производство (по видам производства)
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургии и обработки металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 5 от «31» января 2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол №3 от «21» февраля 2024 г.____

Разработчик:

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Оксана Александровна Миронова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля «Освоение профессий рабочих, должностей служащих».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности «Освоение профессий рабочих, должностей служащих» программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства), и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Лабораторное занятие 1	12
Практическое занятие 2	16
Лабораторное занятие 2	21
Практическое занятие 3	24
Лабораторное занятие 3	27
Практическое занятие 4	29
Лабораторное занятие 4	32
Практическое занятие 5	34
Практическое занятие 6	39
Лабораторное занятие 5	43
Практическое занятие 7	46
Лабораторное занятие 6	48
Лабораторное занятие 7	50
Лабораторное занятие 8	54

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений решать задачи по математике, физике, материаловедению, необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «ПМ 03 Освоение профессий рабочих, должностей служащих», предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- определять отклонения параметров текущего состояния обслуживаемого основного и вспомогательного оборудования однократных и многократных волочильных станов, средств индивидуальной защиты, связи, производственной сигнализации, блокировок, аварийного инструмента, противопожарного оборудования от установленных значений;
- определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;
- оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;
- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения;
- устанавливать технологический инструмент на одониточных однократных и многократных волочильных станах;
- производить подналадку технологического оборудования одониточных однократных и многократных волочильных станов;
- извлекать отработанные волокна из оправ;
- обрезать торцы проволоки перпендикулярно к ее оси;
- визуально определять наличие дефектов на поверхности металла перед волочением для отбраковки;
- отбирать представительные пробы для определения физико-механических и металлографических свойств готового металла;
- применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров поступающего металлопроката;
- безопасно устанавливать, снимать бунты, катушки на размоточном устройстве волочильного стана;
- выполнять съем и взвешивание произведенной продукции, увязку, маркировку, упаковку, оформление сопроводительной документации;
- проверять исправность весов и производить проверку и настройку мерительного инструмента;
- применять средства индивидуальной защиты, пожаротушения и пользоваться аварийным инструментом на участке волочения;
- использовать программное обеспечение рабочего места волочильщика.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению *профессиональными компетенциями*:

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных и многократных волочильных станах

А также формированию *общих компетенций*:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Технологические схемы производства проволоки

Практическое занятие №1

Составление маршрута волочения для проволоки круглого сечения

Цель: изучить методику распределения единичных деформаций по маршруту волочения проволоки круглого сечения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 02.2 Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Составить конспект по теоретической части данной работы.

2. Согласно индивидуальному заданию из таблицы для заданной стали определить полный маршрут волочения проволоки.

3. Определить усилие волочения в каждом проходе.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями

2. Ответьте на вопросы: перечень вопросов.

3. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом составления маршрута волочения проволоки круглого сечения.

4. Представьте выполненную работу в рабочей тетради для практических работ.

5. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

Ход работы:

Проволока – это длинномерное металлическое изделие, наиболее распространенный вид метизов. Метизами называются металлические изделия промышленного назначения (проволока, канаты, металлокорд, сетки, машиностроительный крепеж, гвозди, электроды, плющенная лента и пр.). Проволока используется как по прямому назначению, так и в качестве сырья для изготовления большинства других видов метизов (канатов, металлокорда, сеток, машиностроительного крепежа, гвоздей, дюбелей, плющенной ленты и пр.). Таким образом, проволока - основной вид метизов.

Для волочения проволоки средних диаметров и тоньше в качестве исходной заготовки используется катанка (горячекатаный металл) диаметром от 6,5 до 5,0 мм. Преимущественно используется катанка диаметром 6,5 мм. В процессе волочения проволоки металл наклепывается, повышается его прочность и снижается пластичность. При какой-то степени деформации запас пластичности снижается до такой степени, что дальнейшая его волочение без обрыва невозможно, т.е. теряется устойчивость волочения. Для каждого вида стали установлена предельная степень деформации, превышение которой не рекомендуется с целью обеспечения устойчивости процесса волочения и бездефектности волоченной проволоки (исключение внутренних микронадрывов). Поэтому для получения тонкой проволоки необходимо промежуточные размеры, после осуществления предельной деформации, подвергать термической обработке – рекристаллизационному отжигу для снижения прочности и повышения пластичности волоченного

металла (низкоуглеродистая и легированные стали) или патентированию (среднеуглеродистые и высокоуглеродистые стали). И только после отжига или патентирования продолжать волочение на более тонкий диаметр. В зависимости от диаметра готовой проволоки и от марки стали число термообработок промежуточной заготовки может быть различным. И эта операция волочения от катанки или отожженной заготовки до термообработки или до готового размера называется переделом. Иными словами, число переделов равно числу промежуточных термических обработок плюс операция волочения проволоки на готовый размер. Например, для изготовления сварочной проволоки марки Св – 08Г2С диаметром 0,8 мм из катанки диаметром 6,5 мм необходимо провести две термические обработки заготовок диаметром 4,0 и 2,0 мм и произвести волочение термообработанной заготовки диаметром 2,0 мм на готовый размер 0,8 мм. В результате получается 3 передела

Для каждого вида готовой проволоке в ГОСТах или технических условиях (ТУ) устанавливаются технические требования, в том числе временное сопротивление разрыву (σ_b), т.е. характеристика прочности. Задача изготовителя проволоки сводится к тому, чтобы на конечном размере получить установленные ГОСТом или ТУ механические свойства, в частности временное сопротивление разрыву, характеризующее прочность проволоки. При разработке режима обжатий, в том числе числа переделов, любого нового вида проволоки определяют, какая суммарная степень деформации позволяет выйти на заданную прочность, и какая степень суммарной и единичной деформации допустима для устойчивого и бездефектного волочения. И на основании этих данных строится схема волочения (определяется число переделов) и определяется маршрут волочения, т.е. число протяжек и диаметр проволоки на каждой протяжке.

Волочение – это процесс, в результате которого происходит уменьшение поперечного сечения и увеличение длины заготовки.

Уменьшение поперечного сечения характеризуется величиной, называемой **относительное обжатие**, а увеличение длины характеризуется величиной, называемой **вытяжкой**.

Различают **единичное относительное обжатие** – это обжатие за одну протяжку, обозначается $\eta_{ед}$ и **суммарное относительное обжатие** – обжатие за ряд переходов (от заготовки до конечного размера), обозначается $\eta_{сум}$.

Такие же понятия и для вытяжки: **единичная вытяжка** – за один переход, обозначается $\mu_{ед}$, **суммарная вытяжка** – за ряд переходов, обозначается $\mu_{сум}$.

Относительное обжатие определяется по формуле:

$$\eta = \frac{d_0^2 - d_p^2}{d_0^2} \cdot 100\%$$

где d_0 - диаметр проволоки перед волокой для единичного обжатия или диаметр заготовки для суммарного обжатия;

d_p - диаметр проволоки после волоки для единичного обжатия или диаметр конечного размера проволоки на данном переделе для суммарного обжатия.

Вытяжка определяется по формуле:

$$\mu = \frac{d_0^2}{d_p^2}$$

где d_0 и d_p - те же величины, что и для определения относительного обжатия: для определения единичной вытяжки диаметры проволоки перед и за волокой соответственно, а для суммарной вытяжки диаметры заготовки и проволоки конечного размера.

Число протяжек, необходимых для выхода на конечный диаметр, определяется из следующего соотношения:

$$\mu_{\text{сум}} = \mu_{\text{ср}} n,$$

где $\mu_{\text{сум}}$ - суммарная вытяжка;

$\mu_{\text{ср}}$ - рекомендуемая средняя вытяжка для этого вида проволоки.

Соотношение $\mu_{\text{сум}} = \mu_{\text{ср}} n$ – функция показательная. Для ее решения необходимо произвести операцию логарифмирования: $\lg(\mu_{\text{сум}}) = n \cdot \lg(\mu_{\text{ср}})$. Из этой формулы легко определить количество протяжек n по формуле:

$$(5):$$

$$n = \frac{\lg(\mu_{\text{сум}})}{\lg(\mu_{\text{ср}})}$$

Получая дробное значение n , следует его округлить до целого числа. Затем определить фактическое среднее значение вытяжки $\mu_{\text{ср}}^{\text{ед}}$ по формуле:

$$\lg \mu_{\text{ср}}^{\text{ед}} = \frac{\lg(\mu_{\text{сум}})}{n}$$

Определив по формуле $\mu_{\text{ср}}^{\text{ед}}$, можно рассчитать маршрут волочения по формуле:

$$d_{\text{кон}} = \sqrt{\mu_{\text{ср}}^{\text{ед}} \cdot d_{\text{нач}}^2}$$

где $d_{\text{нач}}$ - диаметр проволоки перед волокой, т.е. диаметр заготовки;

$d_{\text{кон}}$ - диаметр проволоки после волоки, т. е диаметр проволоки, протянутой через эту волоку.

Усилие волочения с учетом сил трения можно посчитать по формуле:

$$P = \frac{f}{\alpha} \cdot \sigma_s \cdot S_1 \cdot \ln \frac{S_0}{S_1}$$

где $f=0,15$ – коэффициент трения;

α – угол входного конуса канала волоки, рад (в расчетах принять $\alpha = 8^\circ = 0,14$ рад);

S_0 – площадь поперечного сечения проволоки на входе в волоку, мм²;

S_1 – площадь поперечного сечения проволоки на выходе из волоки, мм²;

σ_s – сопротивление металла деформации, кг/мм²

Задание: Низкоуглеродистая проволока диаметром 1,8 мм по ГОСТ 3282 – 74. Рассчитать число переделов и маршруты волочения по переделам из катанки диаметром 6,5 мм.

Расчет:

1. По табл. 1 определяем рекомендуемое суммарное обжатие для диаметра 1,8 мм. Его значение $\eta_{\text{сум}}=79,5\%$.
2. По формуле определяем соответствующую этому обжатию вытяжку:

$$\mu_{\text{ср}} = \frac{1,8}{1,31 \cdot 2,4,8} = 1,38$$

3. По табл. 1 определяем допустимую единичную вытяжку $\mu_{\text{ср}} = 1,38$.
4. Находим логарифмы суммарной и средней допустимой вытяжки: $\lg(4,88) = 0,6884$; $\lg(1,38) = 0,1399$.
5. По формуле определяем число протяжек:

$$n = \frac{0,6884}{0,1399} = 4,92$$

Округляем до целого числа, получаем 5 протяжек.

6. По формуле определяем логарифм фактического значения средней вытяжки:

$$\lg \mu_{\text{ф}} = \frac{0,6884}{5} = 0,1376$$

7. Определяем среднюю единичную вытяжку:

$$\mu_{\text{ср}} = 1,373$$

8. Считаем маршрут волочения:

5-я протяжка $d_{\text{заг}} = \sqrt{1,373 \cdot 1,8^2} = 2,1 \text{ мм}$
 4-я протяжка $d_{\text{заг}} = \sqrt{1,373 \cdot 2,1^2} = 2,46 \text{ мм}$
 3-я протяжка $d_{\text{заг}} = \sqrt{1,373 \cdot 2,46^2} = 2,88 \text{ мм}$
 2-я протяжка $d_{\text{заг}} = \sqrt{1,373 \cdot 2,28^2} = 3,38 \text{ мм}$
 1-я протяжка $d_{\text{заг}} = \sqrt{1,373 \cdot 3,38^2} = 3,96 \text{ мм}$. Принимаем 4 мм.

9. Таким образом, получили маршрут последнего передела:

[4,0] – 3,38 – 2,88 – 2,46 – 2,10 – 1,80.

Квадратные скобки означают: проволока диаметром 4,0 мм была термически обработана. Таким же образом проводится расчет маршрута волочения от катанки диаметром 6,5 мм до передельной заготовки диаметром 4,0 мм, т.е. первого передела.

Таблица 1 - Низкоуглеродистая проволока по ГОСТ 3282 – 74

Диаметр проволоки, мм	Рекомендуемые параметры		
	Суммарное относительное обжатие на конечном переделе, %	Суммарное относительное обжатие на первом переделе, %	Единичная вытяжка
1,0	83,8	85	1,36
1,1	86,4	78,5	1,39
1,2	83,8	78,5	1,36
1,3	81,0	78,5	1,32
1,4	78,0	78,5	1,29
1,6	83,8	62	1,36
1,8	79,5	62	1,38

Таблица 2 - Высокоуглеродистая проволока по ГОСТ 14955 – 77

Диаметр проволоки, мм	Рекомендуемые параметры		
	Суммарное относительное обжатие на конечном переделе, %	Суммарное относительное обжатие на промежут. переделе, %	Единичная вытяжка
1,9	60,0	2-й передел 55; 1-й – 43.	1,32; 1,25
2,0	55,0	2-й передел 55; 1-й – 43.	1,32; 1,31
2,1	50,0	2-й передел 55; 1-й – 43.	1,32; 1,26
2,2	45,0	2-й передел 55; 1-й – 43.	1,32; 1,22
2,35	37,5	2-й передел 55; 1-й – 43.	1,32; 1,27
2,45	32,5	2-й передел 55; 1-й – 43.	1,32; 1,22
2,6	44,0	2-й передел 39; 1-й – 43.	1,32; 1,22

Примечания:

1. Катанка диаметром 6,0 мм.

2. Единичные обжатия: первая цифра – на первом и втором переделах, вторая цифра – на последнем переделе.

3. Катанка подвергается термообработке.

Таблица 3 - Низколегированная сварочная проволока по ГОСТ 2246 – 70

Диаметр проволоки, мм	Рекомендуемые параметры		
	суммарное относительное обжатие на конечном переделе, %	суммарное относительное обжатие на промежут. переделе, %	единичная вытяжка
0,8	84,0	1-й – 51,5; 2-й передел – 80;	1,31; 1,36
1,0	83,8	1-й – 85,0	1,37; 1,36
1,2	84,0	1-й – 77,5	1,36; 1,36
1,6	84,0	1-й – 61,5	1,27; 1,36
2,0	84,0	1-й – 40,0	1,29; 1,36

Примечание:

1. Катанка диаметром 6,5 мм.

2. Единичные обжатия: первая цифра – на первом и втором переделах, вторая цифра – на последнем переделе.

Таблица 4 - Высоколегированная нержавеющая проволока по ГОСТ 18143 – 72

Диаметр проволоки, мм	Рекомендуемые параметры		
	суммарное относительное обжатие на конечном переделе, %	суммарное относительное обжатие на промежут. переделе, %	единичная вытяжка
1,4	68,2	1-й передел – 82,4.	1,28; 1,26

1,5	63,5	1-й передел – 82,4.	1,28; 1,29
1,6	78,8	1-й передел – 65,5.	1,31; 1,25
1,8	73,5	1-й передел – 65,5.	1,31; 1,25
2,0	80,0	1-й передел – 43,0.	1,21; 1,26
2,3	73,5	1-й передел – 43,0.	1,21; 1,25

Примечание:

1. Катанка диаметром 6,0 мм.
2. Единичные обжатия: первая цифра – на первом переделе, вторая цифра – на последнем переделе.

Таблица 5 - Варианты заданий

№ варианта	Таблица №	Диаметр, мм	№ варианта	Таблица №	Диаметр, мм
1	1	1,0	13	8.2	2,8
2	1	1,1	14	8.3	0,8
3	1	1,2	15	8.3	1,0
4	1	1,3	16	8.3	1,2
5	1	1,4	17	8.3	1,6
6	1	1,6	18	8.3	2,0
7	2	1,9	19	8.4	1,4
8	2	2,0	20	8.4	1,5
9	2	2,1	21	8.4	1,6
10	2	2,2	22	8.4	1,8
11	2	2,6	23	8.4	2,0
12	2	2,7	24	8.4	2,3

Таблица 6 - Усредненные значения сопротивления деформации сталей

№	Наименование	σ_s , кг/мм ²
1	низкоуглеродистая проволока по ГОСТ 3282 – 74	20
2	высокоуглеродистая проволока по ГОСТ 14955 – 77	40
3	низколегированная сварочная проволока по ГОСТ 2246 – 70	35
4	высоколегированная нержавеющая проволока по ГОСТ 18143 – 72	25

Контрольные вопросы:

1. Что такое волочение?
2. Какими величинами характеризуется процесс волочения?
3. Какому виду термообработки подвергается заготовка перед волочением и почему?
4. Как называется заготовка, предназначенная для получения из нее проволоки?
5. По какой формуле можно определить относительное обжатие?
6. По какой формуле можно определить вытяжку?
7. Как определить число протяжек, необходимых для выхода на конечный диаметр?
8. Чем различаются понятия единичная вытяжка и суммарная вытяжка?

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Оформлена в рабочей тетради. Наличие ответов на вопросы для самоконтроля – обязательно.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный

материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.1 Технологические схемы производства проволоки

Лабораторное занятие №1

Устройство и принцип работы волочильного стана ВС-350/1

Цель: изучить устройство и принцип работы волочильного однократного стана, правила техники безопасности работы на нем.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- применять средства индивидуальной защиты, пожаротушения и пользоваться аварийным инструментом на участке волочения;
- использовать программное обеспечение рабочего места волочильщика;
- применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров металлопроката

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 02.2 Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однониточных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение:

Лабораторный автоматизированный однократный волочильный стан ВС-350/1

Задание:

1. Изучить устройство однократного волочильного стана.
2. Изучить лицевую панель пульта управления.
3. Изучить основные операции по подготовке волочильного стана к процессу волочения.
4. Оформить лабораторную работу в рабочей тетради для лабораторных работ.

Порядок выполнения работы:

1. Проверить готовность стана к работе, убедиться, что все детали закреплены надежно и нет посторонних предметов.
2. Проверить исправность и наличие всех ограждений у стана.
3. Привести в порядок свою одежду.
4. Не допускать к работе лица, не знакомые с устройством стана.
5. Включать стан можно только с разрешения преподавателя.
6. Во время работы не опираться на стан.
7. Во время работы стана категорически запрещается производить любые операции, связанные с поправкой движущейся проволоки, ловить выходящий из волюки конец проволоки.
8. После окончания работ выключить стан.
9. Убрать на место весь рабочий и измерительный инструмент.
10. Привести в порядок рабочую площадку перед станом.

Ход работы:

Лабораторный волочильный однократный стан предназначен для лабораторных и научно – исследовательских работ с целью изучения оборудования, процессов волочения и технологических факторов.

Управление станом осуществляется с пульта управления, лицевая панель которого представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Лицевая панель пульта управления

Все кнопки панели управления подписаны, более детально изучить их назначение можно в инструкции к волочильному стану.

Перед заправкой необходимо включить стан с помощью ключа – бирки на пульте управления. Все сигнальные лампы должны гореть. Затем рукояткой надо выбрать режим работы ЗАПРАВКА. Только после этого можно приступить к заправке проволоки в стан.

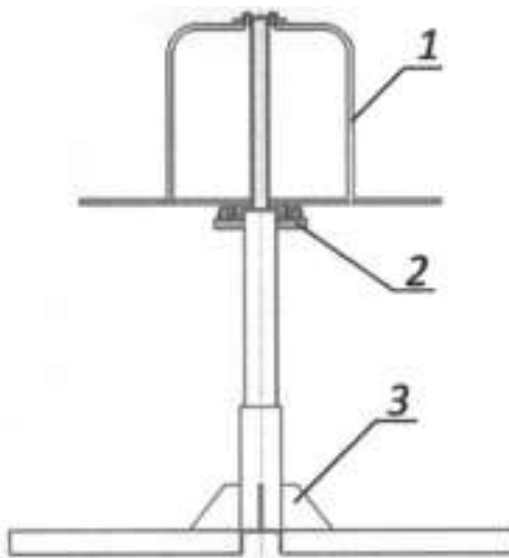
Бунт проволоки помещается на разматывающую фигурку (рисунок 2), конец проволоки заостряется на острильном – затяжном станке (рисунок 3) и пропускается через направляющие ролики, далее конец проволоки протягивается через мыльницу в которую предварительно установлена необходимая по типоразмеру волюка.

В мыльницу после заправки проволоки засыпается технологическая смазка. Затем, специальным устройством – захваткой, заостренный конец проволоки захватывается и наматывается на тянущий барабан.

Далее проволока аналогично заправляется в последующие волокна и наматывается на барабаны. Процесс волочения должен осуществляться только при закрытых ограждениях. И опущенном рычаге аварийной остановки.

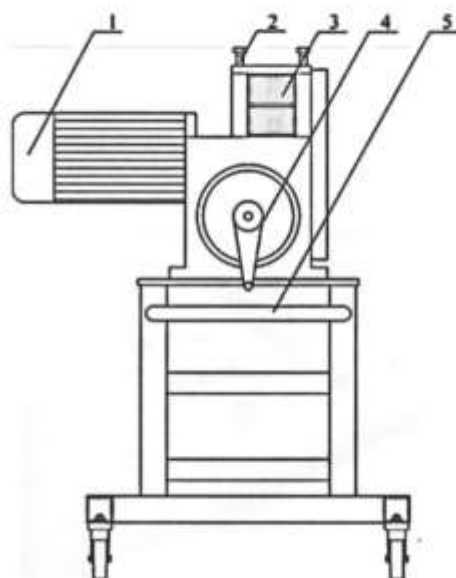
Движением барабана вперед – назад при заправке проволоки можно управлять с помощью педалей. Готовая проволока в процессе волочения накапливается на барабане и в итоге с него снимается.

После заправки проволоки можно переходить к процессу волочения.



1 – разматывающий барабан, 2 – тормоз, 3- основание

Рисунок 2 – Разматывающая фигурка



1 – двигатель, 2 – нажимные винты, 3- валки, 4 – затяжной барабан, 5 – основание станка

Рисунок 3 – Острильный станок

После того как волочильный стан заправлен проверьте все ли устройства безопасности приведены в рабочее состояние.

Теперь можно приступать к процессу волочения и фиксированию энергосиловых параметров процесса.

Рукоятку из режима ЗАПРАВКА переведите в режим ВОЛОЧЕНИЕ. Для включения и выключения стана необходимо пользоваться соответствующими кнопками. Вод маршрута волочения и получение результатов замеров усилия волочения, скорости волочения и др. осуществляется через сенсорную панель управления. Для ввода задания по максимально допустимой скорости волочения используйте рукоятки.

При возникновении любой внештатной ситуации нажмите кнопку АВАРИЙНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ или поднимите РЫЧАГ АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКИ. Если в процессе волочения произошел обрыв, то снимите проволоку с барабанов следующих за обрывом и вновь ее заправьте в режиме ЗАПРАВКА.

Для сбора информации об эксперименте необходимо нажать кнопку «Начать запись». Можно прервать запись параметров, если это необходимо кнопкой «Приостановить», а для окончания записи в файл необходимо нажать кнопку «Закончить запись».

Данные сохраняются в виде таблицы корневой папке программы под именем, которое соответствует шаблону.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ. Наличие рисунков обязательно.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.2 Подготовка поверхности металла к волочению

Практическое занятие №2

Расчет маршрута волочения для производства сварочной и арматурной проволоки

Цель: изучить методику распределения единичных деформаций по маршруту волочения проволоки сварочной и арматурной

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 02.2 Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однониточных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Составить конспект по теоретической части данной работы.

2. Согласно индивидуальному заданию из таблицы для заданной стали определить полный маршрут волочения сварочной и арматурной проволоки.

3. Определить усилие волочения в каждом проходе.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями

2. Ответьте на вопросы: перечень вопросов.

3. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом составления маршрута волочения проволоки арматурной и сварочной.

4. Представьте выполненную работу в рабочей тетради для практических работ.

5. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

Ход работы:

Стандартом предусматривается 77 марок сварочной проволоки различного химического состава: 6 марок низкоуглеродистой проволоки, 30 марок легированной проволоки и 41 марка высоколегированной проволоки (Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-08Г2С, Св-18ХГС, Св-06Х119Н9Т и другие).

В легированной проволоке содержится от 2,5 до 10% легирующих компонентов, в высоколегированной - свыше 10%.

Буквы и цифры в наименовании марок проволоки означают:

Св - проволока сварочная;

08 - 0,8% углерода (среднее содержание);

А - нормальное, АА - еще более низкое содержание вредных примесей серы и фосфора;

Г - проволока, легированная марганцем.

Сварочная проволока выпускается следующих диаметров: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм.

Проволока диаметром до 3 мм применяется для шланговой сварки, диаметром от 1,6 до 6 мм - для ручной дуговой сварки штучными электродами; от 2 до 5 мм - для автоматической сварки под флюсом; проволока больших диаметров применяется для наплавочных работ.

В низкоуглеродистой проволоке содержание мышьяка не должно превышать 0,08%.

С согласия потребителя в проволоке марки Св-08А допускается остаточное содержание алюминия до 0,05%.

По соглашению сторон проволока поставляется намотанной на катушки или в кассеты и допускается поставка проволоки в мотках повышенной массы или на крупногабаритных катушках. Концы проволоки должны быть легко находимы. Допускается контактная стыковая сварка отдельных кусков проволоки одной плавки: при этом зона сварного соединения должна соответствовать требованиям настоящего стандарта.

На поверхности низкоуглеродистой проволоки не допускается наличие технологических смазок, за исключением следов мыльной смазки без графита и серы. Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, плен, закатов, раковин, забоин, окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. На поверхности проволоки допускаются риски (в том числе затянутые), царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина указанных пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. По требованию потребителя проволока изготавливается с улучшенной поверхностью.

По требованию потребителя проволока должна изготавливаться из стали, выплавленной электрошлаковым (Ш) или вакуумно-дуговым (ВД) переплавом или в вакуумно-индукционных печах (ВИ). При этом дополнительные требования к металлу проволоки (ужесточение норм по содержанию вредных и посторонних примесей, введение ограничений по содержанию газов. Неметаллических включений и т. п.) устанавливается соглашением сторон.

Каждая партия проволоки сопровождается сертификатом (удостоверением), содержащим основные технические данные.

Расчет маршрутов волочения сварочной и арматурной проволоки является наиболее ответственной частью разработки технологического процесса изготовления тянутых изделий. При этом должны быть максимально использованы пластические свойства материала – металла или сплава – и технические характеристики стана (скорость, мощность).

Исходными данными для такого расчета служат: допустимое обжатие ϵ (вытяжка m), диаметр заготовки или готового изделия, а также допустимая сила волочения на стане (по паспортным данным).

При волочении различают единичное обжатие $E_{ед}$ (обжатие за один переход), $E_{ср}$ (среднее обжатие за один переход), общее ϵ (обжатие за несколько переходов) и суммарное E_{Σ} (обжатие между отжигами).

Единичное обжатие рассчитывают по формуле:

$$\epsilon_{ед} = \frac{F_0 - F_1}{F_0} = \frac{D_0^2 - D_1^2}{D_0^2} \cdot 100\%$$

А общее обжатие:

$$\epsilon_{\Sigma} = \frac{F_0 - F_n}{F_0} = \frac{D_0^2 - D_n^2}{D_0^2} \cdot 100\%$$

Соответственно, единичная вытяжка будет равна:

$$\mu_{ед} = \frac{F_0}{F_1} = \frac{D_0^2}{D_1^2}$$

и общая вытяжка

$$\mu_{\Sigma} = \frac{F_0}{F_n} = \frac{D_0^2}{D_n^2}$$

Кроме того, общая вытяжка будет равна

$$\mu_{\Sigma} = \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_3 \cdot \dots \cdot \mu_n$$

а после логарифмирования интегральная деформация удлинения

$$\ln \mu_{об} = \ln \mu_1 + \ln \mu_2 + \ln \mu_3 + \dots + \ln \mu_n.$$

Средняя вытяжка за один переход определяется как:

$$\mu_c = \sqrt[n]{\mu_{об}}$$

Число переходов определяется по формуле:

$$n = \frac{\mu_{об}}{\mu_c}$$

Между обжатием и вытяжкой существует связь, позволяющая переходить от одной характеристики к другой:

$$\varepsilon = 1 - 1/\mu = (\mu - 1) / \mu \cdot 100, \%$$

или

$$\mu = 100/(100 - \varepsilon).$$

По известным показателям деформации можно вычислить диаметры прутка или проволоки по переходам. Из формулы

$$\varepsilon_{\phi\phi} = \frac{F_0 - F_1}{F_0} = \frac{D_0^2 - D_1^2}{D_0^2} \cdot 100\%$$

Далее находим:

$$D_1 = \frac{D_0 \sqrt{100 - \varepsilon}}{10},$$

Далее находим:

$$D_1 = \frac{D_0}{\sqrt{\mu}}$$

Таблица - Варианты домашнего задания

№ варианта	D ₀ , мм	m _{сп}
1	6,0	1,181
2	5,1	1,129
3	4,7	1,129
4	4,3	1,115
5	4,0	1,101
6	3,7	1,107
7	3,5	1,099
8	3,3	1,086
9	3,1	1,072
10	2,9	1,056
11	2,8	1,058
12	2,7	1,068
13	2,6	1,059

14	2,5	1,050
15	2,4	1,044
16	2,35	1,045

а) Определяем общую вытяжку

б) Определяем конечный диаметр проволоки

$$D_4 = \sqrt{D_0^2 / \mu_{\text{об}}}$$

в) Распределяем вытяжки по проходам

$$\mu_1 = \mu_{\text{ср.}}$$

г) Определяем степень деформации в первом переходе:

$$\varepsilon_1 = (\mu_1 - 1) / \mu_1 \cdot 100, \%$$

д) Распределяем относительное обжатие по проходам 2-3 (каждый индивидуально с учетом начального задания)

$$\varepsilon_2 = 0,8 \varepsilon_1, \varepsilon_3 = 0,75 \varepsilon_2, \varepsilon_4 = 0,8 \varepsilon_3$$

е) Определяем вытяжки по проходам μ_2, μ_3, μ_4 используя выражение:

$$\mu_2 = 100 / (100 - \varepsilon_2),$$

$$\mu_3 = 100 / (100 - \varepsilon_3),$$

$$\mu_4 = 100 / (100 - \varepsilon_4),$$

ж) Проверяем правильность распределения вытяжек по переходам из условия

$$\mu_{\text{об}} = \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_3 \cdot \mu_4$$

В случае его невыполнения производим корректировку степеней деформации до выполнения равенства.

з) Определяем диаметр проволоки во всех переходах с использованием выражения

$$D_2 = \frac{D_1}{\sqrt{\mu_2}} \quad \left| \quad D_2 = \frac{D_1}{\sqrt{\mu_2}} \right.$$

к) Составляем маршрут волочения (диаметры проволоки) по переходам

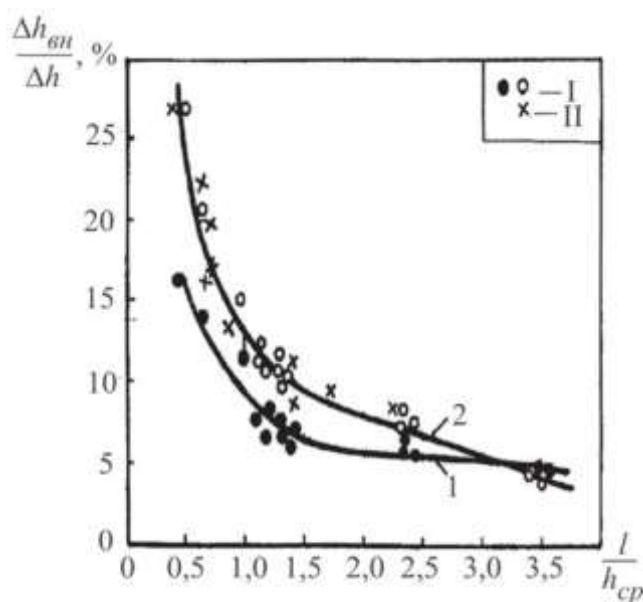


Рисунок 4 - Зависимость внеконтактной высотной утяжки $\Delta h_{вн}/\Delta h$ от параметра $l/h_{ср}$ (данные А.П.Грудева, В.М.Полищука):
I - свинец; II - Ст 3; 1 – у кромки; 2 – посередине образцов

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.2 Подготовка поверхности металла к волочению

Лабораторное занятие №2

Исследование влияния единичной степени деформации на энергосиловые параметры процесса

Цель: Изучить влияние единичной степени деформации на усилие волочения проволоки
Выполнив работу, вы будете уметь:

- использовать программное обеспечение рабочего места волочильщика;
- определять отклонения параметров текущего состояния обслуживаемого основного и вспомогательного оборудования однократных и многократных волочильных станов, средств индивидуальной защиты, связи, производственной сигнализации, блокировок, аварийного инструмента, противопожарного оборудования от установленных значений;
- определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;
- оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;
- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения;
- производить подналадку технологического оборудования однократных и многократных волочильных станов;
- применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров металлопроката

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 02.2 Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение:

Лабораторный автоматизированный однократный волочильный стан ВС-350/1, микрометр, алюминиевая проволока диаметром 3,0 мм, волоки стальные, технологическая смазка.

Задание:

1. Оформите лабораторную работу в рабочую тетрадь.
2. Кратко запишите теоретические сведения.
3. Приведите результаты в таблицу.
4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

1. Рассчитайте единичную степень деформации при волочении проволоки диаметром 2,8, 2,6 и 2,5 мм из заготовки диаметром 3,0 мм.
2. Определите расчетные значения усилия волочения. Примите полуугол волоки равным 5^0 , а коэффициент трения 0,05. Предел текучести алюминиевой проволоки $\sigma_T = 70 \text{ МПа}$.
3. Протяните проволоку через волоку диаметров 2,8 мм со скоростью 0,5 м/мин.
4. В ходе волочения замерьте экспериментальное значение усилия волочения.
5. Аналогичным образом проволочите проволоку через волоки 2,6 и 2,5 мм со скоростью 0,5 м/мин.
6. Также в ходе лабораторной работы замерьте экспериментальные значения усилия волочения.
7. По полученным данным постройте зависимость усилия волочения от единичной суммарной деформации, полученные расчетным и экспериментальным путем.
8. Заполните таблицу.

Таблица – Результаты расчетов

Диаметр заготовки d_0 , мм	Диаметр готовой проволоки d_1 , мм	Единичная степень деформации ε , %	Коэффициент вытяжки μ	Усилие волочения расч. $P_{расч}$, Н	Усилие волочения эксп. $P_{эксп}$, Н
3,0	2,8				
	2,6				
	2,5				

Ход работы:

Величина усилия волочения P имеет чрезвычайно большие значения в процессе волочения. Чем меньше величина P , тем меньше и напряжение волочения $\sigma_{вол.}$, следовательно, тем меньше опасность обрыва, ниже расход энергии, затрачиваемый на процесс деформации, меньше контактные напряжения и, как следствие. Меньше износ волок.

На величину напряжения при волочении оказывают влияние различные факторы. К основным факторам относятся:

- степень деформации за один проход;
- прочностные свойства протягиваемого металла;
- геометрия канала проволоки;
- трение на контакте, противонапряжение.

Напряжение волочения рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{вол} = P_v / F_1,$$

где F_1 – площадь поперечного сечения профиля на выходе из проволоки, мм²

Напряжение волочения должно быть меньше предела прочности проволоки после выхода из проволоки. В противном случае может произойти обрыв. Поэтому при волочении обязательно должно соблюдаться условие:

$$K_3 = \frac{\sigma_{вол}}{\sigma_{с1}} \geq [K_3],$$

где K_3 - коэффициент запаса, 1,35-2,5.

При этом тем тоньше изделие и чем требования качества, тем больше коэффициент. Поэтому максимальный коэффициент запаса, как правило, в последних проходах. Усилие и напряжение волочения растут при увеличении степени деформации.

Единичную степень деформации можно определить по формуле:

$$\varepsilon = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%,$$

где F_0 – площадь поперечного сечения проволоки до входа в проволоку;

F_1 – площадь поперечного сечения профиля на выходе из проволоки, мм²

Коэффициент вытяжки определяется как:

$$\mu = \frac{d_0}{d_1}.$$

Усилие волочения определяется по формуле:

$$P_B = F \cdot \sigma_{\text{вол}}$$

Для определения напряжения волочения наиболее приемлемой для данной математической модели является формула Кеербера – Эйхингера:

$$\sigma_{\text{вол}} = \sigma_T [(1 + \delta) \cdot \ln \mu + 0,77 \operatorname{tg} \alpha],$$

где σ_T - предел текучести металла в очаге деформации;

μ - коэффициент вытяжки;

α – полуугол волочения;

Величина единичной степени деформации при волочении проволоки находится в пределах 10-35% и оказывает большое влияние на свойства проволоки.

Контрольные вопросы:

1. Чем определяется единичная степень деформации?
2. От каких технологических факторов зависит усилие волочения?
3. Как зависит усилие волочения от коэффициента вытяжки?
4. Может ли коэффициент вытяжки быть меньше 1?

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Наличие ответов на контрольные вопросы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.3 Основы волочения проволоки и прутков

Практическое занятие №3

Проверка маршрута волочения по коэффициенту запаса

Цель: проверить правильность составления маршрута волочения используя коэффициент запаса.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 02.2 Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однониточных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Оформите практическую работу в рабочую тетрадь.
2. Кратко запишите теоретические сведения.
3. Выполните расчеты.
4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения работы:

1. Определим напряжение волочения и мощность.
2. Рассчитаем усредненный предел прочности.
3. Рассчитаем коэффициент запаса по прочности.

Ход работы:

Для расчета коэффициента запаса по прочности проволоки, воспользуемся зависимостью:

$$K_z = \frac{\sigma_{ср}}{\sigma_{вол}} \geq 1$$

Большая величина данного коэффициента, повышает дробность деформации и соответственно снижает производительность оборудования. На практике принято считать, что коэффициент запаса изменяется в пределах от 1,4-2,0 в зависимости от диаметра проволоки.

Напряжение волочения определим по формуле Тарнавского:

$$\sigma_{вол} = \sigma_{ср} \left[e + \left(1 - 4f \frac{l}{d_1} \right) (1 + ac) \ln \mu + 0,77 \operatorname{tg} \alpha + 4fc \frac{l}{d_1} \right]$$

где $\sigma_{ср}$ - усредненный предел прочности по очагу деформации, Н/мм² ;

$e = \sigma_q / \sigma_{ср}$ - коэффициент противонапряжения;

$c = 1 - e$ – поправочный коэффициент учитывающий противонапряжения;

α - половина угла рабочего конуса волоки, град.;

f - средний коэффициент контактного трения в очаге деформации;

$a = f \operatorname{ctg} \alpha$ - коэффициент трения.

Определим напряжение волочения и мощность, затрачиваемую в процессе волочения на последнем проходе (на готовую проволоку) . Рассчитаем усредненный предел прочности по очагу деформации на последнем проходе по формуле (14):

$$\sigma_{\text{ср.}} = \frac{\sigma_{\text{с}} + \sigma_{\text{с10}}}{2} = \frac{526,75 + 552,91}{2} = 539,83 \text{ Н / мм}^2$$

Напряжение волочения определим по формуле:

$$\sigma_{\text{вол.}} = 539,83 \left[0 + (1 - 4 * 0,05 * 1) (1 + 3,93 * 1) \ln 1,19 + 0,77 \lg 5^\circ + 4 * 0,05 * 1 * 1 \right] = 506,07 \text{ Н / мм}^2$$

Усилие волочения рассчитывается по формуле:

$$P = \sigma_{\text{вол.}} * \frac{\pi d_9^2}{4} -$$

$$P = 506,07 * \frac{3,14 * 1,07^2}{4} = 454,82 \text{ Н}$$

Мощность двигателя постоянного тока каждого блока волочильной машины со скольжением ТВ4/М1 равна 30 кВт. Диаметр вытяжного барабана волочильной машины ТВ4/М1 - 500мм:

$$N_{10} = \frac{20}{102 * 0,75} \left(1 * 454,82 + \frac{0,68 * 552,91 * 1,07^3}{500} \right) * 0,1 * 30 = 27,15 \text{ кВт}$$

Рассчитаем коэффициент запаса по прочности проволоки на последнем проходе, по формуле:

$$K_z = \frac{552,91}{506,07} = 1,2$$

При составлении маршрутов волочения для современных станов учитывают, также коэффициент запаса по мощности двигателя каждого блока, который представляет собой отношение полной мощности двигателя, к затрачиваемой в процессе волочения:

$$K_{\text{зм.}} = \frac{N_{\text{дв.}}}{N_i};$$

$$K_{\text{зм.}} = \frac{30}{27,15} = 1,08$$

Расчет маршрутов волочения для сварочной проволоки диаметрами от 0,8 мм до 4,0 мм и арматурной проволоки диаметрами от 5,5 мм до 10 мм производится аналогично.

Отличием является выбор единичных обжатий и выбор катанки.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Оформлена в рабочей тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.3 Основы волочения проволоки и прутков

Лабораторное занятие №3

Влияние скорости волочения на энергосиловые параметры процесса волочения

Цель: изучить влияние скорости волочения на усилие волочения проволоки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;
- оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;
- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения;
- устанавливать технологический инструмент на однониточных однократных и многократных волочильных станах;
- применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров металлопроката

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 02.2 Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однониточных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение:

Лабораторный автоматизированный однократный волочильный стан ВС-350/1

Задание:

1. Оформите лабораторную работу в рабочую тетрадь.
2. Кратко запишите теоретические сведения.
3. Приведите результаты в таблицу.
4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

1. Рассчитайте единичную степень деформации при волочении проволоки диаметром 2,7 мм из заготовки диаметром 3,0 мм. Полученные значения занесите в таблицу.
2. По формуле, приведенной в лабораторной работе №1 определите расчетные значения усилия волочения. Занесите в таблицу.
3. Проволочите проволоку через волоку диаметром 2,7 мм с разными скоростями.
4. В ходе волочения замерьте экспериментальное значение усилия волочения. Занесите в таблицу.
5. Постройте зависимость усилия волочения $P_{\text{экспер}}$ от скорости волочения $V_{\text{вол}}$.

Таблица – Результаты расчетов и измерений

Диаметр заготовки d_0 , мм	Диаметр готовой проволоки d_1 , мм	Единичная степень деформации ϵ , %	Скорость волочения $V_{\text{вол}}$, м/мин	Усилие волочения расч. $P_{\text{расч}}$, Н	Усилие волочения эксп. $P_{\text{эксп}}$, Н
3,0	2,7		0,2		
			0,5		
			0,7		
			1,0		

Ход работы:

Повышение скорости волочения, позволяющее повысить производительность волочильных станов, сталкивается с двумя наиболее значимыми проблемами:

- резким повышением температуры в очаге деформации, которое служит причиной старения металла;
- увеличение прочности и существенное снижение пластичности;
- окисление и разлагание смазки;
- повышение коэффициента трения и разрыв смазочной пленки.

Влияние скорости на усилие волочения определяется ее влиянием на скорость деформации, температуру, условия смазки и коэффициент трения. Причем влияние скорости различно и зависит от ее величины и условий волочения. (вид смазки, интенсивность охлаждения волок, проволоки и барабанов, степень деформации, материал проволоки, геометрия волок). Можно лишь считать определенно установленным, что в области низких скоростей повышение скорости сопровождается увеличением усилия волочения. С увеличением скорости ее влияние на усилие волочения уменьшается.

Контрольные вопросы и задания:

1. Как влияет скорость волочения на усилие волочения?
2. Учитывает ли теоретическая формула определения усилия волочения скорость волочения?
3. В каком случае с увеличением скорости волочения может повыситься коэффициент трения?
4. Что такое деформационное старение и в чем оно проявляется?
5. Чем определяется единичная степень деформации?.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Выводы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.4 Волоочильное оборудование

Практическое занятие №4

Характер течения металла при волочении круглых прутков

Цель: изучить характер течения металла при деформации круглых прутков методом волочения

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Изучите характер течения металла при деформации круглых прутков.

1. Оформите практическую работу в рабочую тетрадь.

2. Кратко запишите теоретические сведения.

3. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

По характеру течения металла различаются схемы волочения сплошных профилей круглого, прямоугольного и сложного поперечного сечения. Наиболее проста для анализа деформация круглой заготовки в круглой монолитной волоке (рисунок 5) с внутренним каналом, имеющим:

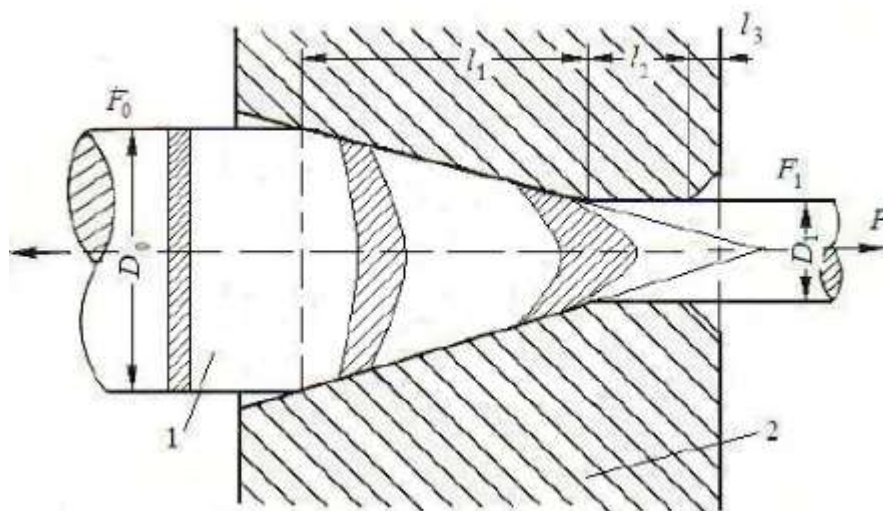


Рисунок 5 – Схема деформации круглого прутка в круглой волоке

- конусную входную часть, где на участке l_1 производится основная деформация;
- калибрующий участок длиной l_2 , окончательно формирующий размеры и качество поверхности готового прутка;
- выходной участок l_3 , предотвращающий механические повреждения кромки калибрующего участка.

По исследованию деформации в такой волоке накоплен обширный материал. Для этого чаще всего используется метод координатной сетки. По искажению каждой ячейки сетки при течении металла вычисляются все компоненты тензора деформации в этой ячейке (относительные удлинения $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ и сдвиги $\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$), а также интенсивность деформации ϵ_i .

На основании анализа этих величин установлено, что деформация при волочении протекает неравномерно.

Различаются геометрический и фактический очаги деформации. Границами геометрического очага служат вертикальные сечения входа и выхода металла из волоки. Но пластическая деформация начинается до входа в волоку и заканчивается на некотором расстоянии после сечения выхода, поэтому зона пластической деформации, включающая геометрический очаг и внеконтактные пластические зоны, является фактическим очагом.

Зона внеконтактной пластической деформации до сечения входа называется задней, соответственно, такая же зона после сечения выхода будет называться передней. Границы внеконтактных пластических зон экспериментально и теоретически определить трудно. Протяженность их при обычном волочении мала и редко превышает 5 %, однако при большом противонапряжении и повышенных углах волоки, больших обжатиях и коэффициентах трения может составлять на входе до 50 %, а на выходе (при отсутствии калибрующего участка) более 50 % длины геометрического очага деформации. Наблюдаются следующие закономерности:

1. Центральные слои металла опережают периферийные. Если до деформации выделить в металле вертикальную плоскость, то уже до сечения входа она начнет искривляться куполом по направлению волочения.

В границах геометрического очага деформации из-за трения на контакте поверхностные слои затормаживаются, и разность в скорости течения этих и внутренних слоев увеличивается. Выделенная плоскость при движении по каналу волоки искривляется все больше.

2. В задней зоне внеконтактной пластической деформации диаметр прутка должен уменьшаться за счет того, что поверхностные слои принудительно дополнительно вытягиваются за счет взаимодействия с внутренними слоями, имеющими большую вытяжку. Однако при больших углах конусного участка волоки и больших единичных обжатиях в этой зоне диаметр исходного

прутка может увеличиваться. Это объясняется тем, что при больших обжатиях возрастают силы контактного трения, поэтому поверхностные слои металла затормаживаются и об-

разуют наплывы перед сечением входа в волоку. В общем случае в сечении входа в волоку диаметр проволоки не равен начальному диаметру D_0 и может как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от условий волочения.

3. Анализ искажения ячеек координатной сетки показывает, что в зонах 11 и 12 осевые деформации и скорости деформаций возрастают от сечения входа до сечения выхода металла из волоки. Скорость осевого движения частиц металла возрастает от периферийных слоев к центральным. На калибрующем участке деформации и скорости деформации постепенно выравниваются как по длине, так и по сечению прутка, но общий характер деформации сохраняется таким же, как и в конусной части. В задней зоне внеконтактной деформации, происходит постепенное затухание осевых пластических деформаций. Эта зона обычно короткая, поэтому часто считают, что деформации переходят в упругие сразу после сечения выхода из калибрующего участка.

4. Наибольшая интенсивность деформации формируется в конусной части волоки на участке 11. Интенсивность деформации и ее неравномерность возрастают в осевом направлении, а в радиальном направлении она более равномерна и убывает от периферийных слоев к центральным. На калибрующем участке интенсивность деформации уменьшается, и при реально принимаемых длинах участка 12 интенсивность деформации почти выравнивается. За сечением выхода металла из калибрующего участка волоки в передней внеконтактной зоне интенсивность деформации быстро падает. Можно считать, что в сечении выхода металла из калибрующего участка интенсивность деформации близка к нулю.

5. Первоначально прямые углы ячеек координатной сетки при деформации изменяются, что свидетельствует о наличии сдвиговых деформаций во всех зонах и слоях металла. Наибольшие сдвиги наблюдаются в приконтактных слоях, а в осевой зоне прутка они почти равны нулю. Величина сдвиговых деформаций во всех слоях возрастает с увеличением угла волоки α и обжатия. Сдвиги возрастают также при увеличении коэффициента трения, на который существенное влияние оказывают чистота обработки поверхности канала волоки и протягиваемого профиля, а также качество смазки.

6. Если одну и ту же суммарную деформацию получать за несколько пропусков, то с ростом дробности деформации (с увеличением количества пропусков и снижением частной деформации в каждом из них) неравномерность деформации металла увеличивается; возрастают значения сдвигов; разница в свойствах периферийных и центральных слоев металла увеличивается.

7. Периферийные слои металла деформируются под действием радиальных, окружных и осевых напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3 при наличии значительных сдвиговых напряжений τ . Оси координат этих напряжений не совпадают с осями 1, 2, 3 главных напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 , действующих на те же объемы. (Как известно, в главных направлениях сдвиговые деформации отсутствуют).

Главные оси элементарных объемов располагается под некоторым углом к осям координат 1, r, θ , одна из которых – ось волочения. Главные оси в процессе деформации поворачиваются, приближаясь к направлению осей координат. При движении к центральным слоям угол между ними уменьшается, и на оси волочения направления главных нормальных напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3 совпадают с направлением осей координат. В направлении главных напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3 (а не в направлении осей координат) формируется текстура металла, то есть преимущественная направленность кристаллографических плоскостей. С текстурой связана анизотропия свойств металла по разным направлениям.

8 В осевой зоне зерна металла деформируется главным образом под действием осевых растягивающих напряжений почти при полном отсутствии окружных, радиальных и сдвиговых напряжений. При этом зерна вытягиваются в направлении оси волочения, создавая анизотропию свойств металла, то есть разницу в свойствах вдоль и поперек направления волочения. Анизотропия свойств металла в осевой зоне выше, чем в периферийных слоях.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Выводы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.4 Волоочильное оборудование

Лабораторное занятие №4

Влияние технологической смазки на энергосиловые параметры процесса

Цель: изучить влияние наличия и отсутствия технологической смазки на усилие волочения

Выполнив работу, вы будете уметь:

-определять отклонения параметров текущего состояния обслуживаемого основного и вспомогательного оборудования однократных и многократных волочильных станов, средств индивидуальной защиты, связи, производственной сигнализации, блокировок, аварийного инструмента, противопожарного оборудования от установленных значений;

-определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;

-оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;

-устанавливать технологический инструмент на однократных однократных и многократных волочильных станах;

-применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров металлопроката

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волочильных станах

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

Материальное обеспечение:

Лабораторный автоматизированный однократный волочильный стан ВС-350/1, микрометр, алюминиевая проволока, технологическая смазка.

Задание:

1. Ознакомьтесь с целью работы
2. Кратко запишите теоретические сведения.
3. Приведите результаты замеров и расчетов.
4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

1. Рассчитайте единичную степень деформации при волочении проволоки диаметром 2,5 мм из заготовки 2,7 мм. Полученные значения занесите в таблицу.
2. По формуле из л/р №1 определите расчетные значения усилия волочения. Занесите в таблицу.
3. Проволочите проволоку через волоку диаметром 2,7 мм сначала без смазки, а затем засыпьте в мыльницу технологическую смазку.
4. В ходе волочения замерьте экспериментальные значения усилия волочения. Занесите в таблицу.
5. Оцените, как влияет смазка на усилие волочения.

Таблица – Результаты расчетов

Диаметр заготовки d_0 , мм	Диаметр готовой проволоки d_1 , мм	Единичная степень деформации ϵ , %	Наличие смазки	Усилие волочения расч. $P_{расч}$ Н	Усилие волочения эксп. $P_{эксп}$ Н
2,7	2,5		нет		
			есть		

Ход работы:

Для осуществления волочения затрачивается энергия на преодоление сопротивления металла деформированию и на преодоление сил трения проволоки в волоках и в механизмах привода стана. Одним из прямых и эффективных способов уменьшения трения проволоки в волоках является использование при волочении технологическим смазочных материалов.

В.Л. Колмогоров указывает, что на преодоление сил трения, даже при условии применения удовлетворительной смазки затрачивается 30-50% от общей силы волочения, а в некоторых случаях затраты ее возрастают даже до 80%.

Трение в очаге деформации вызывает износ инструмента и тем больший, чем его величина. Трение может быть уменьшено за счет применения эффективных смазочных материалов. Современные смазочные материалы, КА и традиционные в основе своей содержат жирные вещества в количестве от 60 до 95% и различные присадки, которые улучшают различные свойства смазки. Волочение без применения смазки приводит к повышению усилия волочения, износу рабочего инструмента и разогреву проволоки.

Контрольные вопросы и задания:

1. Можно ли считать хозяйственное мыло технологической смазкой?
2. Каковы основные требования к технологической смазке?
3. Объясните, почему при отсутствии смазки возрастает усилие волочения?
4. Как влияет разогрев проволоки на ее качество?
5. Что нужно сделать чтобы смазка лучше прилипла к проволоке в процессе волочения?

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Выводы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.5 Волочильный инструмент

Практическое занятие №5

Подготовка структуры и поверхности стали к волочению

Цель: изучить основные способы подготовки металла к волочению

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однониточных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Изучить основные способы, необходимые при подготовке металла к волочению

1. Оформите практическую работу в рабочую тетрадь.

2. Кратко запишите теоретические сведения.

3. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

Определить, используя формулы и номограмму, температуры нагрева t_H и ванны распада t_B при патентировании доэвтектоидной стали с содержанием углерода%. Диаметр проволоки $d = \dots$ мм. Сравнить полученные результаты. Определить минимальное время выдержки металла в печи t и ванне распада t_B (по таблице).

Ход работы:

Оптимальная структура катанки для волочения определяется следующими тремя характеристиками: структура катанки должна состоять из перлита и феррита и не содержать мартенсит или троостит; области, занимаемые ферритом, должны быть мелкими и равномерно распределенными по сечению; перлит как основной элемент структуры должен быть тонкопластинчатым, а прослойки цементита – тонкими.

Значительное влияние на дальнейшую деформационную обработку стали оказывает предварительная термическая обработка. Испытанным методом подготовки структуры стали к волочению является патентирование. Патентированию подвергается как катанка, так и пердевальная заготовка.

Сущность метода заключается в нагреве заготовки выше температуры A_{c3} для образования аустенита и изотермическом распаде переохлажденного аустенита в свинцовых или соляных ваннах.

После патентирования получают сорбитную структуру (HRC 30): смесь феррита и цементита.

Цементит характеризуется чрезвычайной измельченностью и равномерным распределением в ферритной массе. Расстояние между пластинами цементита составляет 0,1-0,2 мкм. Ферритная матрица состоит из сравнительно крупных участков. Такая структура способствует высокой пластичности, равномерному упрочнению и высокой прочности проволоки после волочения. При последующей пластической деформации достигается такое сочетание прочности и пластичности, которое не могут обеспечить другие методы термической обработки (улучшение, отжиг, нормализация).

Технология патентирования изучена всесторонне. Основные рекомендуемые параметры патентирования (температура нагрева металла, температура ванны, время выдержки) ориентировочно могут быть выбраны в зависимости от содержания углерода и диаметра проволоки по номограмме (рис. 1) и данным табл. 1 и в дальнейшем уточнены в зависимости от применяемого оборудования.

Таблица 1
Рекомендуемые температуры нагрева проволоки (числитель) и охлаждающей среды (солей) (знаменатель) при патентировании

Содержание углерода в стали, %	Температура нагрева проволоки и ванны, °C, при диаметрах проволоки, мм					
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
0,30	895/495	905/480	915/465	925/450	935/435	945/430
0,40	890/500	900/485	910/470	920/455	930/440	940/425
0,50	885/505	895/490	905/475	915/460	925/445	935/430
0,60	880/510	890/495	900/480	910/465	920/450	930/435
0,70	875/515	885/500	895/485	905/470	915/455	925/440
0,80	870/520	880/505	890/495	900/480	910/465	920/450
0,90	865/530	875/515	885/500	895/485	905/470	915/455
1,00	860/535	870/520	880/505	890/490	900/475	910/460

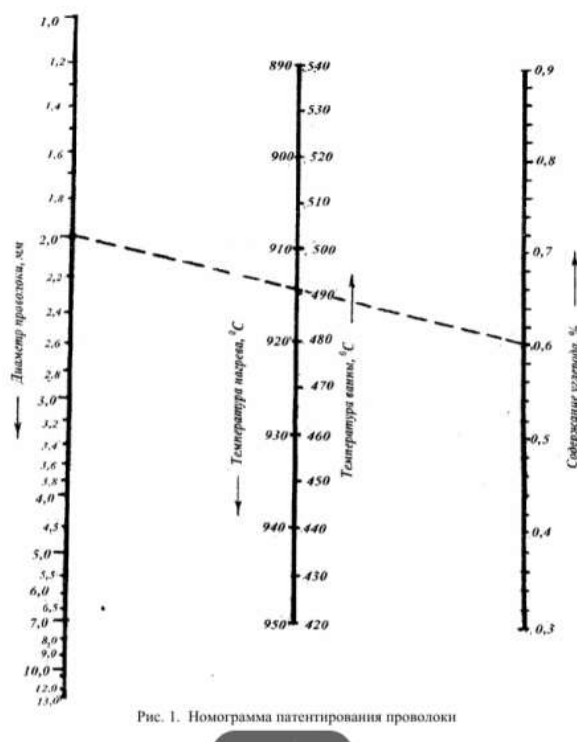


Рис. 1. Номограмма патентирования проволоки

Рисунок 8 – Номограмма патентирования проволоки

Пример. Для проволоки диаметром 2,0 мм с содержанием углерода 0,6% определить температуру нагрева и температуру ванны распада. Из данных табл. 1 следует, что температура нагрева проволоки составляет 890оС, температура ванны распада 495оС. По номограмме рис. 1 через точки, соответствующие диаметру проволоки 2,0 мм и содержанию углерода в стали 0,6% проводим прямую, пересекающую линию режимов патентирования. Точка пересечения показывает, что температура нагрева проволоки на выходе из печи составляет 915оС, а температура ванны распада 490оС.

Данные табл. 1 дают несколько заниженные значения температуры нагрева проволоки. Так как в настоящее время существует тенденция повышения температуры нагрева проволоки при патентировании, следует ориентироваться на данные номограммы. Допустимый интервал отклонения температуры нагрева от номинального значения составляет $\pm 10^{\circ}\text{C}$, охлаждения $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Рекомендуемое минимальное время выдержки в печи и ванне для проволоки различных диаметров приведено в таблице

Таблица 2

Минимальное время выдержки металла в печи и ванне распада при патентировании							
Диаметр проволоки, мм	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,5
Выдержка в печи, с	30	35	45	50	70	90	110
Выдержка в ванне распада, с	18	18	20	25	35	50	60

Подготовка поверхности металла к волочению включает удаление окалины и нанесение на нее подсмазочного из различных материалов.

Окалина на стали может располагаться слоями в виде окислов трех форм: окиси железа Fe_2O_3 (гематита), закиси-окиси Fe_3O_4 (магнетита) и закиси FeO (вюстита). На количество, химический состав, структуру окалины и сцепляемость ее с металлом влияют химический состав

стали, газовая среда и длительность нагрева, а также скорость охлаждения. На катанке из среднеуглеродистой стали в одинаковых условиях окалина на ~30% меньше, чем на низкоуглеродистой. Объясняется это тем, что с увеличением содержания углерода в стали понижается скорость окисления железа. На количество и состав окалины влияют температура прокатки и скорость охлаждения катанки (табл. 3).

таблица 3

Количество окалины на катанке из стали с 0,85%С			
Температура намотки проволоки в бунт, °С	Количество окалины, г/м ² , на катанке диаметром, мм		
	5,5	7,0	11,0
1050	80-620	70-330	60-195
	55-105	60-180	55-80
800	45-205	40-200	50-105
	25-75	40-90	30-50

Примечание. В числителе – без специального охлаждения, в знаменателе – с воздушным охлаждением.

Удаление окалины с поверхности металла перед волочением необходимо для уменьшения трения в канале волоки и снижения силы волочения, температуры в очаге деформации и величины остаточных напряжений в проволоке после волочения. Для удаления окалины применяют химические и механические способы.

К химическим способам удаления окалины относятся травление (кислотное, электрохимическое, щелочное) и восстановление окислов в железо гидридом натрия. При производстве проволоки наибольшее распространение получили травление в растворах серной или соляной кислот.

Для удаления окалины механическим способом применяют роликовые окалиноломатели, установленные в одном потоке с волочильным станом; дробеметные установки; комбинированные линии с установками обоих указанных типов; резцовые головки для обточки поверхности (для производства проволоки особо высокого качества).

Дополнительные операции по подготовке металла к волочению (после удаления окалины) включают: промывку, нанесение подсмазочного слоя и сушку.

Подсмазочный слой подразделяется на нижний (желтение, меднение, фосфатирование) и верхний (известкование, бурирование). Подсмазочный слой должен хорошо и прочно присоединять смазку и совместно с ней снижать трение при волочении, а также предотвращать прилипание металла к поверхности волоки.

Контрольные вопросы и задания:

1. Виды термической обработки, применяемые для проволоки?
2. В чем заключается патентирование проволоки?
3. Как выбирают при патентировании температуру, время выдержки, скорость нагрева и длительность охлаждения?
4. Как защищают поверхность проволоки от окисления?
5. Какие особенности имеет структура сорбита?
6. Какие факторы влияют на патентирование?
7. Оптимальная структура катанки для волочения проволоки, ее характеристики.
8. В чем заключается подготовка проволоки и прутков к волочению?
9. Сущность химического, механического, электрохимического и комбинированного метода удаления окалины?
10. Для чего вводят в травильный раствор присадки?
11. Какие растворы применяют для травления?
12. Методы удаления окалины с поверхности металла из высоколегированной стали?

13. Какие операции применяют для нанесения нижнего подмазочного слоя? Верхнего подмазочного слоя?

14. Зачем и какими способами наносят на проволоку пленку меди и фосфата?

15. Для чего проволоку известкуют, обрабатывают в растворе буры?

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Ответы на контрольные вопросы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.5 Волоочильный инструмент

Практическое занятие № 6

Определение энергосиловых параметров волочения круглых прутков

Цель: изучить основные методы определения энергосиловых параметров волочения круглых прутков

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения;

- определять соответствие металла, предназначенного для волочения, основным требованиям стандартов и технических условий.

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Изучить основные методы определения энергосиловых параметров волочения круглых прутков.

2. Оформите практическую работу в рабочую тетрадь.

3. Кратко запишите теоретические сведения.

4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

Определение энергосиловых параметров волочения необходимо для проектирования процесса, и, в частности, для построения маршрутов волочения, определения запаса прочности конца прутка, выходящего из волоки, нахождения и минимизации энергозатрат, определения параметров рабочего инструмента и выбора параметров волочильного стана.

Ход работы:

К энергосиловым параметрам процесса волочения относятся, как известно, мощность, затрачиваемая на деформацию металла, значение которой необходимо для оценки энергоэффективности процесса, а также усилие и продольное напряжение волочения.

В большинстве случаев, определение продольного напряжения волочения выполняют следующим образом. Устанавливают связь между главными радиальными и нормальными напряжениями на контактной поверхности, определяют сумму проекций продольных сил, действующих на поверхности равных радиальных напряжений на ось волочильного канала записывают приближенное условие пластичности. Интегрируя полученные уравнения в пределах геометрического очага деформации с учетом граничных условий, находят продольные напряжения волочения. В общем случае для анализа процесса волочения необходимо в отдельности нахождение составляющих полного усилия волочения, таких, как сила контактного трения на границе металл–инструмент, сила, необходимая для пластической деформации объема металла, и сила, необходимая для пластической деформации металла во внеконтактных зонах очага деформации.

Поставленные задачи определения энергосиловых параметров и составляющих полного усилия волочения могут быть решены на основе энергетического метода - построения уравнения энергетического баланса полной мощности (для стационарных) или работы для нестационарных процессов обработки давлением.

При использовании этих методов возможен учет упрочнения материала и изменения сил трения вдоль контактной поверхности, например, вследствие изменения условий смазки.

Расчетная схема очага деформации (см. рисунок) включает размеры очага и скорости течения металла. Введена ортогональная система координат, а очаг деформации при волочении круглых прутков является осесимметричным.

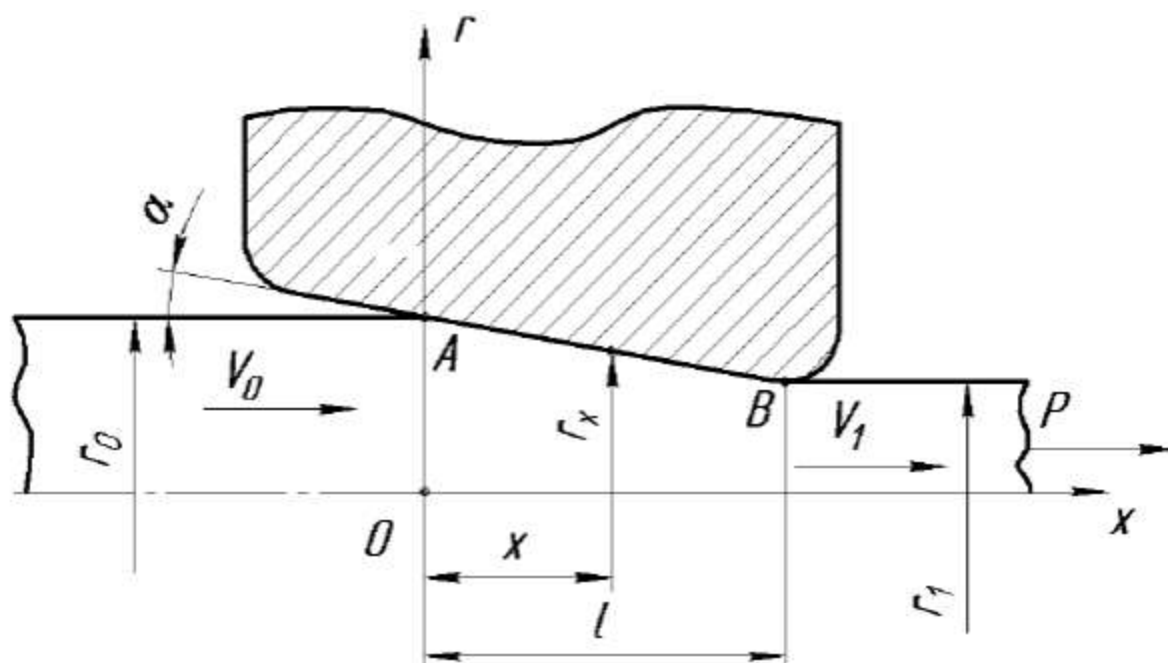


Рисунок 9 – Схема очага деформации при волочении прутка

Уравнение метода энергетического баланса при волочении можно представить в виде:

$$PV_1 = \sum_{i=1}^n N_i,$$

Очаг деформации содержит зоны внеконтактной деформации на входе и выходе из геометрического очага деформации и объем металла, находящийся между указанными внеконтактными зонами, где происходит основная пластическая деформация.

Внеконтактные зоны имеют, как правило, криволинейное очертание, их величина в радиальном направлении и протяженность зависят от геометрии рабочего инструмента, вытяжки, коэффициента трения и др. Поскольку точное описание внеконтактных зон очага деформации весьма сложно, то в теории обработки металлов давлением принято их приближенное моделирование таким образом, что происходит срез металла по поверхностям входа и выхода металла в очаге деформации (см. рисунок, точки А и В), и скорость радиального течения изменяется здесь скачком. Рассмотрим течение металла в очаге деформации, определим скорости течения и деформации.

Текущее изменение радиуса прутка вдоль очага деформации имеет вид:

$$r_x = r_0 - x \operatorname{tg} \alpha.$$

Тогда продольная скорость перемещения металла в любом сечении очага деформации определяется из условия постоянства расхода секундных объемов металла в виде:

$$V_x = V_0 \frac{r_0^2}{(r_0 - x \operatorname{tg} \alpha)^2}.$$

Условие несжимаемости, записанное через радиальную, окружную и осевую скорости деформации имеет вид:

$$\xi_r + \xi_\theta + \xi_x = 0.$$

Связь скоростей течения и скоростей деформации находим:

$$\xi_r = \frac{dV_r}{dr}; \xi_\theta = \frac{V_r}{r}; \xi_x = \frac{dV_x}{dx}.$$

Получим дифференцированное уравнение:

$$\frac{dV_r}{dr} + \frac{V_r}{r} + \frac{dV_x}{dx} = 0.$$

Решение этого уравнения позволяет найти скорость радиального течения:

$$V_r = -\frac{V_0 r_0^2 r \operatorname{tg} \alpha}{(r_0 - x \operatorname{tg} \alpha)^3}.$$

Полная мощность, рассеиваемая в очаге деформации, содержит сумму мощностей среза на входе и выходе из очага деформации, мощность сил контактного трения и мощность пластической деформации в геометрическом очаге деформации.

$$PV_1 = \sum_{i=1,2} \iint_{S_{\text{сп}}} \tau_{S_i} V_{\text{сп}i} dS_{\text{сп}i} + \iint_{S_k} \tau_k V_k dS_k + \iiint_V TH dV,$$

Для определения мощности сил среза на входе в очаг деформации запишем

$$N_{\text{сп}1} = \int_0^{2\pi} \int_0^{r_0} \tau_{S_0} V_{r|x=0} r dr d\theta,$$

А на выходе:

$$N_{\text{сп}2} = \int_0^{2\pi} \int_0^{r_1} \tau_{S_k} V_{r|x=l} r dr d\theta,$$

Величину текущего значения сопротивления деформации можно найти, принимая, что за переход волочения происходит упрочнение металла по линейному закону

$$\tau_{S_x} = \tau_{S_0} [1 + (k - 1) x / l].$$

Находим мощность сил трения на контактной поверхности очага деформации в виде

$$N_k = \int_0^{2\pi} \int_0^l \tau_{kx} r_x V_{kx} \frac{dx}{\cos \alpha} d\theta,$$

В очаге деформации при волочении прутков возникают значительные контактные давления. В этом случае величину контактных сил трения находим, используя закон Зибеля

Скорость течения металла определим из равенства:

$$V_{kx} = \frac{V_x}{\cos \alpha} = \frac{V_0 r_0^2}{\cos \alpha (r_0 - x \operatorname{tg} \alpha)^2}.$$

При решении полагаем постоянство коэффициента трения и нормального давления вдоль контактной поверхности очага деформации.

$$N_k = f \sigma_{S_0} (1+k) V_0 \pi r_0^2 \frac{1}{\sin \alpha} \ln \frac{r_0}{r_1}.$$

При определении мощности внутренних сопротивлений примем условие пластичности Мизеса $T = \tau_s$. Находим, используя зависимости компоненты скоростей деформации сдвига. Вычислим, например, ξ_r в виде:

$$\xi_r = \frac{dV_r}{dr} = -V_0 r_0^2 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(r_0 - x \operatorname{tg} \alpha)^3}.$$

Аналогично определим ξ_Θ и интенсивность скоростей деформаций сдвига определим, используя зависимость:

$$H = \sqrt{\frac{2}{3} [(\xi_r - \xi_\Theta)^2 + (\xi_\Theta - \xi_x)^2 + (\xi_x - \xi_r)^2]}$$

Величину текущего значения сопротивления деформации можно найти, принимая, что за переход волочения происходит упрочнение металла по линейному закону:

$$\tau_{S_x} = \tau_{S_0} [1 + (k-1)x/l].$$

С учетом осевой симметрии очага деформации и равенств можно получить:

$$H = V_0 r_0^2 \operatorname{tg} \alpha \left[\frac{12 + 9r^{-2} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{r_0^2}}{(r_0 - x \operatorname{tg} \alpha)^6} \right]^{0.5},$$

Решение выполняем, рассматривая волочение без противонапряжения. Необходимые подстановки зависимостей T и H (20) позволяют найти:

$$N_B = \frac{\sqrt{3}}{2} \tau_{S_0} (1+k) V_0 \pi r_0^2 \ln \frac{r_0}{r_1}.$$

Определение мощности волочения позволяет с учетом производительности процесса оценивать удельные энергозатраты. Усилие волочения P находим как отношение выражения к скорости переднего конца прутка V_1 , а продольное напряжение волочения находим в P виде: $\sigma_{\text{вол}} = P / S_k$. Полученные соотношения позволяют, в частности, найти также угол конусности волоки, оптимальный по усилию волочения из уравнения:

$$\frac{\partial P}{\partial \alpha} = 0.$$

Численные расчеты по этому уравнению показывают, что величина оптимального угла волоки лежит в пределах $\alpha = 8-10^\circ$ и зависит от свойств протягиваемого материала, коэффициента

трения, вытяжки. Это позволяет для конкретных условий волочения выбирать значение оптимального угла.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Оформлена в рабочей тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.5 Волочильный инструмент

Лабораторное занятие №5

Исследование упрочнения сталей и сплавов при холодной пластической деформации

Цель: изучить влияние суммарной степени деформации на механические свойства проволоки.

Выполнив работу, вы будете уметь:

-определять отклонения параметров текущего состояния обслуживаемого основного и вспомогательного оборудования однократных и многократных волочильных станков, средств индивидуальной защиты, связи, производственной сигнализации, блокировок, аварийного инструмента, противопожарного оборудования от установленных значений;

-определять тип волокна и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;

-оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;

-устанавливать технологический инструмент на однократных однократных и многократных волочильных станах;

-применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров металлопроката

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных и многократных волочильных станах

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

Материальное обеспечение:

Лабораторный автоматизированный однократный волочильный стан ВС-350/1, микрометр, алюминиевая проволока, технологическая смазка.

Задание:

1. Ознакомьтесь с целью работы
2. Кратко запишите теоретические сведения.
3. Приведите результаты замеров и расчетов.
4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

1. Получите один из видов заготовки на выбор преподавателю: низкоуглеродистая сталь или алюминиевая проволока.
2. Рассчитайте единичные степени деформации, коэффициент вытяжки по проходам и суммарную степень деформации. Занесите в таблицу.
3. Осуществите процесс волочения проволоки с использованием трех барабанов.
4. Проволоку после волочения снимите с барабана.
5. Проведите испытания этой проволоки на растяжение и определите предел прочности (временное сопротивление разрыву) и занесите в таблицу.
6. Постройте зависимость предела прочности проволоки от суммарной степени деформации.

Диаметр заготовки d_0 , мм	Диаметр готовой проволоки d_1 , мм	Единичная степень деформации ϵ , %	Коэффициент вытяжки μ	Суммарная степень деформации ϵ_{Σ} , %	Предел прочности проволоки σ_B , МПа
3,0	-	0	1	0	
3,0	2,7				
2,7	2,5				
2,5	2,25				

Ход работы:

Процесс волочения сопровождается не только изменением геометрической формы и размеров заготовки, но и существенными изменениями физико – механических свойств металла.

Упрочнение металла, возникающее вследствие пластической деформации при волочении, называется наклепом, а структура волоченого металла в виде вытянутых по направлению волочения зерен – текстурой. Степень влияния деформации при волочении на физико – механические свойства протягиваемого металла во многом зависит от свойств металла, величины этой деформации и других причин, но можно выделить общие тенденции этого явления: повышаются прочностные характеристики;

- снижаются пластические свойства;
- плотность металла незначительно повышается;
- антикоррозионная стойкость несколько снижается;
- возрастает электрическое сопротивление;
- изменяются магнитные свойства металла.

Максимальная суммарная степень деформации приводит к образованию микротрещин, которые растут и при превышении определенной степени обжатия приводят к обрывам проволоки.

Чтобы иметь возможность продолжить волочение, необходимо снять наклеп проволоки методами термической обработки.

Контрольные вопросы и задания:

1. Какие механические свойства возрастают с увеличением суммарной степени деформации?
2. Какие механические свойства уменьшаются с увеличением суммарной степени деформации?
3. Как восстановить ресурс пластичности после волочения проволоки после достижения предельной величины деформации?
4. Что такое наклеп?
5. До каких пределов должна быть максимальная суммарная степень деформации во избежание обрывов проволоки?

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Выводы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.6 Смазка при волочении

Практическое занятие №7

Выбор смазки для волочения проволоки

Цель: изучить виды и состав смазок для волочения стальной проволоки

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения;

- определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;
- оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;

Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ПК 3.1 Вести технологический процесс на одноплатных однократных и многократных волочильных станах.

Материальное обеспечение: оборудование не требуется

Задание:

1. Изучить виды и состав смазок для волочения проволоки

1. Оформите практическую работу в рабочую тетрадь.

2. Кратко запишите теоретические сведения.

3. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

1. Рассмотреть назначение смазки и требования к ней.

2. Рассмотреть составы смазок

3. Определить для чего необходимы загустители и наполнители.

Ход работы:

Без применения смазки волочение невозможно. Вопросы смазки тесно связаны с внешним трением, которое сопутствует и противодействует перемещению находящихся в соприкосновении двух тел. Принято различать три вида внешнего трения: сухое, граничное и жидкостное.

Сухое трение — это трение в отсутствие смазки на соприкасающихся поверхностях тел.

Граничное трение возникает в тех случаях, когда между соприкасающимися телами имеется чрезвычайно тонкий слой смазки, обладающий особыми свойствами.

При жидкостном трении между трущимися поверхностями имеется значительный слой смазки, полностью их разделяющий и характеризующийся внутренним трением в смазке.

Внешнее трение зависит от материала соприкасающихся тел, состава и характера смазки, от истинных площадей контакта трущихся поверхностей и от режима работы: температуры, скорости, нагрузки и, главное, от температурного поля, возникающего в тонком поверхностном слое.

Смазка предотвращает прилипание протягиваемого металла к волокам, уменьшает трение и обеспечивает необходимое качество поверхности проволоки.

Правильно выбранная смазка позволяет применять высокие частные и общие деформации, а также высокие скорости волочения. Кроме того, она снижает температуру в очаге деформации.

Основные требования к смазке при волочении:

- 1) хорошо и непрерывно смачивать трущиеся поверхности и прочно к ним прилипать;
- 2) выдерживать большие давления;
- 3) не должна спекаться, разлагаться или расслаиваться;
- 4) должна обеспечивать минимальный износ канала волок и чистоту рабочих мест;
- 5) не огнеопасна;
- 6) не имела неприятного запаха и не оказывала вредного воздействия на обслуживающий персонал;
- 7) изготавливаться из недефицитных материалов и быть дешевой.

Смазки делят на твердые, консистентные (полужидкие) и жидкие.

Твердые смазки. К ним относятся мыла, представляющие собой соединения щелочных и щелочноземельных металлов (натрия, калия, кальция) с жирными кислотами. Мыльные порошки широко используют при сухом волочении проволоки.

К твердым смазкам относят также нефтепродукты: парафин, церезин и озокерин. Смазкой такого же типа является пчелиный воск. Наибольшее распространение из этих смазок получил воск при протяжке драгоценных металлов и парафин (с добавкой масла) при волочении легированной стали. Наносят эти смазки путем погружения мотков в ванну с расплавленным парафином, воском или другими материалами.

Консистентные смазки изготавливают введением в животные, минеральные или растительные масла специальных загустителей (мыла, петролатума, церезина и другие). При волочении проволоки толстых сечений из цветных металлов и мягких сталей консистентные смазки применяют сравнительно редко и, как правило, при волочении прутков.

Жидкие смазки используют большей частью при волочении тонкой, тончайшей и наитончайшей проволоки.

Жидкие смазки - это чаще всего водные эмульсии минерального или растительного масла и мыла, выполняющего роль стабилизатора смазки. Широко применяют водный раствор чистого мыла и олеиновой кислоты с кальцинированной содой. При калибровке игольной и аналогичной ей проволоки применяют водный раствор мыла с добавками серной кислоты и муки.

Наполнители и уплотнители смазки. Наполнителями смазки являются вещества, наносимые на поверхность проволоки при проведении подготовительных или специальных операций. Они увеличивают толщину смазки и этим снижают возможность прилипания протягиваемого металла к волокнам. Наполнителями являются пленки гидроокиси меди (на стальной проволоке), фосфата, а также слои извести, жидкого стекла, буры и других продуктов, графит.

Широкое распространение получает дисульфид молибдена (дисульфид молибдена). Применяются коллоидные суспензии дисульфида молибдена (MoS_2), так как его порошок не растворяется в воде и маслах. Этот вид смазки, обладая высокой прочностью, позволяют уменьшить угол рабочей зоны волоки и увеличить контактную поверхность проволоки и волочильного инструмента. Большая контактная поверхность способствует уменьшению давлений на волоку и распределяет износ на большую поверхность инструмента, увеличивая этим стойкость последнего.

Дисульфид молибдена позволяет значительно увеличить скорость волочения при одновременном повышении эксплуатационной стойкости волок и улучшении качества поверхности стали.

Уплотнители смазки повышают ее вязкость и способствуют равномерному распределению наполнителя на проволоке. Уплотнителями являются столярный и малярный клеи, мука (добавляют в известь или эмульсии), крахмал, желатин и другие материалы.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Вывод обязателен. Оформлена в рабочей тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.6 Смазка при волочении

Лабораторное занятие №6

Определение коэффициента трения при волочении косвенным методом

Цель работы: изучить принцип расчета коэффициента трения по усилию волочения полученного экспериментальным путем.

Выполнив работу, вы будете уметь:

-определять отклонения параметров текущего состояния обслуживаемого основного и вспомогательного оборудования однократных и многократных волочильных станков, средств индивидуальной защиты, связи, производственной сигнализации, блокировок, аварийного инструмента, противопожарного оборудования от установленных значений;

-определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;

-оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;

-устанавливать технологический инструмент на однократных однократных и многократных волочильных станах;

-применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров металлопроката

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волочильных станах

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

Материальное обеспечение:

Лабораторный автоматизированный однократный волочильный стан ВС-350/1, микрометр, алюминиевая проволока, технологическая смазка.

Задание:

1. Ознакомьтесь с целью работы
2. Кратко запишите теоретические сведения.
3. Приведите результаты замеров и расчетов.
4. Сделайте выводы по работе.

Порядок выполнения:

1. В данной лабораторной работе можно воспользоваться данными и результатами, полученными в лабораторной работе №4.

2. Зная усилие волочения, полученные экспериментальным путем можно определить и коэффициент трения.

3. Рассчитанные значения коэффициента трения занесите в таблицу.

4. Объясните полученные результаты.

Таблица – Результаты расчетов и измерений

Диаметр заготовки D_0 мм	Диаметр готовой проволоки D_1 мм	Единичная степень деформации E %	Наличие смазки	Усилие волочения экспер. $P_{\text{эксп}}$ Н	Коэффициент трения f
2,7	2,5		есть		
			нет		

Ход работы:

Коэффициент трения в зависимости от технологических параметров (смазки, типа волоки, качества подготовки поверхности) и от их сочетания, значительно (до 10 раз) меняется по величине. Аналитических выражений, позволяющих достоверно определить значение коэффициента трения, в литературе нет, поэтому, для его определения необходимо проводить экспериментальные исследования при конкретных технологических параметрах, а также сопряжено с рядом трудностей. Повышение коэффициента трения, кроме увеличения энергосиловых параметров процесса волочения, также отрицательно сказывается и на свойствах проволоки за счет повышения неравномерности деформации по сечению проволоки.

Контрольные вопросы:

1. В каких единицах измеряется коэффициент трения?
2. как влияет технологическая смазка на коэффициент трения?
3. Какова степень влияния коэффициента трения на усилие волочения?
4. Как можно определить коэффициент трения?
5. Как можно понизить коэффициент трения при волочении проволоки?

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Выводы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает

значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Тема 1.7 Покрывтия стальной проволоки

Лабораторное занятие №7

Работа на тренажере – эмуляторе «Волоочильный стан»

Цель работы: изучить волоочильный стан с помощью виртуального тренажера.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- определять отклонения параметров текущего состояния обслуживаемого основного и вспомогательного оборудования однократных и многократных волоочильных станков, средств индивидуальной защиты, связи, производственной сигнализации, блокировок, аварийного инструмента, противопожарного оборудования от установленных значений;
- определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;
- оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;
- определять соответствие требованиям технических условий поступившего металла для волочения;
- устанавливать технологический инструмент на однократных однократных и многократных волоочильных станках;

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных однократных и многократных волоочильных станках

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

Материальное обеспечение:

Тренажер – эмулятор «Волоочильный стан»

Задание:

1) Пройти тестирование по сценарию «Волоочильный стан»

2) Пройти тестирование по сценарию «Обойма волоки»

Порядок выполнения работы:

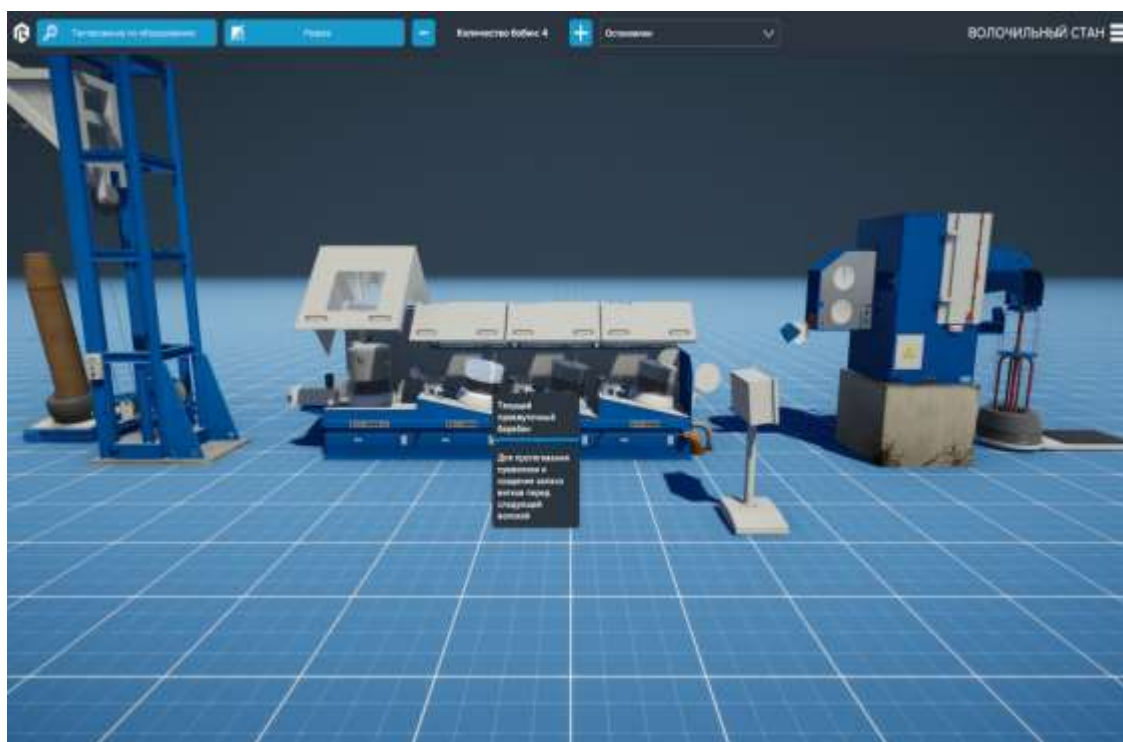
- 1)Пройти обучение по сценарию «Волоочильный стан»
- 2)Пройти тестирование по сценарию «Волоочильный стан»
- 3)Пройти обучение по сценарию «Обойма волоки»
- 4)Пройти тестирование по сценарию «Обойма волоки»

Ход работы:

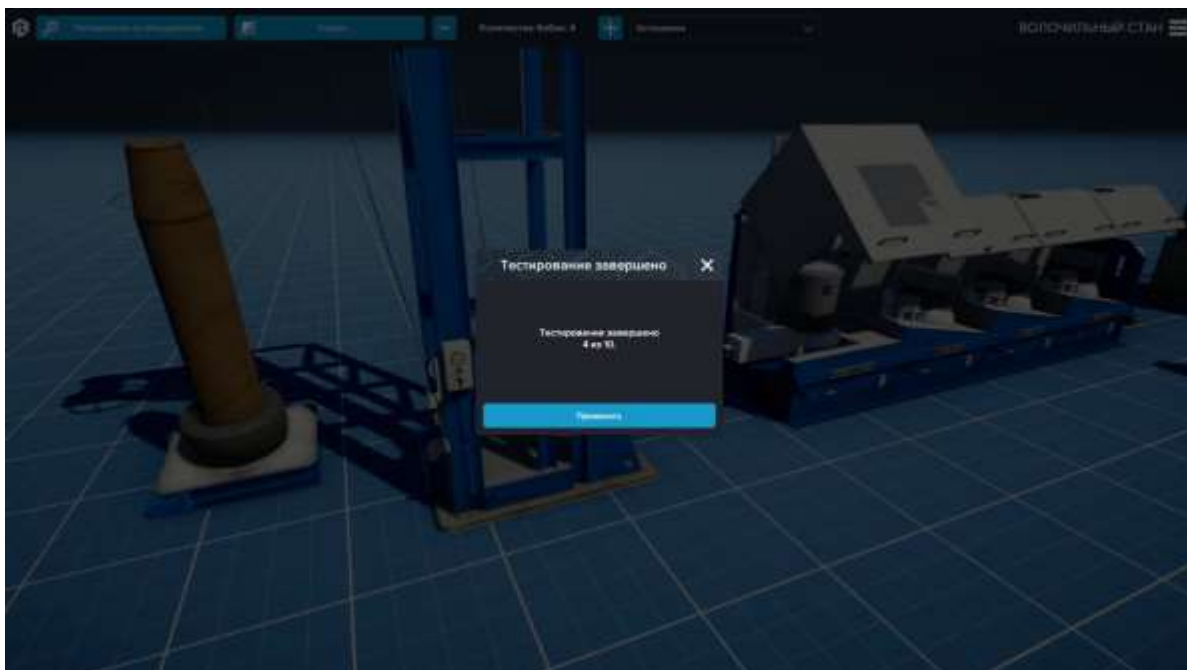
1. Запустить виртуальный учебный стенд «Волоочильный стан»



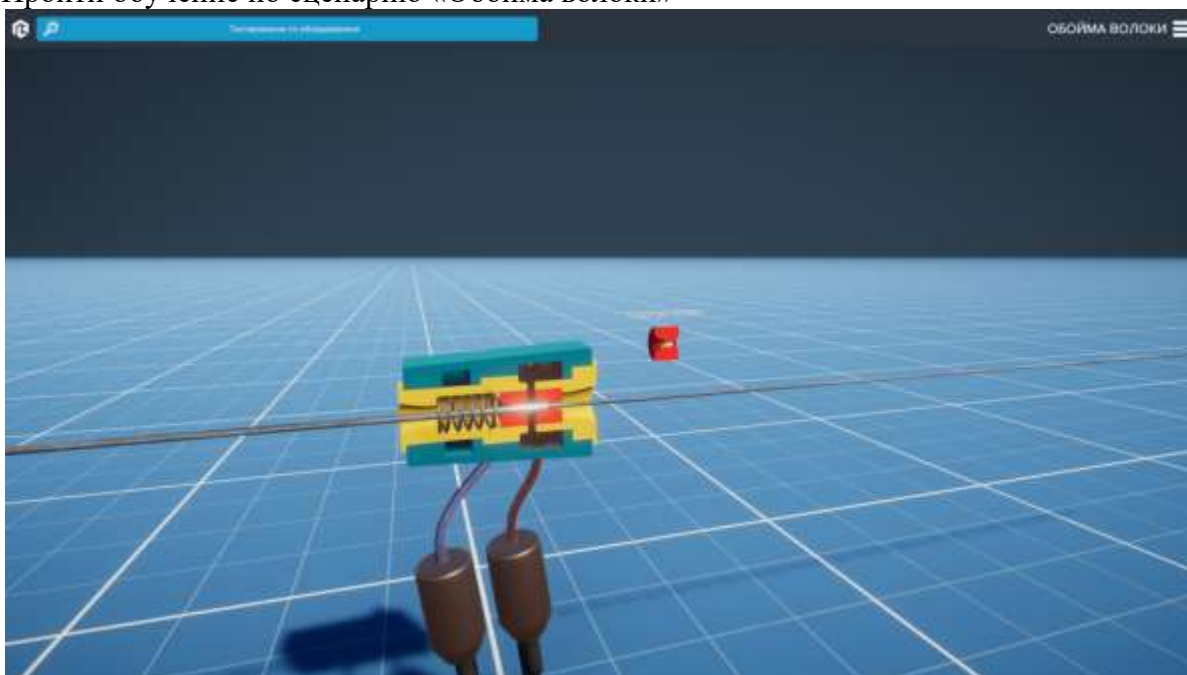
2. Пройти обучение по сценарию «Волоочильный стан»



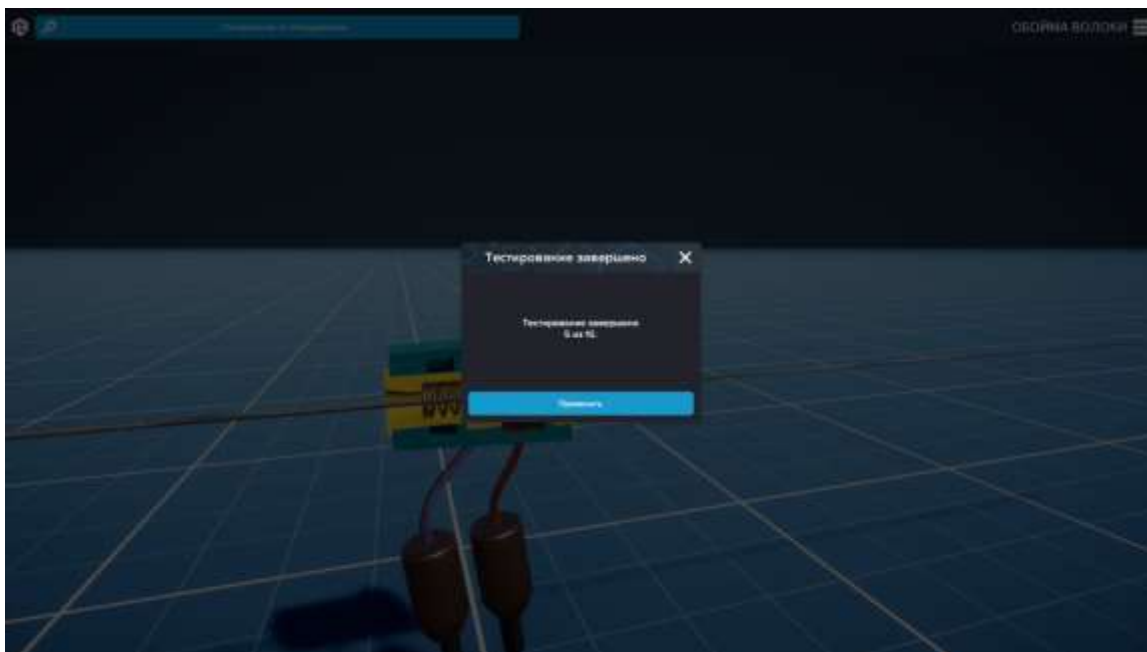
3. Пройти тестирование по сценарию «Волоочильный стан»



4. Пройти обучение по сценарию «Обойма волоки»



5. Пройти тестирование по сценарию «Обойма волоки»



Форма представления результата: результаты тестирования.

Тема 1.8 Отделка, упаковка, связка готовой продукции

Лабораторное занятие №8

Методы оценки качества поверхности проволоки и механические испытания

Цель работы: изучить методы оценки качества поверхности проволоки и провести механические испытания

Выполнив работу, вы будете уметь:

- визуально определять наличие дефектов на поверхности металла перед волочением для отбраковки;
- отбирать представительные пробы для определения физико-механических и металлографических свойств готового металла;
- применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров

Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ПК 3.1 Вести технологический процесс на однократных и многократных волочильных станах

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи.

ОК 01.2 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

Материальное обеспечение:

Микроскоп, микрометр, алюминиевая проволока, твердомер.

Задание:

1) Изучить методы оценки качества поверхности проволоки.

- 2) Изучить способы на механические испытания проволоки.
- 3) Сделать записи в рабочую тетрадь.
- 4) Подготовить выводы по работе.

Краткие теоретические сведения:

Способ комплексной оценки качества проволоки основан на наличии связи между качеством готовой высокоуглеродистой проволоки и напряженным, деформационным, кинематическим, температурным состоянием проволоки в каждой волоке при ее многократном «тонком» волочении. Схема общего вида стана тонкого многократного волочения стальной проволоки (левая катушка – размотка проволочной заготовки, правые крайние катушки – готовая тонкая проволока) представлена на рис. 1.

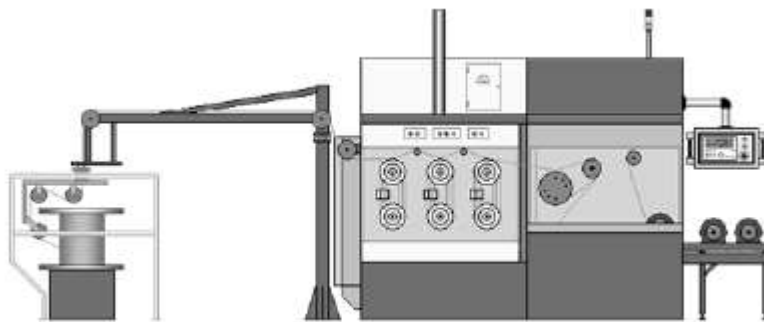


Рисунок 1 – Схема стана тонкого волочения

Общий вид основной зоны волочильного стана, в которой протягивается и пластически деформируется стальная проволока, представлен на рис. 2.

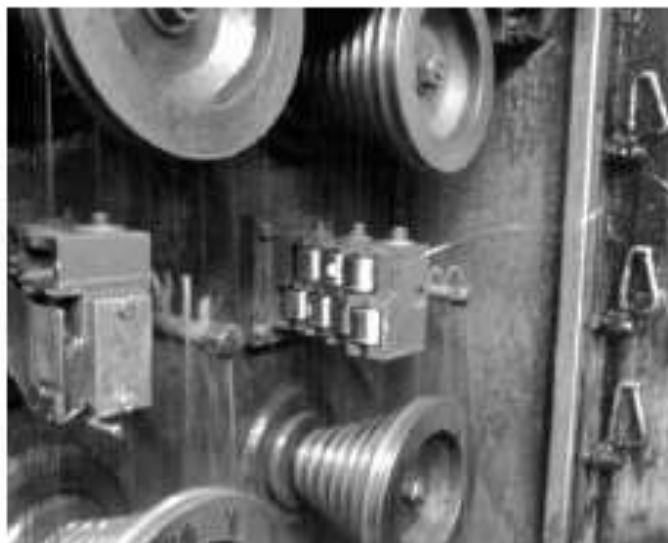


Рисунок 2 – Основная зона волочильного стана

Способ позволяет оптимизировать действующие и разрабатывать новые маршруты волочения с целью повышения качества проволоки, а также с целью повышения производительности волочения без потери качества проволоки.

Способ учитывает механические характеристики и количество углерода в проволочной заготовке, конструкцию и кинематику волочильных станов, определяет критические режимы волочения, приводящие к потере качества проволоки.

Способ основан на расчете новых маршрутов волочения или алгоритме расчета режимов «тонкого» волочения, обеспечивающих повышение технологичности свивки металлокорда из обрабатываемой волочением проволоки при сохранении нормальных режимов волочения.

Основные критерии оптимальных режимов волочения, обеспечивающие качественное и эффективное волочение и свивку проволоки: Коэффициент запаса волочения, равный отношению предела текучести проволоки при деформации в волоке к напряжению волочения, должен находиться в пределах 1,25...3. Меньшие значения могут привести к дополнительному растяжению проволоки при волочении силой волочения. Большие значения приводят к неэффективному расходу энергии волочильных станов. Мощность волочения для всего маршрута волочения не должна превышать мощность мотора привода стана. Запас мощности должен обеспечиваться в пределах не менее 30 %.

Величина коэффициента скольжения (другое название коэффициента износа волок) должна превышать число 0 и не превышать число 0,05. Исключение: первый переход волочения.

Максимальная мгновенная температура поверхности проволоки определяет запас пластичности проволоки и как следствие величину обрывности металлокорда, свиваемого из этой проволоки после волочения. Значение указанной температуры устанавливается из графика рис. 1 в зависимости от требуемой обрывности.

Порядок выполнения работы:

1) Задаем исходные данные: волочильное оборудование: волочильный стан «тонкого» волочения; диаметр проволоки начальный с плюсовым допуском заводской: d_0 , мм; диаметр проволоки конечный с минусовым допуском: d_k , мм; временное сопротивление разрыву заводской проволочной заготовки: $\sigma_{в0}$, МПа; предел прочности готовой проволоки: σ , МПа; паспортная максимальная скорость проволоки на выходе из волочильного стана: V_k , м/с; полуугол конической рабочей зоны волоки: α , град; температура ванны СОЖ: t_0 , °C; напряжение противонапряжения проволоки на входе в волочильный стан: $\sigma_{в0}$, МПа; максимальное конструктивно возможное количество волок (без учета сдвоенных волок): m ; мощность двигателя привода волочильного стана, $N_{паспорт}$, кВт; коэффициент полезного действия привода волочильного стана: η ; коэффициент контактного трения в волоке: f ; паспортные кинематические вытяжки (μ_{ni}) для m волок; содержание углерода в проволоке в относительных единицах: c ; коэффициенты износа волок: $\beta = 0,01...0,05$; число витков проволоки на тяговом шкиве: ν_{si} ; коэффициент трения скольжения между поверхностями проволоки и тяговых шкивов: f_s ; номера волок, в которых устанавливаются сдвоенные v_i ; соотношение диаметров в сдвоенных волоках: u_i ; диаметры тяговых шайб: D_{ni} .

2) Расчет деформационно-кинематических параметров волочения: диаметр проволочной заготовки для тонкого волочения; суммарная фактическая вытяжка; частные вытяжки; коэффициент износа; скорости волочения проволоки, м/с; линейные скорости вращения тяговых шайб, м/с; величины относительного скольжения; диаметры волок, мм; пределы прочности проволоки, МПа; средняя температура сечения проволоки и температура поверхности проволоки, °C.

3) Расчет энергосиловых режимов волочения: модули упрочнения проволоки, МПа; напряжения волочения, МПа; коэффициент запаса волочения; усилия волочения и усилия противонапряжения, Н; мощность волочения, кВт.

4) Перерасчет основных параметров маршрута волочения при введении сдвоенных волок или оптимизации маршрута волочения.

Форма представления результата: работа должна содержать цель, порядок выполнения, ход работы. Выводы обязательно. Оформлена в рабочей тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он показывает высокий, продвинутый уровень сформированности компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает повышенный уровень сформированности компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он обнаруживает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.