

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Металлургия и литейное производство»

Ю. Л. Бобарикин

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЛОЧИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ПРАКТИКУМ

**по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-42 01 01 «Металлургическое
производство и материалобработка (по направлениям)»
направления специальности 1-42 01 01-02
«Металлургическое производство
и материалобработка (материалобработка)»
специализации 1-42 01 01-02 01
«Обработка металлов давлением»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2014

УДК 621.778(075.8)
ББК 34.622-2я73
Б72

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 22.01.2013 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *М. П. Кульгейко*

Бобарикин, Ю. Л.
Б72 Технология волочильного производства : практикум по одной дисциплине для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направления специальности 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)» специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» днев. и заоч. форм обучения / Ю. Л. Бобарикин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 43 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://library.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит восемь практических занятий по дисциплине «Технология волочильного производства» для изучения студентами технологических специальностей основ волочильного производства. Дает обобщенные знания по основным параметрам изучаемого процесса обработки металлов волочением, предполагает вычисление основных режимов волочения по представленной методике их расчета.

Для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.778(075.8)
ББК 34.622-2я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2014

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОТОВОЙ ПРОВОЛОКИ И КОЛИЧЕСТВА ПЕРЕДЕЛОВ ВОЛОЧЕНИЯ

Основные теоретические сведения

Основные *параметры готовой проволоки* из высокоуглеродистой стали:

- величина номинального диаметра готовой (конечной) проволоки d_k и допуск на этот диаметр Δ_k ,
- класс прочности готовой проволоки, выраженный через индекс прочности
- временное сопротивление разрыву σ_b , допуск на величину временного сопротивления разрыву $\Delta\sigma_b$.

К проволоке могут предъявляться дополнительные требования, например число скручиваний, перегибов проволоки и другие дополнительные требования.

Технологический расчет режимов волочения проволоки начинается с определения величины прочности готовой проволоки в зависимости от заданных класса прочности и номинального диаметра.

Стальная высокоуглеродистая латунированная тонкая **проволока для металлокорда** (металлического каната) классифицируется по прочности посредством международных индексов прочности. Например, применяется классификация металлокордной проволоки по прочности в соответствии с требованиями фирмы Goodyear (США) (таблица 1). Проволока свивается в металлокорд, используемый как армирующий элемент в производстве шин. Латунь повышает адгезию к резине. Диапазон диаметров проволоки под металлокорд 0,15...0,40 мм.

Таблица 1 Номинальные значения σ_b проволоки для металлокорда

№	Название класса прочности проволоки	Международный индекс прочности	Формула для расчета σ_b , МПа,
1	Нормальной прочности	NT	$3200 - 1800 d_k$
2	Высокой прочности	HT	$3600 - 1800 d_k$
3	Сверхвысокой прочности	ST	$4000 - 2000 d_k$
4	Ультравысокой прочности	UT	$4400 - 2000 d_k$
5	Мегавысокой прочности	MT	$4800 - 2200 d_k$

Примеры обозначений проволоки (диаметр в мм, индекс прочности): 0,15HT, 0,175HT, 0,185UT, 0,20NT, 0,20HT, 0,22HT, 0,23HT, 0,25HT, 0,295HT, 0,30HT,

0,30ST, 0,32HT, 0,35HT, 0,35ST, 0,35UT.

Стальная латунированная тонкая **проволока для армирования рукавов высокого давления РМЛ**, классифицируется по прочности в соответствии с группой прочности (таблица 2). Диапазон диаметров 0,20...0,81. Используется как плетеный или спиральный армирующий элемент в рукавах высокого давления. В таблице 3 приведены основные виды проволоки РМЛ со значениями диаметров и им соответствующих величин σ_b . Обозначается проволока РМЛ по аналогии с проволокой для металлокорда, например: 0,3РМЛ-1, 0,22РМЛ-4 или 0,3NT, 0,22УНТ.

Таблица 2 Номинальные значения σ_b проволоки РМЛ.

№ группы прочности	Временное сопротивление разрыву, МПа	Международный индекс прочности	Обозначение группы прочности по ТУ РБ
1	2150...2450	NT	РМЛ-1
2	2450...2750	HT	РМЛ-2
3	2750...3050	ЕНТ	РМЛ-3
4	3050...3350	УНТ	РМЛ-4

Величина σ_b может иметь диапазон отклонений $\Delta\sigma_b = \pm(100...200)$ МПа.

Величина Δ_k принимается равной $\pm 1,5\%$ от d_k с округлением до тысячных долей единицы.

Марка стали может принимается из практических рекомендаций для кордовой проволоки и проволоки РМЛ в зависимости от значения σ_b (таблица 4). Приведенная таблица соответствия основана практическом опыте и на физической пропорциональной зависимости интенсивности упрочнения стали от количества углерода в ней.

Если расчетное значение σ_b соответствует граничному значению из таблицы 4, например 2250, 2500 МПа и т. д., или находится в отклонении $\pm 50..80$ МПа от граничных значений, то предпочтительно выбрать сталь с меньшим содержанием углерода вследствие того, что стоимость стали возрастает с ростом содержания углерода.

Сталь для металлокордной проволоки и проволоки РМЛ обозначается с добавлением буквы «К» к марке стали, например: сталь 80К, сталь 90К.

Таблица 3 Проволока РМЛ

Номинальный диаметр проволоки, мм	Обозначение группы прочности по ТУ РБ	Международный индекс прочности	Временное сопротивление разрыву, МПа
0,20	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
0,25	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
	РМЛ-4	UHT	3050...3350
0,28	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
	РМЛ-4	UHT	3050...3350
0,295	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
	РМЛ-4	UHT	3050...3350
0,30	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
	РМЛ-4	UHT	3050...3350
0,33	РМЛ-2	HT	2450...2750
0,35	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
	РМЛ-4	UHT	3050...3350
0,38	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
	РМЛ-4	UHT	3050...3350
0,40	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
0,45	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
0,50	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
0,56	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
0,60	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750
	РМЛ-3	EHT	2750...3050
0,65	РМЛ-1	NT	2150...2450
	РМЛ-2	HT	2450...2750

	РМЛ-3	ЕНТ	2750...3050
--	-------	-----	-------------

Таблица 4 Таблица соответствия диапазонов значений σ_b марке стали металлокордной проволоки и проволоки РМЛ

№	Временное сопротивление разрыву готовой проволоки, МПа	Рекомендуемая марка стали
1	2000...2250	сталь 65К
2	2250...2500	сталь 70К
3	2500...2750	сталь 75К
4	2750...3050	сталь 80К
5	3050...3350	сталь 85К
6	3350...3650	сталь 90К
7	3650...4000	сталь 95К

Бортовая бронзирующая проволока (таблица5) используется как армирующий элемент бортовой части шины. Бронза повышает адгезию проволоки к резине. Допуск на диаметр и значение σ_b назначается по аналогии с металлокордной проволокой. Используется сталь высокоуглеродистая, которая обозначается с добавлением буквы «Б» к марке стали, например: сталь 80Б, Сталь 70Б.

Таблица 5 Бортовая бронзирующая проволока

Диаметр, мм	Международный индекс прочности	Временное сопротивление разрыву, МПа, минимум
0,89	NT	1930
0,965	NT	1830
1,00	NT	2000
1,30	NT	2110
1,50	NT	1770
1,55	NT	1780
1,60	NT	1800
1,65	NT	2080
1,83	NT	1920
2,0	NT	1800
0,89	HT	2180
0,965	HT	2100
1,00	HT	1950
1,30	HT	2110
1,50	HT	1960
1,55	HT	1930
1,60	HT	1900
1,65	HT	2000

Холоднотянутая проволочная арматура или холоднодеформированная арматурная проволока имеет диаметр от 3 до 12 мм. Изготавливается способом холодного волочения и подразделяется по форме поперечного сечения на круглую (гладкую) и периодического профиля, а также по классам прочности: 500, 600, 1200, 1300, 1400, 1500. Класс прочности соответствует гарантированному значению условного предела текучести проволоки в МПа, с доверительной вероятностью 0,95.

В условных обозначениях холоднодеформированная арматурная проволока обозначается буквой **В**. Индекс видов прочности этой проволоки:

В-1 (обыкновенная) ГОСТ 6727—80 - холоднотянутая низкоуглеродистая стальная проволока, предназначенная для ненапрягаемой арматуры с пределом прочности 500-600 МПа. Изготавливается из сталей СтЗкп и Ст5пс с термообработкой и без. Используется преимущественно для изготовления сварных и вязанных сеток и каркасов.

В-2 (высокопрочная) ГОСТ 7348—81 - холоднотянутая углеродистая стальная проволока, предназначенная для напрягаемой арматуры предварительно напряженных элементов с временным сопротивлением разрыву 1200-1900 МПа (таблица 6). Изготавливается из сталей марок 65-85 по ГОСТ-14959 с термообработкой и без. Упрочняется холодной деформацией или термообработкой. Используется для изготовления предварительно напряженных элементов, преимущественно железобетонных, в процессе эксплуатации которых под действием релаксации арматура разгружается без разрушения. После низкотемпературного отпуска эта арматура плохо сваривается.

Если на проволоке имеется периодический профиль (рифления) для улучшения сцепления с бетоном, то в обозначении вида проволоки добавляют букву «р»: **Вр-1** или **Вр-2**.

В таблице 6 приведены параметры наиболее распространенных видов арматуры В-2.

Таблица 6 Классы прочности проволочной арматуры В-2.

Номинальный диаметр, мм	Класс прочности, МПа	Номинальное временное сопротивление, МПа
3,0	1500	1780
4,0	1400	1700
5,0	1400	1670
6,0	1400	1670
7,0	1300	1570

8,0	1200	1470
-----	------	------

Пример условного обозначения обыкновенной ненапрягаемой арматурной проволоки гладкого профиля с номинальным диаметром 3,0 мм класса прочности 500: 3В500. Данная проволока используется наиболее часто.

В качестве ненапрягаемой арматуры часто применяют проволоку В500, Вр500.

Проволоку класса В600, изготавливаемую из стали марок СтЗкп и Ст5пс с термической обработкой, можно применять в качестве ненапрягаемой и напрягаемой арматуры.

Проволочная арматура В-2 имеет группы точности (таблица 7).

Таблица 7 Группы точности проволочной арматуры В-2.

Номинальный диаметр	Проволока круглая и периодического профиля		
	Пред. откл.		
	Группа 1	Группа 2	Группа 3
3,0	±0,04	±0,06	-0,12
4,0	±0,04	±0,08	-0,16
5,0	±0,05	±0,08	-0,16
6,0	±0,05	±0,08	-0,16
7,0	±0,05	±0,10	-0,20
8,0	±0,06	±0,10	-0,20

Пример условного обозначения высокопрочной напрягаемой арматурной проволоки диаметром 5 мм класса прочности 1400, группы точности 1: 5В1400-1.

Марку стали для арматурной проволоки завод-изготовитель выбирает так, чтобы обеспечить заданные стандартами и техническими условиями механические свойства. Для расчетного определения марки стали арматуры можно использовать качественную зависимость: чем меньше диаметр проволоки, тем больше ее прочность, чем выше прочность проволоки тем выше содержание углерода (минимум сталь 65, максимум сталь 85).

Высокопрочную арматурную проволоку в процессе изготовления подвергают низкотемпературному отпуску, в результате чего повышаются ее упругие свойства: развернутая из мотка и свободно уложенная проволока должна сохранять нормируемую прямолинейность.

Проволока изготавливается в мотках массой 500—1500 кг. Допускается изготовление проволоки в мотках массой 20—100 кг. Каждый моток должен состоять из одного отрезка проволоки. Проволока должна быть свернута в мотки перепутанными рядами.

Для определения *количества переделов волочения* вначале определяется минимальное значение этого параметра.

Передел волочения – это технологический участок обработки проволоки волочением, разделенный промежуточной термообработкой. Передел может быть и один, если промежуточная термообработка не нужна. Промежуточная термообработка разупрочняет металл, повышая пластичность, и делает возможным дальнейшее его волочение.

Для определения минимального количества переделов используются следующие рекомендации: на первых переделах суммарная вытяжка находится в пределах 4...20 (обжатие 75–95 %); на последнем переделе, где окончательно достигается требуемая прочность проволоки, или на одном используемом переделе суммарная вытяжка определяется в зависимости от прочности проволоки и может достигать 40 (обжатие 97,5 %). Учитывая широкий диапазон значений вытяжек для первых переделов с целью повышения эффективности волочения необходимо, по возможности, принимать их максимальные значения.

Для определения количества переделов вначале определяют номинальную суммарную вытяжку за полный цикл волочения:

$$\mu\Sigma = \frac{d_0^2}{d_k^2}, \quad (1)$$

где d_k – конечный диаметр готовой проволоки;
 d_0 – диаметр катанки.

Пример 1

$$\mu\Sigma = \frac{5,5^2}{0,2^2} = 756,25.$$

Пример 2

$$\mu\Sigma = \frac{5,5^2}{1^2} = 30,25.$$

Если полученное значение $\mu\Sigma$ меньше 40, то принимается минимум один передел (больше можно, но не рационально).

Если полученное значение $\mu\Sigma$ больше 40, то минимальное количество переделов определяется по формуле:

$$n_{\min} = 1 + \frac{\mu\Sigma}{40 \cdot 20}. \quad (2)$$

Полученное значение n_{\min} необходимо округлить до большего целого числа.

Пример 1 (продолжение). Так как $\mu\Sigma = 756,25 > 40$, то $n_{\min} = 1 + \frac{756,25}{40 \cdot 20} = 1,945$ и принимаем $n_{\min} = 2$.

Пример 2 (продолжение). Так как $\mu\Sigma = 30,25 < 40$, то принимаем $n_{\min} = 1$.

Полученные значения n_{\min} являются предварительными и соответствуют практическим предельным условиям волочения по запасу пластичности металла. Поэтому в производственных условиях значения n_{\min} могут увеличиваться на 1, вследствие особенностей влияния термообработки на качество металла проволоки и кинематических особенностей волочильного оборудования.

В одном переделе волочения могут участвовать один или несколько (обычно до двух) волочильных станов, предпочтительно одного типа.

Количество переделов может быть изменено впоследствии технологического расчета после точного расчета вытяжки на последнем переделе и возможного изменения вытяжек на первых переделах.

Выполнение работы

Исходные данные для расчета:

- 1) номинальный диаметр проволоки d_k , мм;
- 2) класс ее прочности и для высокопрочной арматурной проволоки группа точности;
- 3) диаметр катанки d_0 , мм

Исходные данные выдаются каждому студенту индивидуально из таблиц 1,3,5,6 и из каталогов метизной продукции металлургических заводов. Диаметр катанки d_0 для металлокордной проволоки, проволоки РМЛ и бортовой проволоки 5; 5,5 мм. Для арматурной проволоки диаметр катанки: 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5 мм.

Задание:

- 1) ознакомиться с информацией из основных теоретических сведений;
- 2) на основе рекомендаций из основных теоретических сведений практической работы или исходя из технических требований к проволоке определить допуски на заданный номинальный диаметр проволоки;
- 3) исходя из заданного класса прочности определить временное сопротивление разрыву проволоки и величину отклонений от этого значения, используя основные теоретические сведения;
- 4) исходя из номинального диаметра и временного сопротивления разрыву проволоки определить марку высокоуглеродистой стали;
- 5) рассчитать суммарную вытяжку за полный цикл волочения по формуле (1).
- 6) определить число переделов волочения, используя формулу (2) и правило округления.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОВОЛОЧНОЙ ЗАГОТОВКИ
ДЛЯ ПОСЛЕДНЕГО ПЕРЕДЕЛА ВОЛОЧЕНИЯ**

Основные теоретические сведения

К параметрам проволочной заготовки относится:

- диаметр проволочной заготовки и допуск на эту величину;
- временное сопротивление разрыву проволочной заготовки и допуск на эту величину.

Если используется один передел, то проволочной заготовкой служит катанка.

Основной задачей проектирования процесса волочения является получение требуемого конечного диаметра проволоки с заданным значением предела прочности проволоки. Эти параметры должны обеспечиваться на последнем переделе волочения, если используется несколько переделов волочения или на одном переделе, если используется только он один.

Обычно, для повышения эффективности волочения, каждый передел совмещают с одним волочильным станом. Но это совмещение не обязательно, если имеются конструктивные ограничения у волочильного оборудования и для достижения требуемой прочности проволоки на переделе могут использоваться несколько волочильных станом.

Примем в последнем переделе один стан.

Далее определяется диаметр проволочной заготовки для последнего k -го стана:

$$d_0^k = \frac{\sigma_b^2 \cdot d_k}{(10 \cdot (100 \cdot c - 6 \cdot d_k + A))^2}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где σ_b – заданный предел прочности готовой проволоки, МПа;

c – содержание углерода в металле проволоки в относительных единицах (для стали 70 – $c=0,7$, для стали 95 – $c=0,95$);

k – индекс, указывающий на последний (конечный) стан;

A – коэффициент, учитывающий вид термообработки заготовки под волочение.

Коэффициент A , учитывающий вид термообработки заготовки под волочение, определяемый из рекомендаций:

а) если исходной заготовкой для рассматриваемого стана является катанка, полученная с использованием нерегулируемого охлаждения на воздухе после прокатки или проволочная заготовка после волочения, термически обработанная отжигом, то $A=43$;

б) если исходной заготовкой для рассматриваемого стана является катанка, полученная с использованием регулируемого охлаждения в линии прокатки или проволочная заготовка после волочения, термически обработанная нормализацией, то $A=48$;

в) если исходной заготовкой для рассматриваемого стана является катанка или проволочная заготовка после волочения, термически обработанные патентированием, то $A = 53$.

Если вся последовательность типов волочильных станов состоит из одного стана, то $d_0^k = d_0$.

Временное сопротивление разрыву металла проволочной заготовки (катанки, если передел один):

$$\sigma_{b0}^k = 10(100 \cdot c - d_0^k + A), \text{ МПа.} \quad (2)$$

Далее определяется суммарная вытяжка на последнем переделе:

$$\mu\Sigma_k = \frac{(d_0^k + \Delta_0^k)^2}{(d_k - \Delta_k)^2}, \quad (3)$$

где Δ_0^k – допуск на размеры d_0^k , определяемый как 1,5 % от номинального диаметра с округлением до тысячных долей единицы (например, 0,0194 округляется до 0,019; 0,0196 – до 0,02).

Величина $\mu\Sigma_k$ не должна превышать 40, иначе проволока потеряет требуемую пластичность в конце волочения. Если это условие не выполняется, то принимается другая марка стали с более высоким содержанием углерода.

К значению суммарной вытяжки $\mu\Sigma_k$ предъявляются следующие требования:

1. Максимально допустимое значение этой величины 40. Превышение этого числа приводит к потере проволокой требуемой пластичности в конце волочения, что сопровождается трещинообразованием в данной проволоке.
2. Минимальные значения этой величины сокращают разницу диаметров проволочной заготовки и готовой проволоки, что может привести либо к нерациональному использованию ресурсов волочильного стана, либо к невозможности достичь требуемой прочности проволоки.
3. Предпочтительный диапазон значений 30...40.
4. Увеличенные значения $\mu\Sigma_k$ способствуют снижению доли углерода в высокоуглеродистой проволоке. Снижение содержания углерода в проволоке способствует удешевлению стали и соответственно проволоки, изготовленной из нее.
5. Увеличенные значения $\mu\Sigma_k$ в допустимых пределах способствуют повышению вероятности образования дефектов в проволоке от возможного переупрочнения металла проволоки в конце волочения и при ее дальнейшей эксплуатации.

Для снижения значения $\mu\Sigma_k$ следует уменьшить диаметр проволочной заготовки или повысить содержание углерода в стали.

Для повышения $\mu\Sigma_k$ следует увеличить диаметр проволочной заготовки или понизить содержание углерода в стали.

Выполнение работы

Исходные данные для расчета номинальные значения d_k и σ_b переносятся из практической работы №1. При выборе коэффициента A для техпроцессов ОАО БМЗ учитывается: проволочная заготовка патентуется, высокоуглеродистая катанка получена с использованием регулируемого охлаждения.

Задание:

- 1) рассчитать диаметр проволочной заготовки или катанки по формуле (1).
- 2) рассчитать временное сопротивление разрыву металла проволочной заготовки (катанки) $\mu\Sigma_k$ по формуле (2).
- 3) в соответствии с приведенными требованиями к значению $\mu\Sigma_k$ при необходимости изменить эту величину по описанному методу.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ**Основные теоретические сведения**

Для определения *типов волочильных станов*, которые используются в процессе волочения, анализируются величины заданного диаметра проволочной заготовки (катанки) d_0 и конечного диаметра получаемой проволоки d_k . Анализ основан на технологических возможностях разных типов волочильных станов. Технологические возможности волочильных станов заключаются в том, что определенные диапазоны диаметров проволоки способны обрабатываться на определенных типах волочильных станов. Это связано с соответствием конструктивных и кинематических особенностей волочильного стана прочности и жесткости протягиваемой проволоки.

Для волочения диаметров проволоки 12...4 мм используются волочильные станы, работающие по принципу накопления витков проволоки на промежуточных тяговых барабанах (тип волочильных станов *A*). К этим видам станов относятся, например, волочильные станы «грубого волочения» UDZSA-2500-6, UDZSA-2500-4, UDZSA-2500-2 (приложение 1). Буквенное обозначение стана означает фирменное наименование стана, четырехзначное число – максимальное усилие волочения в дециньютонках, однозначное число – количество тяговых барабанов в стане.

Для волочения диаметров проволоки 5,5...0,85 мм используются волочильные станы, работающие по принципу регулирования скоростей промежуточных тяговых барабанов (тип волочильных станов *B*). К этим видам станов относятся обычно станы грубого и среднего волочения. Например: прямоточные станы грубого волочения 6/560, 7/560 и петлевой волочильный стан среднего волочения 9/350 - первая цифра обозначения этих станов указывает на количество тяговых барабанов в стане, вторая – на диаметр тяговых барабанов стана в миллиметрах; KGT 2500/2+1600/2+1250/9, KGT 1600/4+1250/6 - буквенное обозначение этих станов означает фирменное наименование стана, четырехзначные числа – максимальные усилия волочения на тяговых барабанах в дециньютонках, однозначные числа – количества тяговых барабанов с соответствующими усилиями волочения.

Для волочения диаметров проволоки 3,15...0,1 мм используются волочильные станы, работающие по принципу скольжения витков проволоки по поверхностям промежуточных тяговых шкивов (тип волочильных станов *C*). К этим видам станов относятся, например, волочильные станы «тонкого волочения» (приложение 3) НТ 12.4, НТ 12.6, НТ 25.6, КНТ 25.6, НТ 30.8, КНТ 30.8, НТ 40.10. Буквенное обозначение этих стана – фирменное наименование стана, первое число – номер модели стана, второе число – количество конусовидных секций тяговых шкивов.

На основании приведенных рекомендаций определяются возможные варианты последовательностей типов волочильных станов в технологии волочения. Варианты записываются в виде, соответствующем условным обозначениям типов

волоочильных станов с указанием стрелок, символизирующих направления технологического движения между волоочильными станами.

Пример 1

Для волочения стальной проволоки с начального диаметра $d_0 = 5,5$ мм на конечный диаметр $d_k = 0,2$ мм могут использоваться следующие варианты последовательностей типов волоочильных станов:

$$A \rightarrow B \rightarrow C; \quad B \rightarrow C \quad (1)$$

Пример 2

Для волочения стальной проволоки с начального диаметра $d_0 = 5,5$ мм на конечный диаметр $d_k = 1$ мм могут использоваться следующие варианты последовательностей типов волоочильных станов:

$$A \rightarrow B \rightarrow C; \quad B; \quad B \rightarrow C \quad (2)$$

Полученные варианты последовательностей используемых типов волоочильных станов являются предварительными. Окончательный выбор последовательности используемых типов волоочильных станов зависит от рационального использования имеющегося в распоряжении парка волоочильных станов. Рациональный выбор определяется наиболее полным использованием ресурсов волоочильных станов, т. е., кинематические возможности станов должны использоваться так, чтобы эти станы работали без недогрузки и перегрузки. Количество станов при этом должно быть минимальным для сокращения технологических пауз. Поэтому анализируются все возможные варианты предварительных последовательностей типов волоочильных станов и выбирается для дальнейшего расчета один более рациональный.

На основе значения $\mu\Sigma_k$ выбирается *вид последнего волоочильного стана* по ниже приведенным рекомендациям.

Если последний стан работает по принципу накопления витков проволоки на промежуточных тяговых барабанах (тип *A*) или по принципу регулирования скоростей промежуточных тяговых барабанов (тип *B*), то из приложений 1 или 2 выбирается стан с максимальным приближением величины его суммарной паспортной кинематической вытяжки $\mu\Sigma_k^n$ к значению $\mu\Sigma_k$. Для достижения этого равенства суммарную паспортную кинематическую вытяжку этих станов можно принимать измененной на ± 20 %.

Если последний стан работает по принципу скольжения (тип *C*), то из приложения 3 выбирается такой стан, чтобы его суммарная паспортная кинематическая вытяжка $\mu\Sigma_k^n$ соответствовала бы следующему условию с максимальным приближением к равенству:

$$\mu\Sigma_k^n \leq \frac{\mu\Sigma_k}{1,2\dots 1,3}. \quad (3)$$

Для выполнения условия (3) подставляется поправочный коэффициент, выбранный из диапазона 1,2...1,3, предпочтительно принимать 1,2. Равенство в условии (3) обеспечит рациональное использование мощности волочильного стана с оптимальным скольжением проволоки по поверхностям тяговых шайб, обеспечивающим оптимальный износ этих поверхностей и отсутствие обрывности проволоки. Чем меньше $\mu\Sigma_k^n$ в этом условии, тем меньше волок стана будет задействовано в оптимальном режиме волочения, поэтому менее эффективно будет использована мощность волочильного стана.

Далее выбираются **виды перетяжных волочильных станов**.

Для этого соответствии с вариантом последовательности станов подбираются номинальные суммарные вытяжки $\mu\Sigma'_1, \mu\Sigma'_2, \dots, \mu\Sigma'_{k-1}$ для предшествующих или перетяжных волочильных станов достижением равенства:

$$\mu\Sigma = \mu\Sigma'_1 \cdot \mu\Sigma'_2 \dots \mu\Sigma'_{k-1} \cdot \mu\Sigma'_k, \quad (4)$$

где $\mu\Sigma'_k = \frac{(d_0^k)^2}{(d_1^k)^2}$ – номинальная суммарная вытяжка на последнем переделе.

Величины $\mu\Sigma'_m$, где m – порядковый номер перетяжного стана, $m = 1, 2, \dots, (k-1)$ для выполнения равенства (4) произвольно выбираются из приложений 1, 2 и 3 как значения суммарных кинематических вытяжек $\mu\Sigma_m^n$ соответствующих волочильных станов, принятых в варианте последовательности типов волочильных станов. Для выполнения равенства (4) номинальные суммарные кинематические вытяжки магазинных, прямоточных и петлевых волочильных станов можно изменять в пределах $\pm 20\%$, а для станов со скольжением – в меньшую сторону до $-20\dots 25\%$. Рациональный выбор станов определяется минимальным значением указанных отклонений. В исключительных случаях указанные отклонения можно увеличить, но это снизит загрузку оборудования или перегрузит его. Если величины номинальных суммарных вытяжек определенных типов волочильных станов не позволяют получить равенство (4), то можно вводить дополнительный стан к выбранным станам, например, принимать два стана типа A или два стана типа B . При этом необходимо соблюдать условие соответствия волочения определенных величин диаметров проволоки определенным типам волочильных станов.

Примеры откорректированных вариантов последовательностей типов волочильных станов:

$$A_1; A_2 \rightarrow B \rightarrow C; A \rightarrow B_1; B_2 \rightarrow C. \quad (5)$$

Выполнение работы

Исходные данные для расчета d_k и d_0 принимаются из практических работ №1 и №2.

Задание:

- 1) В соответствии с основными теоретическими сведениями определить предварительную последовательность типов волочильных станов для собственного индивидуального задания по аналогии с (1) и (2);
- 2) определить вид последнего волочильного стана в соответствии с рекомендациями из основных теоретических сведений;
- 3) определить виды перетяжных волочильных станов в соответствии с рекомендациями из основных теоретических сведений и формулой (4);
- 4) определить откорректированный вариант последовательности типов волочильных станов в проектируемой технологии волочения по аналогии с формулой (5).

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ И КОНЕЧНЫХ ДИАМЕТРОВ
ПРОВОЛОКИ ПЕРЕТЯЖНЫХ СТАНОВ**

Основные теоретические сведения

Номинальные начальные и конечные диаметры проволоки для перетяжных волочильных станов можно определять против хода волочения, начиная с предпоследнего $(k-1)$ -го волочильного стана, используя формулу:

$$d_0^m = \sqrt{\mu \Sigma'_m \cdot (d_1^m)^2}, \text{ мм} \quad (1)$$

Или номинальные начальные и конечные диаметры проволоки для перетяжных волочильных станов можно определять по ходу волочения, начиная с первого волочильного стана, используя формулу:

$$d_1^m = \sqrt{\frac{(d_0^m)^2}{\mu \Sigma'_m}}, \text{ мм.} \quad (2)$$

где m – порядковый номер перетяжного волочильного стана.

После этого определяются места расположения промежуточных термообработок в соответствии с выбором числа переделов. Размещать термообработки предпочтительно между разными типами волочильных станов. Вид этой термообработки можно назначать самостоятельно или применительно к имеющемуся виду оборудования для термообработки.

В зависимости от выбранного оборудования возможно изменение числа переделов n в сторону увеличения n_{\min} .

Числа m и n могут совпадать или число m может быть больше числа n . Оптимальным является вариант последовательности волочильных станов, у которого число переделов совпало с числом волочильных станов, т. е. $m = n$.

В результате должна быть получена схема значений промежуточных диаметров проволоки с допусками для каждого используемого волочильного стана с указанием места расположения и вида термообработки (ТО). Общий вид этой схемы:

$$d_0^1 + \Delta_0^1, d_1^1 - \Delta_1^1 \rightarrow d_0^2 + \Delta_0^2, d_1^2 - \Delta_1^2 \rightarrow \text{ТО} \rightarrow \dots \rightarrow d_0^m + \Delta_0^m, \quad (3)$$

$$d_1^m - \Delta_1^m \rightarrow \text{ТО} \rightarrow d_0^k + \Delta_0^k, d_1^k - \Delta_1^k.$$

где Δ_0^m , Δ_1^m – допуски на размеры d_0^m и d_1^m , определяемые как 1,5 % от номинального диаметра с округлением до сотых долей единицы (например, 0,0194 мм округляется до 0,02 мм; 0,0196 мм – до 0,02 мм).

Полученные промежуточные диаметры с допусками используются далее как начальные и конечные диаметры для расчета режимов волочения на волочильных станах.

Определить предел прочности исходной катанки диаметром d_0 по формуле:

$$\sigma_{b0}^{kam} = 10(100 \cdot c - d_0 + A), \text{ МПа}, \quad (4)$$

где A – коэффициент, определяемый исходя из рекомендаций к формуле (1) в практическом занятии №2, принимая, что для незакаливаемых сталей используется нерегулируемое охлаждение, а для закаливаемых – регулируемое охлаждение.

Выполнение работы

Исходные данные для расчета принимаются из практической работы №3.

Задание:

- 1) В соответствии с (1) или (2) рассчитать номинальные начальные и конечные диаметры проволоки для перетяжных волочильных станов;
- 2) записать схему значений диаметров проволоки с допусками для каждого используемого волочильного стана с включением последнего волочильного стана с указанием места расположения и вида термообработки в соответствии с формулой (3);
- 3) определить предел прочности исходной катанки по формуле (4).

**ДЕФОРМАЦИОННО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЛОЧЕНИЯ
МАГАЗИННЫХ СТАНОВ**

Основные теоретические сведения

Расчет параметров проводится в следующей последовательности:

- 1) Для магазинных станов расчетное количество переходов волочения n^P для m -го волочильного стана:

$$n^P = \frac{\ln(\mu \Sigma_m)}{\ln(\mu^{cp} \cdot k)}, \quad (1)$$

где μ^{cp} – средняя кинематическая вытяжка магазинного стана или передаточное отношение между блоками волочильного стана;

k – коэффициент накопления проволоки на тяговом барабане, обеспечивающий накопление и создание запаса (магазина) проволоки на этом барабане; принимается из диапазона 1,03...1,06.

$\mu \Sigma_m$ - суммарная вытяжка магазинного стана, вычисляемая по формуле:

$$\mu \Sigma_m = \frac{(d_0^m + \Delta_0^m)^2}{(d_1^m - \Delta_1^m)^2} \quad (2)$$

Полученное число n^P округляется до целого числа n .

- 2) Для магазинных станов единичные вытяжки μ_i для переходов волочения определяются по методике:

– для первого перехода волочения вытяжка принимается на 3 % меньше μ^{cp} , т. е.: $\mu_1 = 0,97 \cdot \mu^{cp}$;

– для последнего перехода волочения вытяжка принимается на 5 % меньше μ^{cp} , т. е.: $\mu_n = 0,95 \cdot \mu^{cp}$;

– для всех промежуточных переходов вытяжки принимаются одинаковыми, равными μ_i :

$$\mu_i = 10^a,$$

$$a = \frac{\log(\mu \Sigma_m) - \log(\mu_1) - \log(\mu_n)}{n - 2} \quad (3)$$

3) Диаметры волок по переходам волочения можно определять по ходу волочения для $i = 1 \dots n$ по формуле:

$$d_i = \frac{d_{i-1}}{\sqrt{\mu_i}}, \text{ мм} \quad (4)$$

Так же диаметры волок можно определять и против хода волочения для $i = n \dots 1$ по формуле:

$$d_{i-1} = d_i \cdot \sqrt{\mu_i}, \text{ мм} \quad (5)$$

4) Предел прочности проволоки по переходам волочения можно определять по ходу волочения для $i = 1 \dots n$ по формуле упрочнения углеродистой стали М.К. Туленкова:

$$\sigma b_i = \sigma b_{i-1} \cdot \sqrt{\frac{d_{i-1}}{d_i}}, \text{ МПа} \quad (6)$$

При $i=1$ значение σb_1 рассчитывается через σb_0 , равное $\sigma_{b0}^{кам}$, полученное по формуле (4) в практической работе №3.

5) для определения скорости волочения на последнем переходе вначале определяется максимальная скорость волочения для последнего перехода для $i = n$ исходя из допустимой температуры поверхности стальной проволоки 650 С и температуры проволоки после охлаждения перед входом в волоку 40°С:

$$V_i^{\max} = \frac{\left[650 - 40 - 0,3 \cdot \sigma b_i \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_i} \right) \right]^2}{7,563 \cdot \sigma b_i^2 \cdot d_i \cdot 10^{-3}}, \text{ м/с} \quad (7)$$

Полученное значение V_i^{\max} необходимо сравнить с максимальной скоростью волочения на выбранном волочильном стане. Если V_i^{\max} превышает скоростную

возможность стана, то на последнем переходе принимается скорость проволоки V_n , равная максимальной скорости волочения стана. Если V_i^{\max} не превышает максимальной скорости стана, то на последнем переходе принимается скорость проволоки V_n , равная V_i^{\max} ;

- 6) Для магазинных станов скорости волочения для каждого перехода волочения определяются против хода волочения $i = n \dots 1$:

$$V_{i-1} = \frac{V_i}{\mu^{\text{сп}}}, \text{ м/с} \quad (8)$$

- 7) для каждого перехода волочения определяются средние температуры сечения проволоки и температуры поверхности проволоки:

$$tc_i = to_i + 0,45 \cdot \sigma b_i \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right), \text{ }^\circ\text{C}, \quad (9)$$

$$tn_i = to_i + 0,3 \cdot \sigma b_i \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right) + 2,75 \cdot \sigma b_i \cdot \sqrt{V_i \cdot d_i \cdot 10^{-3}}, \text{ }^\circ\text{C}. \quad (10)$$

Величина температуры to_i может условно приниматься равной 20°C .

Выполнение работы

Индивидуальные исходные данные для расчета принимаются из практической работы №4. Принимаются значения начальных и конечных диаметров проволоки для магазинных станов, временное сопротивление разрыву катанки как начальная прочность проволоки.

Задание:

В соответствии с (1) - (10) рассчитать деформационно-кинематические параметры волочения. Полученные значения для переходов волочения оформить в виде таблицы.

Таблица. Деформационно-кинематические параметры волочения на магазинном стане.

№ перехода волочения	μ_i	d_i	σb_i	V_i	tc_i	tn_i

1						
2						
3						
...						
<i>n</i>						

Библиотека ГГТУ им. П.О.Суворова

**ДЕФОРМАЦИОННО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЛОЧЕНИЯ
ПЕТЛЕВЫХ И ПРЯМОТОЧНЫХ СТАНОВ**

Основные теоретические сведения

Расчет параметров проводится в следующей последовательности:

1) для прямоточных и петлевых станов расчетное количество переходов волочения n^P (для m -го волочильного стана):

$$n^P = \frac{\ln(\mu\Sigma_m)}{\ln(\mu^{cp})}, \quad (1)$$

где μ^{cp} – средняя кинематическая вытяжка прямоточного или петлевого стана;
 $\mu\Sigma_m$ - суммарная вытяжка магазинного стана, вычисляемая по формуле:

$$\mu\Sigma_m = \frac{(d_0^m + \Delta_0^m)^2}{(d_1^m - \Delta_1^m)^2} \quad (2)$$

Полученное число n^P округляется до целого числа n ;

2) для прямоточных и петлевых станов единичные вытяжки μ_i для переходов волочения определяются по разным методам:

а) по методу понижения температуры волочения (для сталей 85...95):

$$\mu_i = \left[1 - \frac{1}{(i + \zeta)} \right]^{-2}, \quad (3)$$

где i – номер перехода волочения;

ζ – коэффициент изменения единичных вытяжек.

Величина ζ определяется по формуле:

$$\zeta = \frac{n}{\mu\Sigma_m^{0,5} - 1} \quad (4)$$

б) по методу постоянной температуры волочения (для сталей 70...80):

$$\mu_i = \left[1 - \frac{1}{(i + \zeta)} \right]^{-4} \quad (5)$$

$$\zeta = \frac{n}{\mu \Sigma_m^{0,25} - 1}$$

3) диаметры волок по переходам волочения можно определять по ходу волочения для $i = 1 \dots n$ по формулам:

$$d_i = \frac{d_{i-1}}{\sqrt{\mu_i}}, \text{ мм} \quad (6)$$

Так же диаметры волок и пределы прочности проволоки по переходам волочения можно определять и против хода волочения для $i = n \dots 1$ по формулам:

$$d_{i-1} = d_i \cdot \sqrt{\mu_i}, \text{ мм} \quad (7)$$

4) Предел прочности проволоки по переходам волочения можно определять по ходу волочения для $i = 1 \dots n$ по формуле упрочнения углеродистой стали М.К. Туленкова:

$$\sigma b_i = \sigma b_{i-1} \cdot \sqrt{\frac{d_{i-1}}{d_i}}, \text{ МПа} \quad (8)$$

При $i=1$ значение σb_1 рассчитывается через σb_0 , равное временному сопротивлению разрыва проволочной заготовки или катанки, поступающей на данный волочильный стан.

5) для определения скорости волочения на последнем переходе вначале определяется максимальная скорость волочения для последнего перехода для $i = n$ исходя из допустимой температуры поверхности стальной проволоки 650 С и температуры проволоки после охлаждения перед входом в волоку 40°С:

$$V_i^{\max} = \frac{\left[650 - 40 - 0,3 \cdot \sigma b_i \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_i} \right) \right]^2}{7,563 \cdot \sigma b_i^2 \cdot d_i \cdot 10^{-3}}, \text{ м/с} \quad (9)$$

Полученное значение V_i^{\max} необходимо сравнить с максимальной скоростью волочения на выбранном волочильном стане. Если V_i^{\max} превышает скоростную возможность стана, то на последнем переходе принимается скорость проволоки V_n , равная максимальной скорости волочения стана. Если V_i^{\max} не превышает максимальной скорости стана, то на последнем переходе принимается скорость проволоки V_n , равная V_i^{\max} ;

б) для прямоточных и петлевых станов скорости волочения для каждого перехода волочения определяются против хода волочения $i = n \dots 1$:

$$V_{i-1} = \frac{V_i}{\mu_i}, \text{ м/с} \quad (10)$$

7) для каждого перехода волочения определяются средние температуры сечения проволоки и температуры поверхности проволоки:

$$tc_i = to_i + 0,45 \cdot \sigma b_i \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right), \text{ }^\circ\text{C}, \quad (11)$$

$$tn_i = to_i + 0,3 \cdot \sigma b_i \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_i}\right) + 2,75 \cdot \sigma b_i \cdot \sqrt{V_i \cdot d_i \cdot 10^{-3}}, \text{ }^\circ\text{C}. \quad (12)$$

Величина температур to_i может условно приниматься равной 20°C .

Выполнение работы

Индивидуальные исходные данные для расчета принимаются из практической работы №4. Принимаются значения начальных и конечных диаметров проволоки для прямоточных и петлевых волочильных станов. Временное сопротивление разрыву катанки или проволочной заготовки принимаются из предыдущих практических работ как начальная прочность проволоки.

Задание:

В соответствии с (1) - (10) рассчитать деформационно-кинематические параметры волочения. Полученные значения для переходов волочения оформить в виде таблицы.

Таблица. Деформационно-кинематические параметры волочения на магазинном стане.

№ перехода волочения	μ_i	d_i	σb_i	V_i	tc_i	tn_i
1						
2						
3						

...						
<i>n</i>						

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

**ДЕФОРМАЦИОННО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЛОЧЕНИЯ
СТАНОВ СО СКОЛЬЖЕНИЕМ**

Основные теоретические сведения

Расчет параметров может проводиться по разным методам. Далее приводится метод минимального скольжения и метод устанавливаемого скольжения.

Метод минимального скольжения

Метод предполагает определение параметров волочения в следующей последовательности:

1) количество переходов волочения или деформирующих волок определяется на основе известных паспортных кинематических частных вытяжек для каждого перехода волочения μl_i , приведенных в характеристике волочильного стана со скольжением. Количество вытяжек μl_i равно максимальному количеству волок, устанавливаемых в волочильный стан p , т. е. $i = 1 \dots p$.

Количество переходов волочения определяется так: против хода волочения, начиная с последней кинематической частной вытяжки μl_p , перемножают следующие против хода волочения кинематические частные вытяжки до значения изменяющегося итогового произведения, впервые превысившего суммарную вытяжку стана $\mu \Sigma_m$ после очередного умножения; при необходимости, в конце перемножения имеющихся кинематических вытяжек, полученное произведение можно дополнительно умножить на одну или две величины кинематических вытяжек, равных первой кинематической вытяжке по ходу волочения; затем из ряда множителей полученного произведения исключаются два последних множителя (находящихся в начале хода волочения); количество множителей в итоговом ряде множителей будет равно количеству переходов волочения n .

Полученное значение итогового произведения кинематических частных вытяжек будет равно суммарной кинематической вытяжке $\mu \Sigma_m^v$ для проектируемого маршрута волочения. Величина $\mu \Sigma_m^v$ может равняться суммарной кинематической вытяжке стана или может быть меньше ее, если используются не все волокна стана;

2) значения величин относительного скольжения для каждого перехода волочения:

$$C_i = C_0 \cdot \left(1 - \frac{i}{n}\right). \quad (1)$$

Величина скольжения на нулевой шайбе C_0 равна:

$$C_0 = 1 - \frac{\mu \Sigma_m^v}{\mu \Sigma_m}, \quad (2)$$

3) определение скорости волочения на последнем переходе V_n проводится по формуле (9) практической работы №6. В качестве вытяжки на последнем переходе в формуле используют кинематическую вытяжку для этого перехода, т. к. единичная вытяжка на этом этапе еще не известна;

4) линейные скорости вращения тяговых шайб определяются против хода волочения, принимая на последнем переходе линейную скорость вращения последней тяговой шайбы, равной скорости проволоки V_n на этом переходе:

$$B_{i-1} = \frac{B_i}{\mu n_i}; \quad (3)$$

5) скорости волочения проволоки на переходах волочения:

$$V_i = B_i \cdot (1 - C_i); \quad (4)$$

6) единичные (частные) вытяжки определяются исходя из скоростей проволоки:

$$\mu_i = \frac{V_i}{V_{i-1}}; \quad (5)$$

7) диаметры волок и пределы прочности проволоки по переходам волочения определяются по формулам (7), (8) практической работы №6.

8) для каждого перехода волочения определяются средние температуры сечения проволоки и температуры поверхности проволоки по формулам (11), (12) практической работы №6.

Метод устанавливаемого скольжения

Метод предполагает определение параметров волочения в следующей последовательности:

1) предварительные значения единичных вытяжек для каждого перехода вычисляются по формуле:

$$\mu_i^n = \mu n_i (1 + \beta), \quad (6)$$

где μn_i – единичная паспортная кинематическая вытяжка;

β – коэффициент износа волокна, изменяемый в диапазоне 0,015...0,08; принимается для предпоследнего – 0,017; для последнего перехода – 0,015 или 0,02...0,023, если необходимо формирование изгиба проволоки на выходе из этой волокна.

Чем больше значение β , тем больше величина относительного скольжения витков проволоки по поверхности тяговых шайб и тем меньшее количество задействованных волок в волочильном стане. Но большие скольжения ведут к

повышенному трению витков проволоки по поверхности тяговых шайб, что вызывает более интенсивный износ этих поверхностей и дополнительный нагрев проволоки шайб. К тому же наличие незадействованных волок в стане снижает эффективность его работы.

Чем меньше значение β , тем меньше величина относительного скольжения витков проволоки по поверхности тяговых шайб, тем меньше скольжение, при этом используется большее количество волок стана. Но размерный износ волок может вызвать отсутствие скольжения, что не допустимо. Поэтому желательно выбирать значения β для большинства переходов из рационального диапазона 0,017...0,024.

2) количество переходов волочения определяется по аналогии с приведенным выше методом минимального скольжения за следующим исключением: в рассматриваемом произведении умножаются не кинематические вытяжки, а единичные μ_i^n ; из ряда множителей полученного произведения два последних множителя не исключаются, и количество множителей в итоговом ряде множителей будет также равно количеству переходов волочения n ;

3) определение уточненных единичных вытяжек для каждого перехода:
Для последнего перехода принимается:

$$\mu_n = \mu n_n (1 + \beta_n), \quad (7)$$

где $\beta_n = 0,015$.

Для предпоследнего перехода принимается:

$$\mu_{n-1} = \mu n_{n-1} (1 + \beta_{n-1}), \quad (8)$$

где $\beta_{n-1} = 0,02$.

Для всех других переходов μ_i вычисляется:

$$\mu_i = 10^a, \quad a = \frac{\log(\mu \Sigma_m) - \log(\mu_{n-1}) - \log(\mu_n)}{n - 2}. \quad (9)$$

В числителе дроби формулы (9) могут вычитаться десятичные логарифмы вытяжек других переходов волочения, если предварительно установить их точные значения.

Вычисления по формуле (9) необходимы для точного равенства произведения единичных вытяжек суммарной вытяжке $\mu \Sigma_m$;

4) определение скорости волочения на последнем переходе V_n проводится по формуле (9) практической работы №6;

5) линейные скорости вращения тяговых шайб V_i определяются по формуле (3);

6) скорости волочения проволоки V_i на переходах волочения определяются по формуле (10) практической работы №6;

7) значения величин относительного скольжения для каждого перехода волочения:

$$C_i = \frac{B_i - V_i}{B_i}; \quad (10)$$

8) диаметры волок и пределы прочности проволоки по переходам волочения определяются по формула (7), (8) практической работы №6;

9) для каждого перехода волочения определяются средние температуры сечения проволоки и температуры поверхности проволоки по формулам (11), (12) практической работы №6.

Выполнение работы

Индивидуальные исходные данные для расчета принимаются из практической работы №4. Принимаются значения начальных и конечных диаметров проволоки для стана со скольжением. Временное сопротивление разрыву проволочной заготовки и готовой проволоки для волочения в этом стане принимаются из предыдущих практических работ №1 и №2.

Задание:

В соответствии с (1) - (10) рассчитать деформационно-кинематические параметры волочения по двум рассмотренным методам. Полученные значения для переходов волочения оформить в виде таблиц 1 и 2.

Таблица1. Деформационно-кинематические параметры волочения на стане со скольжением, рассчитанные методом минимального скольжения.

№ перехода волочения	C_i	B_i	V_i	μ_i	d_i	σ_b	tc_i	tn_i
1								
2								
3								
...								
n								

Таблица2. Деформационно-кинематические параметры волочения на стане со скольжением, рассчитанные методом устанавливаемого скольжения.

№ перехода волочения	μ_i	B_i	V_i	C_i	d_i	σ_b	tc_i	tn_i
1								
2								
3								
...								
n								

ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ РЕЖИМЫ ВОЛОЧЕНИЯ

Основные теоретические сведения

Основные энергосиловые режимы волочения для прямоточных, петлевых, магазинных волочильных станов и волочильных станов со скольжением определяются в следующей последовательности:

1) модули упрочнения проволоки для переходов волочения:

$$w_i = \frac{\sigma S_i - \sigma S_{i-1}}{\mu_i - 1}, \text{ МПа,} \quad (1)$$

где σS_i – предел текучести металла проволоки, принимаемый равным усредненному значению $\frac{\sigma_{bi}}{1,2}$.

2) напряжения волочения для переходов волочения для волок с длиной калибрующей зоны, равной половине диаметра этой зоны:

$$\sigma v_i = \sigma S_i (1 + 2f) - \frac{(w_i - \sigma S_{i-1})((\mu_i)^a - 1)}{a \cdot (\mu_i)^a} - \frac{\sigma S_{i-1} - (q_i \cdot \sigma v_{i-1})}{(\mu_i)^a} + 2f \sigma S_i, \text{ МПа,} \quad (2)$$

$$a = \frac{f}{\tan(\alpha)}$$

где a - вспомогательный коэффициент;

α – полуугол деформирующей зоны волокни, принимаемый равным 6^0 .

f – коэффициент контактного трения, принимаемый для прямоточных, петлевых, магазинных волочильных станов 0,05...0,07 и для волочильных станов со скольжением 0,04...0,06;

q_i – коэффициент противонапряжения, определяемый по ниже приведенным рекомендациям;

Для прямоточных и петлевых станов для первого перехода $q_1 = 0$, для остальных переходов $q_i = 0,3$.

Для магазинных станов $q_i = 0$ для всех переходов.

Для станов со скольжением для первого перехода $q_1 = 0$, для остальных переходов q_i вычисляется по формуле:

$$q_i = \frac{1}{e^{(2\pi \cdot s_{i-1} \cdot f_s)}}, \quad (3)$$

где s_{i-1} – число витков проволоки на расположенном перед i -й волокой тяговом шкиве, назначаемое так, чтобы на стане было почти равное число шкивов с одинаковыми числами витков проволоки 3,5 и 2,5 по ходу волочения, а на предпоследних одном–трех шкивах, принимаемое 1,5 (например, пусть число задействованных шкивов 21, то на первых десяти шкивах можно принять число витков 3,5, на следующих десяти шкивах – 2,5, и на последнем шкиве – 1,5 или другое распределение: 3,5 на девяти первых шкивах, 2,5 на девяти последующих, и 1,5 на 3-х последних);

f_s – коэффициент трения скольжения между поверхностями проволоки и тяговых шкивов, принимается в соответствии с используемыми материалами проволоки, шкивов и смазки, можно принять равным 0,09...0,1.

3) коэффициенты запаса волочения:

$$\gamma_i = \frac{\sigma S_i}{\sigma v_i}. \quad (4)$$

Величина γ_i должна находиться в пределах от 1,4 до 2,5.

Невыполнение условия попадания расчетного значения γ_i в указанные пределы является критерием наличия расчетных ошибок;

4) усилия волочения P_i и усилия противонатяжения Q_i :

$$P_i = \sigma v_i \cdot \frac{\pi \cdot (d_i)^2}{4}, \text{ Н.} \quad (5)$$

$$Q_i = q \cdot \left[\sigma v_{i-1} \cdot \frac{\pi \cdot (d_{i-1})^2}{4} \right], \text{ Н.} \quad (6)$$

Значения P_i не должны превышать допустимых значений усилий волочения, указанных в характеристиках волочильных станов (прямоточных, петлевых и магазинных);

5) потребная мощность двигателя привода тягового барабана или шкива волочильного стана для каждого перехода волочения:

$$N_i = \left[\frac{V_i}{102 \cdot \eta} \left(P_i - Q_i + \frac{s \cdot \sigma S_i \cdot (d_i)^3}{D_i} \right) + (1 - \eta) \frac{V_i}{102 \cdot \eta} (P_i - Q_i) \right] \cdot 0,1, \text{ кВт,} \quad (7)$$

где η – коэффициент полезного действия привода тяговых барабанов для прямоточных, петлевых и магазинных станов или волочильных шкивов для станов со скольжением, принимаемый равным от 0,85 до 0,9;

s – коэффициент, равный для последнего перехода 0,34, для остальных переходов $s = 0,68$;

D_i – диаметры тяговых барабанов или шкивов, приводимых в характеристике стана.

Для прямоточных, петлевых и магазинных станов величины N_i не должны превышать значения мощностей двигателей индивидуальных приводов тяговых барабанов. Для станов со скольжением находится сумма всех значений N_i , которая должна быть меньше мощности двигателя волочильного стана, используемого в приводе сразу всех волочильных шкивов. Невыполнение условий сравнения потребных и имеющихся мощностей двигателя может являться критерием наличия расчетных ошибок, для исправления которых необходима дополнительная проверка расчета. При отсутствии ошибок можно снизить скорость волочения на последнем переходе стана V_n .

Выполнение работы

Индивидуальные исходные данные для расчета принимаются из практических работ №5, 6, 7.

Задание:

В соответствии с зависимостями (1) - (7) рассчитать энергосиловые параметры волочения для всех принятых видов волочильных станов. Стан со скольжением рассчитывается по результатам таблицы 2 практической работы №7. Полученные значения параметров для переходов волочения оформить в виде таблиц 1, 2 и 3.

Таблица1. Энергосиловые параметры волочения на магазинном, петлевом и прямоточном стане.

№ перехода волочения	σS_i	w_i	σv_i	γ_i	P_i	Q_i	D_i	N_i
1								
2								
3								
...								
n								

Таблица2. Энергосиловые параметры волочения на стане со скольжением.

№ перехода волочения	σS_i	w_i	s_i	q_i	σv_i	γ_i	P_i	Q_i	D_i	N_i
1										
2										
3										
...										
n										

Технические характеристики станов магазинного типа

1. Волоочильный стан UDZSA-2500/6

Максимальный диаметр проволоки, мм: 6,5.

Минимальный диаметр проволоки, мм: 2.

Скорость проволоки на выходе из волоочильного стана, м/с: 6,5.

Максимальное конструктивно возможное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 6.

Диаметры шести тяговых барабанов, мм: 550.

Мощность двигателя привода тяговых барабанов, кВт: 55.

Среднее передаточное отношение между блоками волоочильного стана: 1,2.

Суммарная кинематическая вытяжка: 2,9860.

Максимальное допустимое усилие волочения на первой волоке, Н: 25000.

2. Волоочильный стан UDZSA-2500/4

Максимальный диаметр проволоки, мм: 6,5.

Минимальный диаметр проволоки, мм: 2.

Скорость проволоки на выходе из волоочильного стана, м/с: 5,12.

Максимальное конструктивно возможное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 4.

Диаметры четырех тяговых барабанов, мм: 550.

Мощность двигателя привода тяговых барабанов, кВт: 55.

Среднее передаточное отношение между блоками волоочильного стана: 1,2.

Суммарная кинематическая вытяжка: 2,0736.

Максимальное допустимое усилие волочения на первой волоке, Н: 25000.

3. Волоочильный стан UDZSA-2500/2

Максимальный диаметр проволоки, мм: 6,5.

Минимальный диаметр проволоки, мм: 2.

Скорость проволоки на выходе из волоочильного стана, м/с: 3,8.

Максимальное конструктивно возможное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 2.

Диаметры двух тяговых барабанов, мм: 550.

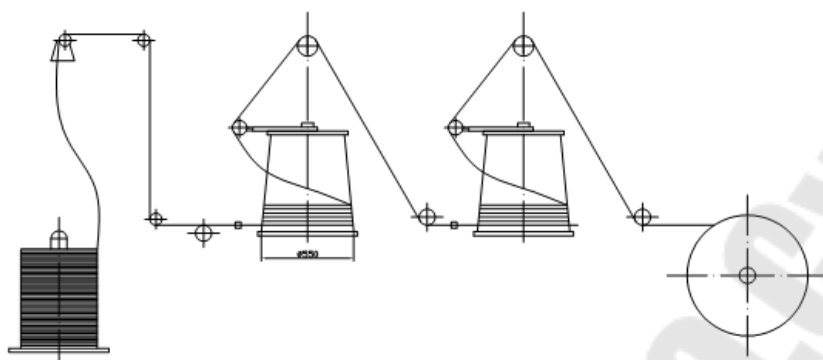
Мощность двигателя привода тяговых барабанов, кВт: 55.

Среднее передаточное отношение между блоками волоочильного стана: 1,26.

Суммарная кинематическая вытяжка: 1,5876.

Максимальное допустимое усилие волочения на первой волоке, Н: 25000.

Волоочильный стан UDZSA-2500/2



Технические характеристики станов прямоточного и петлевого типов

1. Волоочильный стан 6/560

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 12.
Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 6.
Диаметры шести тяговых барабанов, мм: 560.
Средняя кинематическая вытяжка стана: 1,27.
Суммарная кинематическая вытяжка: 4,1959.
Максимальное допустимое усилие волочения на барабане, Н: 18000.
Мощность двигателя индивидуального привода тягового барабана, кВт: 75.

2. Волоочильный стан 7/560

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 12.
Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 7.
Диаметры шести тяговых барабанов, мм: 560.
Средняя кинематическая вытяжка стана: 1,27.
Суммарная кинематическая вытяжка: 5,3288.
Максимальное допустимое усилие волочения на барабане, Н: 18000.
Мощность двигателя индивидуального привода тягового барабана, кВт: 75.

3. Волоочильный стан 9/350

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 16.
Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 9.
Диаметры девяти тяговых барабанов, мм: 350.
Средняя кинематическая вытяжка стана: 1,2.
Суммарная кинематическая вытяжка: 5,1598.
Максимальное допустимое усилие волочения на барабане, Н: 7500.
Мощность двигателя индивидуального привода тягового барабана, кВт: 27.

4. Волоочильный стан KGT 1600/4+1250/6

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 18.
Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 10.
Диаметры тяговых барабанов, мм: 1–2 барабаны – 670, 3–10 барабаны – 600.
Средняя кинематическая вытяжка стана: 1,2.
Средняя суммарная кинематическая вытяжка стана: 6,192.
Максимальное допустимое усилие волочения, Н:
– на 1–4 барабанах – 16000, на 5–10 барабанах – 12500.
Мощность двигателя индивидуального привода тягового барабана, кВт: 44.

5. Волоочильный стан KGT 2500/2+1600/2+1250/9

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 25.
Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 13.
Диаметры тяговых барабанов, мм: 1–2 барабаны – 700, 3–13 барабаны – 600.
Средняя кинематическая вытяжка стана: 1,2.
Средняя суммарная кинематическая вытяжка стана: 10,699.
Максимальное допустимое усилие волочения, Н:
– на 1–2 барабанах – 25000, на 3–4 барабанах – 16000, на 5–13 барабанах – 12500.
Мощность двигателя индивидуального привода тягового барабана, кВт: 44.

Схема заправки стана KGT 1600/4+1250/9

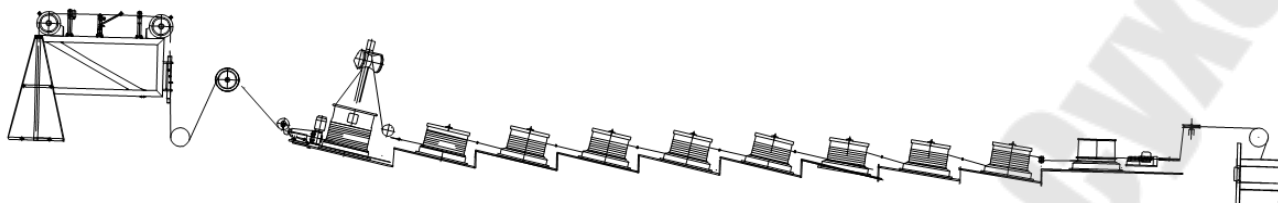
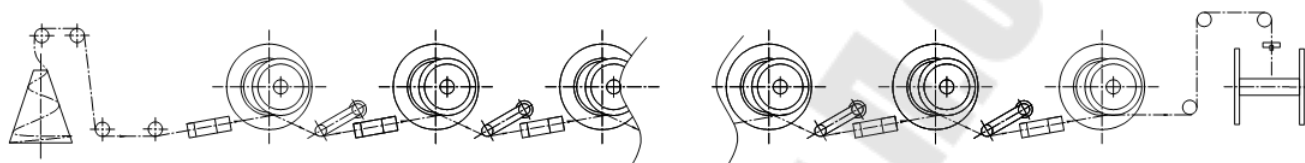
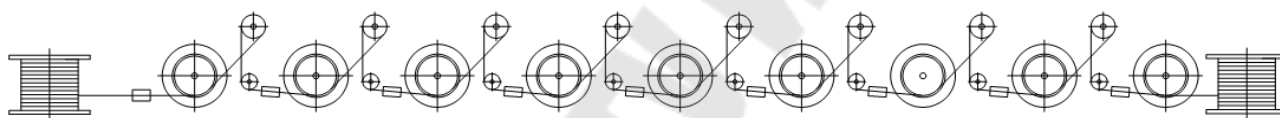


СХЕМА ПРЯМОТЧНОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА KGT 1600/4+1250/6



Барабаны №1 и №2 - диаметром 700 мм; барабаны №3-13 - диаметром 600 мм.

СХЕМА ПЕТЛЕВОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО СТАНА 9/350



Барабаны диаметром 350 мм.

Технические характеристики станов со скольжением

1. Волоочильный стан НТ 12.4V

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 16.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 21.

Единичные кинематические вытяжки:

для последней 21-й волоки – 1,0989,

для предпоследней 20-й волоки – 1,1242,

для остальных волок – 1,1696.

Суммарная кинематическая вытяжка: 24,2388.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 57,1 мм; 3-й шкив 77,97 мм;
(левая нижняя) 5-й шкив 106,73 мм; 7-й шкив 146,1 мм;

9-й шкив 200 мм;

2-я секция тяговых шкивов: 2-й шкив 57,1 мм; 4-й шкив 77,97 мм;
(правая нижняя) 6-й шкив 106,73 мм; 8-й шкив 146,1 мм;
10-й шкив 200 мм;

3-я секция тяговых шкивов: 11-й шкив 57,1 мм; 13-й шкив 77,97 мм;
(правая верхняя) 15-й шкив 106,73 мм; 17-й шкив 146,1 мм;
19-й шкив 200 мм;

4-я секция тяговых шкивов: 12-й шкив 57,1 мм; 14-й шкив 77,97 мм;
(левая верхняя) 16-й шкив 106,73 мм; 18-й шкив 146,1 мм;
20-й шкив 192,1 мм;

21-й чистовой вытяжной шкив – 200 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 22.

2. Волоочильный стан НТ 12.4А

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 16.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 23.

Единичные кинематические вытяжки:

для 1, 3, 5, 7, 9-й волоки – 1,1739,

для 2, 4, 6, 8, 10-й волоки – 1,1639,

для 11–22 волок – 1,1392,

для 22-й волоки – 1,0624.

Суммарная кинематическая вытяжка 24,1669.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 57,1 мм; 3-й шкив 77,97 мм;
(левая нижняя) 5-й шкив 106,73 мм; 7-й шкив 146,1 мм;
9-й шкив 200мм;

2-я секция тяговых шкивов: 2-й шкив 57,1 мм; 4-й шкив 77,97 мм;
(правая нижняя) 6-й шкив 106,73 мм; 8-й шкив 146,1 мм;
10-й шкив 200мм;

3-я секция тяговых шкивов: 11-й шкив 52,16 мм; 13-й шкив 67,70 мм;
(правая верхняя) 15-й шкив 87,87 мм; 17-й шкив 114,04 мм;
19-й шкив 148,01 мм; 21-й шкив 192,1 мм;

4-я секция тяговых шкивов: 12-й шкив 52,16 мм; 14-й шкив 67,70 мм;
(левая верхняя) 16-й шкив 87,87 мм; 18-й шкив 114,04 мм;
20-й шкив 148,01 мм; 22-й шкив 192,1 мм;
23-й чистовой вытяжной шкив – 200 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 22.

3. Волоочильный стан НТ 12.6

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 25.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 22.

Единичные кинематические вытяжки:

для 1–20 волоки – 1,1702;

для 21 волоки – 1,12457;

для 22 волоки – 1,0986.

Суммарная кинематическая вытяжка: 28,6436.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 78,16 мм; 2-й шкив 91,4 мм;
(верхняя) 3-й шкив 106,9 мм; 4-й шкив 125,0 мм;

5-й шкив 146,2 мм; 6-й шкив 171,0 мм;

7-й шкив 200 мм;

2-я секция тяговых шкивов: 8-й шкив 78,16 мм; 9-й шкив 91,4 мм;

(верхняя) 10-й шкив 106,9 мм; 11-й шкив 125,0 мм;

12-й шкив 146,2 мм; 13-й шкив 171,0 мм;

14-й шкив 200 мм;

3-я секция тяговых шкивов: 15-й шкив 78,16 мм; 16-й шкив 91,4 мм;

(верхняя) 17-й шкив 106,9 мм; 18-й шкив 125,0 мм;

19-й шкив 146,2 мм; 20-й шкив 171,0 мм;

21-й шкив 192,2 мм;

Каждая верхняя секция тяговых шкивов имеет свою нижнюю секцию обводных шкивов с таким же их количеством и диаметрами;

22-й чистовой вытяжной шкив – 200 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 30.

Мощность двигателя для модификации стана НТ 12.6А, кВт: 22.

4. Волоочильный стан НТ 25.6

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 20.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 21.

Единичные кинематические вытяжки:

для 1–6 волоки – 1,1696;

для 7–20 волоки – 1,1242;

для 21 волоки – 1,0989.

Суммарная кинематическая вытяжка: 14,4875.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 137,2 мм; 2-й шкив 160,4 мм;

(верхняя) 3-й шкив 187,6 мм; 4-й шкив 219,38 мм;

5-й шкив 256,54 мм; 6-й шкив 300 мм;

2-я секция тяговых шкивов: 7-й шкив 117,31 мм; 8-й шкив 137,2 мм;

(верхняя) 9-й шкив 160,4 мм; 10-й шкив 187,6 мм;

11-й шкив 219,38 мм; 12-й шкив 256,54 мм;

13-й шкив 300 мм;

3-я секция тяговых шкивов: 14-й шкив 117,31 мм; 15-й шкив 137,2 мм;

(верхняя) 16-й шкив 160,4 мм; 17-й шкив 187,6 мм;

18-й шкив 219,38 мм; 19-й шкив 256,54 мм;

20-й шкив 288,3 мм.

Каждая верхняя секция тяговых шкивов имеет свою нижнюю секцию обводных шкивов с таким же их количеством и диаметрами.

21-й чистовой вытяжной шкив – 300 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 75.

5. Волоочильный стан КНТ 25.6

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 25.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 25.

Единичные кинематические вытяжки:

для 1–8 волоки – 1,1481;

для 9–24 волоки – 1,1296;

для 25 волоки – 1,0989.

Суммарная кинематическая вытяжка 23,3126.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 114,09 мм; 2-й шкив 130,98 мм;
(верхняя) 3-й шкив 150,38 мм; 4-й шкив 172,66 мм;

5-й шкив 198,23 мм; 6-й шкив 227,59 мм;

7-й шкив 261,3 мм; 8-й шкив 300 мм;

2-я секция тяговых шкивов: 9-й шкив 122,60 мм; 10-й шкив 139,32 мм;

(верхняя) 11-й шкив 158,34 мм; 12-й шкив 179,90 мм;

13-й шкив 204,44 мм; 14-й шкив 232,32 мм;

15-й шкив 264,00 мм; 16-й шкив 300 мм;

3-я секция тяговых шкивов: 17-й шкив 122,60 мм; 18-й шкив 139,32 мм;

(верхняя) 19-й шкив 158,34 мм; 20-й шкив 179,90 мм;

21-й шкив 204,44 мм; 22-й шкив 232,32 мм;

23-й шкив 264,00 мм; 24-й шкив 300 мм.

Каждая верхняя секция тяговых шкивов имеет свою нижнюю секцию обводных шкивов с таким же их количеством и диаметрами.

25-й чистовой вытяжной шкив – 300 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 75.

6. Волоочильный стан НТ 30.8

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 13.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 19.

для 1–18 волоки – 1,1696;

для 19 волоки – 1,0555.

Суммарная кинематическая вытяжка: 17,706.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 256,54 мм; 2 шкив 300 мм;

(верхняя)

2-я секция тяговых шкивов: 3-й шкив 187,6 мм; 4-й шкив 219,38 мм;

(верхняя)

5-й шкив 256,54 мм; 6-й шкив 300 мм;

3-я секция тяговых шкивов: 7-й шкив 137,2 мм; 8 шкив 160,4 мм;

(верхняя)

9-й шкив 187,6 мм; 10-й шкив 219,38 мм;

11-й шкив 256,54 мм; 12-й шкив 300 мм;

4-я секция тяговых шкивов: 13-й шкив 137,2 мм; 14-й шкив 160,4 мм;

(верхняя)

15-й шкив 187,6 мм; 16-й шкив 219,38 мм;

17-й шкив 256,54 мм; 18-й шкив 288,3 мм.

Каждая верхняя секция тяговых шкивов имеет свою нижнюю секцию обводных шкивов с таким же их количеством и диаметрами.

19-й чистовой вытяжной шкив – 300 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 80.

7. Волоочильный стан КНТ 30.8

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 15.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 25.

Единичные кинематические вытяжки:

для 1–16 волоки – 1,1477;

для 17–24 волоки – 1,1291;

для 25 волоки – 1,098.

Суммарная кинематическая вытяжка: 26,2854.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 198,23 мм; 2-й шкив 227,59 мм;

(верхняя) 3-й шкив 261,3 мм; 4-й шкив 300 мм;

2-я секция тяговых шкивов: 5-й шкив 198,23 мм; 6-й шкив 227,59 мм;

(верхняя) 7-й шкив 261,3 мм; 8-й шкив 300 мм;

3-я секция тяговых шкивов: 9-й шкив 122,6 мм; 10 шкив 139,32 мм;

(верхняя) 11-й шкив 158,34 мм; 12-й шкив 179,9 мм;

13-й шкив 204,44 мм; 14-й шкив 232,32 мм;

15-й шкив 264 мм; 16-й шкив 300 мм;

4-я секция тяговых шкивов: 17-й шкив 122,6 мм; 18-й шкив 139,32 мм;

(верхняя) 19-й шкив 158,34 мм; 20-й шкив 179,9 мм;

21-й шкив 204,44 мм; 22-й шкив 232,32 мм;

23-й шкив 264 мм; 24-й шкив 300 мм.

Каждая верхняя секция тяговых шкивов имеет свою нижнюю секцию обводных шкивов с таким же их количеством и диаметрами.

25-й чистовой вытяжной шкив – 300 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 90.

8. Волоочильный стан НТ 40.10

Максимальная скорость проволоки на выходе из стана, м/с: 13.

Максимальное конструктивное количество волок (без учета сдвоенных волок), шт.: 20.

Единичные кинематические вытяжки:

для 1–19 волоки – 1,1696;

для 20 волоки – 1,0555.

Суммарная кинематическая вытяжка 20,709.

Диаметры тяговых шкивов:

1-я секция тяговых шкивов: 1-й шкив 256,54 мм; 2-й шкив 300 мм;

(верхняя)

2-я секция тяговых шкивов: 3-й шкив 256,54 мм; 4-й шкив 300 мм;

(верхняя)

3-я секция тяговых шкивов: 5-й шкив 160,4 мм; 6-й шкив 187,6 мм;

(верхняя) 7-й шкив 219,38 мм; 8-й шкив 256,54 мм;

9-й шкив 300 мм;

4-я секция тяговых шкивов: 10-й шкив 160,4 мм; 11-й шкив 187,6 мм;

(верхняя) 12-й шкив 219,38 мм; 13-й шкив 256,54 мм;

14-й шкив 300 мм;

5-я секция тяговых шкивов: 15-й шкив 160,4 мм; 16-й шкив 187,6 мм;

(верхняя) 17-й шкив 219,38 мм; 18-й шкив 256,54 мм;

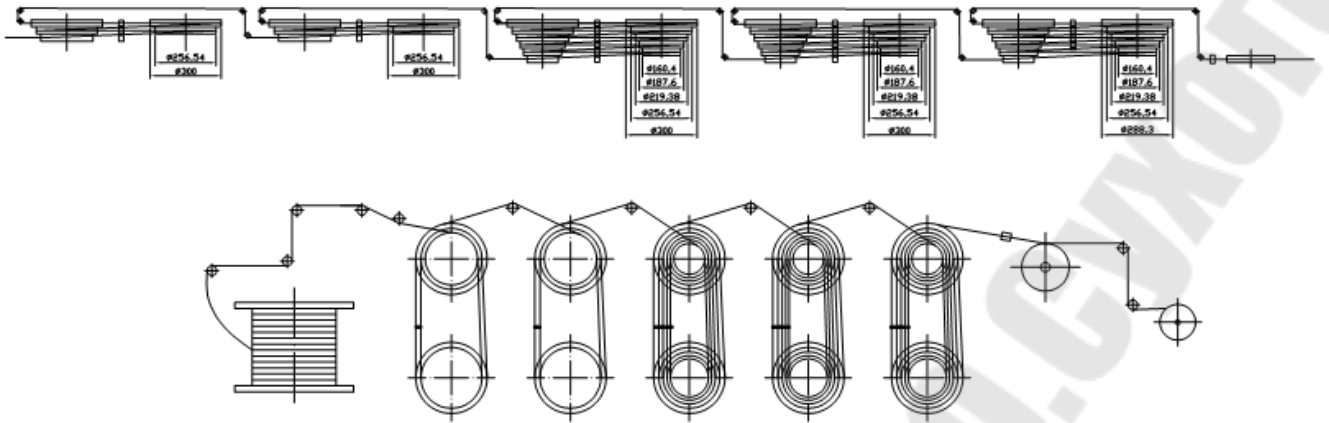
19-й шкив 288,3 мм.

Каждая верхняя секция тяговых шкивов имеет свою нижнюю секцию обводных шкивов с таким же их количеством и диаметрами.

20-й чистовой вытяжной шкив – 300 мм.

Мощность двигателя одного общего привода шкивов, кВт: 100.

Волоочильный стан NT 40.10



Бобарикин Юрий Леонидович

**ТЕХНОЛОГИЯ
ВОЛОЧИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Практикум
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-42 01 01 «Металлургическое
производство и материалобработка (по направлениям)»
направления специальности 1-42 01 01-02
«Металлургическое производство
и материалобработка (материалобработка)»
специализации 1-42 01 01-02 01
«Обработка металлов давлением»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 24.01.14.

Рег. № 13Е.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>