

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов»

И. В. Астапенко

ОБОРУДОВАНИЕ ВОЛОЧИЛЬНЫХ И КАНАТНЫХ ЦЕХОВ

ПОСОБИЕ

**по курсу «Оборудование метизных цехов»
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
материалов давлением» дневной
и заочной форм обучения**

Гомель 2018

УДК 621.77(075.8)
ББК 34.622+34.8я73
А33

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 10 от 05.12.2017 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Материаловедение в машиностроении» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук *И. Н. Степанкин*

Астапенко, И. В.
А33 Оборудование волоочильных и канатных цехов : пособие по курсу «Оборудование метизных цехов» 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 материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения / И. В. Астапенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 55 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: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведен теоретический материал по основному оборудованию волоочильных цехов: дана классификация, рассмотрены конструкции и принцип действия линий волочения, волоочильных станков; по вспомогательному оборудованию: представлен материал по агрегатам для намотки и размотки; описаны конструкции узлов окалиноломателей и преформирующих устройств, машин острения концов, правки, резки, а также устройство и принцип действия канатных машин.

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 материалов давлением» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.77(075.8)
ББК 34.622+34.8я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1. Волоочильные станы. Основное оборудование	4
Тема 1. Введение. Классификация волоочильного оборудования.....	4
Тема 2. Конструктивные особенности однократных волоочильных станов.....	6
2.1. Волоочильные станы с прямолинейным движением материала.....	7
2.2. Барабанные станы однократного волоочения.....	9
Тема 3. Конструктивные особенности многократных волоочильных станов.....	11
3.1. Станы магазинного типа.....	12
3.2. Петлевые многократные станы, работающие с противонатяжением.....	16
3.3. Прямоточные многократные станы с противонатяжением...	19
3.4. Станы многократного волоочения со скольжением.....	21
3.5. Линии волоочения в роликовых волоках.....	23
Тема 4. Волоочильный инструмент.....	29
ЧАСТЬ 2. Волоочильные станы. Вспомогательное оборудование..	33
Тема 5. Размоточные, приемные устройства волоочильных станов.....	33
5.1. Размоточные устройства станов тонкого волоочения.....	33
5.2. Намоточные устройства станов тонкого волоочения.....	34
5.3. Размоточные устройства станов грубого волоочения.....	36
5.4. Намоточные устройства станов грубого волоочения.....	37
Тема 6. Конструкции окалиноломателей.....	38
Тема 7. Острильные и острильно-затяжные станки.....	40
Тема 8. Оборудование термической обработки проволоки.....	43
ЧАСТЬ 3 КАНАТНЫЕ МАШИНЫ	49
Тема 9 Канатные машины. Общие сведения.....	49
9.1. Канатные машины двойного кручения с внутренним расположением питающих катушек.....	50
9.2. Канатные машины двойного кручения с внешним расположением питающих катушек.....	52
ЛИТЕРАТУРА	54

ЧАСТЬ 1 Волоочильные станы. Основное оборудование

Тема 1 Введение. Классификация волоочильного оборудования

Современные станы для обработки металлических деталей методом волочения достаточно совершенны. Они сегодня характеризуются:

- повышенной производительностью;
- хорошим качеством поверхности выпускаемого продукта;
- увеличенной стойкостью волок;
- улучшенными условиями техники безопасности.

Оборудование для волочения проволоки из стали отличается от волоочильного оборудования, предназначенного для волочения проволоки из цветных металлов. Но грань между этими видами оборудования сегодня стирается. Сама технология процесса определяет специфику требований к конструкциям волоочильного оборудования и его основным характеристикам.

Исходной заготовкой для производства проволоки является горячекатаный прокат – катанка диаметром 5,0 – 19,0 мм. Ранее для неоднократного передела в основном использовалась катанка диаметром 6,5 мм, однако, в последнее время все чаще применяется катанка диаметром 5,5 мм термически обработанная с прокатного нагрева, что связано с возможностью значительного ресурсосбережения за счет сокращения количества переделов при волочении проволоки.

Каждый агрегат оснащен *основным и вспомогательным оборудованием*. Основным технологическим оборудованием волоочильных цехов служат волоочильные станы. Рассмотрим их классификацию.

Классификация волоочильного оборудования

Все известные в настоящее время волоочильные станы можно классифицировать следующим образом (рис. 1.1):

- по конструкции, по принципу работы;
- по кратности;
- по диаметру протягиваемой проволоки;
- по кинематическому принципу.

Кроме того, на практике, как в СНГ, так и за рубежом, принято делить волоочильные станы на станы “сухого” и “мокрого” волочения.

Для осуществления волочения применяются в основном *многократные станы*. Абсолютное большинство таких волоочильных станов имеет тяговые барабаны или шайбы.

Станы с прямолинейным движением металла используются реже (цепные, гусеничные, реечные, гидравлические). Обычно они предназначены для производства прутков и труб больших диаметров.

Многократные станы магазинного типа (без скольжения проволоки с накоплением) занимают большую долю имеющегося на отечественных металлургических предприятиях на сегодняшний день волоочильного

оборудования, но в настоящее время производителями волочильного оборудования такие станы не выпускаются. Причиной чему является их низкая энергоэффективность и производительность.

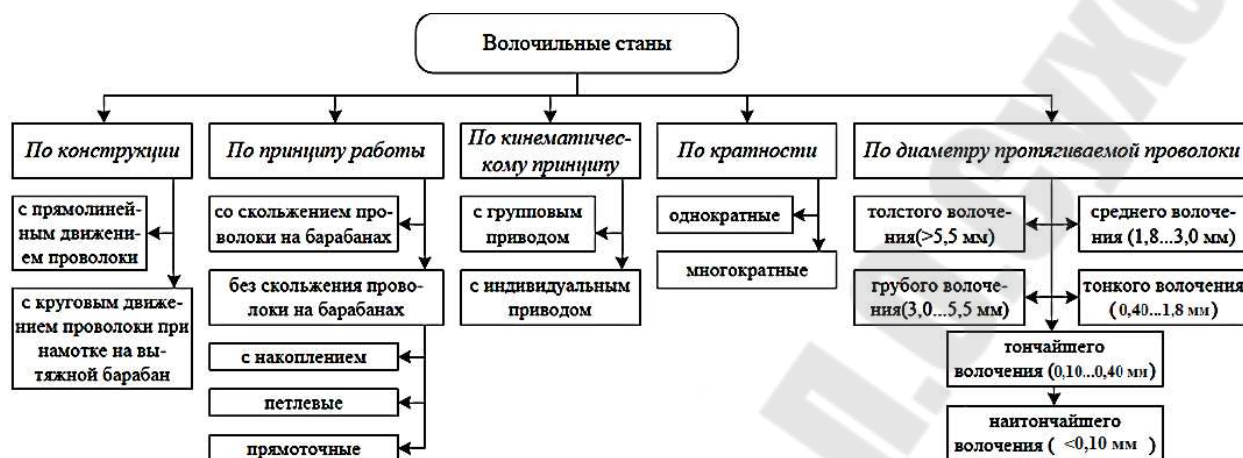


Рисунок 1.1 – Классификация волочильных станов

Современную альтернативу им составляют *петлевые и прямоточные* волочильные станы. Это агрегаты многократного волочения, работающие с автоматическим регулированием скоростей промежуточных барабанов без накопления проволоки на них. При заправке этих станов на каждый барабан наматывается не более 10 витков, и в процессе работы это количество проволоки остается неизменным. В случае износа какой-либо волюки, или появления другого возмущающего воздействия, частота вращения приводных электродвигателей изменяется таким образом, чтобы обеспечить постоянство секундного объема металла в любом месте стана.

Для процесса волочения проволоки из мягких материалов, например, из цветного металла, применяются волочильные станы с функцией скольжения. Это обусловлено тем, что при скольжении проволоки из мягкого материала потери при трении меньше, чем при волочении материала из стали. Повышенная пластичность и меньшая прочность цветного металла в любом случае облегчают заправку стана.

При производстве стальной проволоки реже применяются станы с функцией скольжения, в основном при производстве тонкой проволоки минимального диаметра и проволоки для специального применения.

В учебно пособии «Оборудование волочильных и канатных цехов» будет рассматриваться следующее основное и вспомогательное оборудование волочильных станов:

Основное оборудование:

- а) станы однократного волочения
- прямолинейного типа;

- барабанного типа;
- б) станы многократного волочения
- станы магазинного типа;
- станы петлевого типа;
- станы прямоточного типа;
- станы волочения со скольжением.

Вспомогательное оборудование:

- разматыватели;
- наматыватели;
- окалиноломатели;
- приспособления для острения проволоки;
- приспособления для сварки проволоки и др.

Тема 2 Конструктивные особенности однократных волочильных станов

*Однократным называется волочение, при котором проволока протягивается через одну или несколько волок при помощи **только одного тягового элемента** (рис. 2.1).*

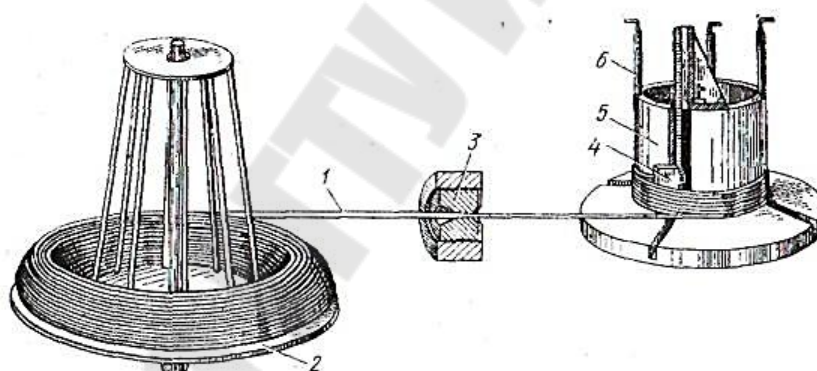


Рисунок 2.1- Принцип однократного волочения:

1 - проволока; 2 - размоточная фигурка; 3 - волока; 4 - клещи; 5 - тяговый барабан; 6 – спица укладки проволоки.

Волочильные станы однократного волочения разделяют на 2 основных вида:

Станы с прямолинейным движением обрабатываемого материала. Получаемый профиль остается в прямолинейном виде, а не в мотке. Рабочий инструмент – одна волока, которая может быть одинарной, вдвоенной строенной. Иногда используются волокни большей кратности, т.е. в одном волокодержателе может быть установлено несколько волок. Но так как тяговое устройство одно – волочение считается однократным.

Станы с наматыванием металла на тяговый барабан. Применяемый инструмент аналогичен первому типу.

2.1 Волоочильные станы с прямолинейным движением материала

Кроме проволоки волочением можно получать прутковые, фасонные и трубные профили, которые отличаются от проволоки отсутствием сматывания в мотки или катушки. Они используются в изготовлении прутков, труб и заготовок в машиностроении или строительстве, ювелирном производстве. Калибровка металла используется в метизном производстве, производстве болтов, гаек, гвоздей и др. Основной особенностью это волочения является использование специального волочильного оборудования (рис. 2.2).

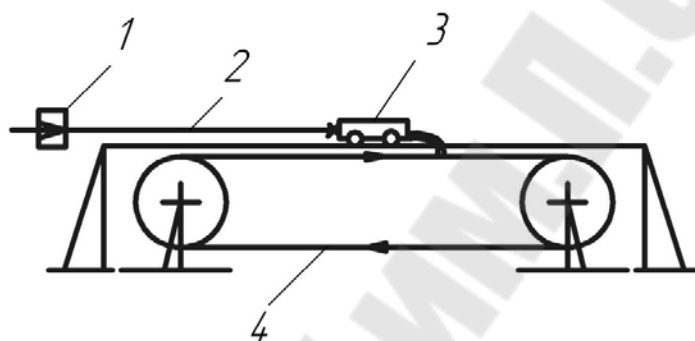


Рисунок 2.2 - Схема прямолинейного цепного волочильного стана:
1-волока; 2 - проволока; 3 - тяговый элемент; 4 - цепь.

Работа волочильного стана с прямолинейным движением материала основана на том, что заготовку (пруток или трубу), имеющую ограниченную длину (8–12 м), подают на стан и протягивают с уменьшением площади поперечного сечения через коническую волоку посредством тянущей тележки, затем тележку возвращают к стойке волок, а на стан подают следующую заготовку, и процесс повторяют.

Привод тянущей тележки может быть различным:

а) посредством жесткого тянущего элемента – *штока гидроцилиндра или зубчатой рейки*;

б) посредством гибкого тянущего элемента: *тяговой цепи, каната или тонкой ленты*, приводимых в движение звездочкой или тянущим барабаном.

В настоящее время наибольшее распространение получили *цепные волочильные станы*.

Скорость волочения может достигать 2 м/с, а скорость возврата тянущей тележки к стойке волок 2,5 м/с, усилие волочения от 0,05 до 1 МН, диаметр протягиваемых заготовок до 150 мм (до 400 мм – трубы), длина 10–30м.

Рабочий стол волочильного стана воспринимает силу, возникающую при волочении, и служит для соединения всех узлов стана. Он

состоит из нескольких секций, количество которых определяется полезной длиной волочения.

Главный привод стана предназначен для перемещения тянущей тележки и у цепного волочильного стана состоит из электродвигателя, редуктора и ведущих звездочек, размещенных на приводном валу, который смонтирован на подшипниках качения в специальном корпусе и соединен с валом редуктора. В приводе станом обычно используют электродвигатели постоянного тока, это позволяет регулировать скорость волочения в широких пределах и производить плавный запуск привода. Возврат тянущей тележки осуществляется чаще всего тем же двигателем.

Повышение производительности станом достигается на основе роста скорости волочения и длины протягиваемой трубы. Необходимо также, чтобы время, затрачиваемое на осуществление рабочего хода, перекрывало время вспомогательных операций. Для повышения производительности также применяют одновременное волочение нескольких заготовок.

Существенное сокращение времени вспомогательных операций привело к созданию *станом полунепрерывного типа*. Основное отличие их от станом периодического действия заключается в том, что на тяговых цепях закреплены две тянущие тележки и время возврата одной тянущей тележки в значительной мере перекрывается временем волочения изделия другой тележкой. Благодаря этому доля времени вспомогательных операций в цикле волочения существенно снижается. Однако, как и в станом периодического действия, в полунепрерывных станом цикл волочения одного изделия включает время для его захвата, разгона тележки до номинальной скорости и ее торможения перед захватом изделия. Кроме того, влияние скорости волочения на производительность полунепрерывных станом так же ограничено, как и на производительность станом периодического действия.

Основное отличие этого оборудования от проволочного волочения - прямолинейное движение тянущего проволочного механизма, а в проволочном волочении используется вращающееся движение тягового механизма.

К *основным видам* этого волочильного оборудования относят:

- цепные волочильные станом;
- реечные волочильные станом.

В цепном стане тяговый механизм представляет собой тележку с захватом проволочки, движение которой обеспечивает цепь.

Реечные станом отличаются от цепных наличием в качестве привода тележки реечного механизма. Преимущество реечных станом - большая длина ходов тележки, компактная конструкция стана.

В связи с низкой производительностью этих видов станов, используются одновременный захват нескольких прутков и протяжка через несколько волок. Для повышения производительности также используются специальные механизмы, позволяющие непрерывно обрабатывать прутковые материалы. В этих станах используют самозаклинивающийся механизм захвата, позволяющий в автоматическом режиме фиксировать и отпускать пруток в процессе его непрерывного движения. Перед волочением прутков всегда используют предварительные операции удаления окалины, наносят специальный подсмазочный слой, способствующий удержанию смазки при волочении. Это связано с большими диаметрами заготовок и, следовательно, с большими усилиями волочения.

Основное назначение однократных станов – волочение и калибровка труб, калибровка прутков, волочение фасонных профилей.

Применяются в основном в трубном производстве для холоднотянутых труб, в машиностроении для обеспечения собственного производства калиброванной прутковой заготовкой.

Основные преимущества:

- простота конструкции;
- возможность волочения сплошных, полых, фасонных профилей как круглого так и других форм сечений;
- широкий размерный ряд заготовок.

Недостатки:

- низкая производительность;
- нет возможности контролировать и управлять технологическими режимами волочения (натяжения, температура, смазка, скорость, усилие и т.д.);
- небольшая степень деформации, вследствие наличия только одного прохода;
- многократное волочение требует многократного прохождения заготовки через стан с постоянными остановками после каждого цикла;
- ограниченная длина протягиваемого металла.

2.2 Барабанные станы однократного волочения

Волочильные однократные станы барабанного типа используются для волочения толстой проволоки, различных профилей и круглых сечений диаметром до 25–40 мм, а также труб (для волочения труб диаметром 40–50 мм применяют станы с диаметром барабана 1400–1500 мм; при волочении труб диаметром 75–80 мм диаметр барабана достигает 3000 мм). По расположению осей барабанов эти станы изготавливают вертикальными и горизонтальными.

Станы однократного волочения в зависимости от сечения и

качества протягиваемого металла рассчитывают на усилие 0,05–200 кН при скоростях волочения 0,3–5 м/с.

Диаметр барабана определяется максимальным диаметром протягиваемой проволоки на данном стане.

Наибольшее применение в настоящее время имеют станы с вертикальным расположением оси барабана, так как на этих станах легче механизировать съем бухт, рис. 2.3.

Стан с наматыванием имеет следующую принципиальную схему:

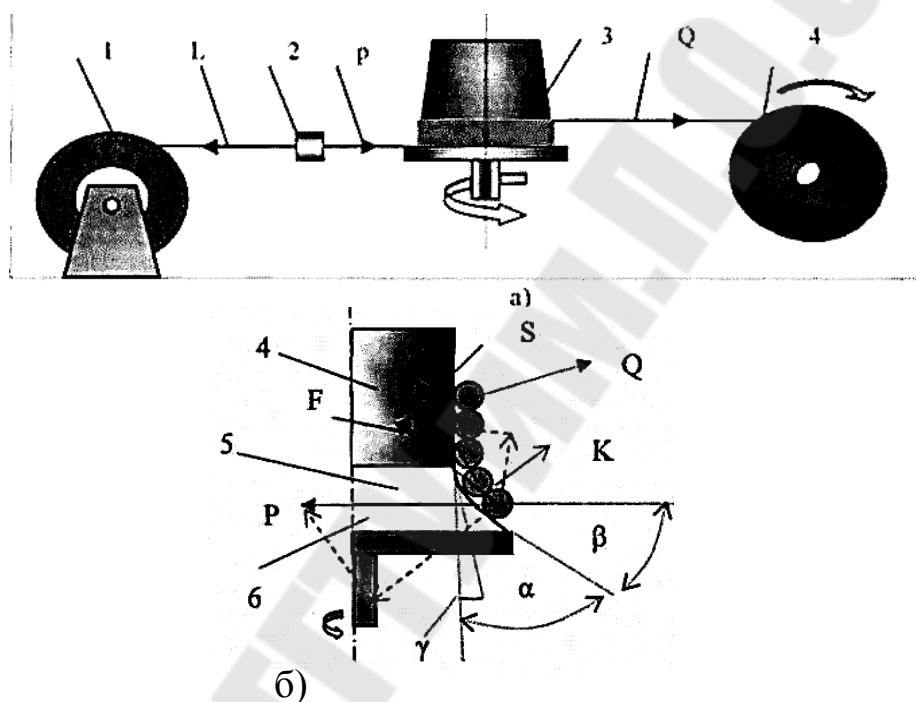


Рис. 2.3 - Стан однократного волочения барабанного типа:

а) Схема стана однократного волочения барабанного типа:

1 - устройство размотки; 2 – мылъница с волокой; 3 - тянущий барабан; 4 - устройство намотки

б) Схема действия сил на барабане при волочении проволоки:

4- корпус барабана. 5-галтель барабана; 6- «юбка» барабана; F - сила давления набегающего витка, K - сила трения между витками, S - сила воздействия соседнего витка; P - сила волочения; Q - сила натяжения сбегающей ветви; γ - угол конусности барабана; α - угол отклонения набегающего витка. β - угол конусности "юбки" барабана.

В станах однократного волочения находят применение электродвигатели как постоянного, так и переменного тока, которые должны обеспечивать:

- возможность запуска стана на ползучей скорости и плавный разгон во избежание обрыва проволоки при захвате;

- плавный и в тоже время быстрый разгон для обеспечения максимальной производительности;

- регулировку скорости волочения в зависимости от протягиваемого материала и его сечения с целью максимального использования производительности стана;

- возможность аварийной остановки электродвигателя во избежание несчастных случаев.

Основное назначение стана – калибровка круглого сплошного профиля, полученного на проволочном прокатном стане.

Применяется в основном в метизном производстве для получения калиброванного металла в бухтах, который далее используется в холодновысадочном производстве.

Кроме волочения сплошных профилей станы такого типа способны калибровать холоднодеформированные трубы небольших сечений, сворачиваемых в бухты.

Основные преимущества:

- простота конструкции;
- возможность обработки длинномерных изделий.

Недостатки:

- небольшая степень деформации, вследствие наличия только одного прохода;
- многократное волочение требует многократного прохождения заготовки через стан с постоянными остановками после каждого цикла;
- ограниченная площадь сечения протягиваемого металла:
 - а) для сплошного профиля до 40 мм;
 - б) для трубного профиля до 50 мм.

Тема 3 Конструктивные особенности многократных волочильных станов

Многократные станы без скольжения

Многократное волочение перед однократным имеет следующие преимущества:

- автоматический переход с одного обжатия на другое;
- увеличение скорости на чистовом барабане при постоянной скорости на размотке;
- улучшение условий волочения (уплотнение слоя смазки на поверхности проволоки).

Производство тонкой и тончайшей проволоки осуществляется только на станах многократного волочения. Кратность волочения определяется величинами единичных и суммарных обжатий.

Многократные волочильные станы, работающие без скольжения проволоки на промежуточных барабанах, составляют наиболее обширную группу современных машин. Их применяют для волочения про-

волоки – от грубой до тончайшей при колебании кратности от двух до тридцати.

Процесс данного многократного волочения отличается отсутствием скольжения проволоки по барабану.

Задача решается двумя путями.

- скорость проволоки постоянно согласуется со скоростью своего барабана, по этому принципу работают станы магазинного типа.
- скорость промежуточного барабана постоянно согласуется со скоростью наматываемой проволоки, по этому принципу работают станы петлевого и прямоточного типа.

3.1 Станы магазинного типа

Силовой особенностью многократного волочения является необходимость согласования скоростей движения проволоки после каждой волоки. В зависимости от данного согласования различают три основных вида многократного волочения проволоки:

- волочение с накоплением проволоки на тяговых барабанах;
- волочение с автоматической регулировкой скоростей вращения тяговых барабанов;
- волочение со скольжением витков проволоки по поверхности тяговых барабанов.

Рассмотрим схему волочения с накоплением проволоки на тяговых барабанах (рис.3.1).

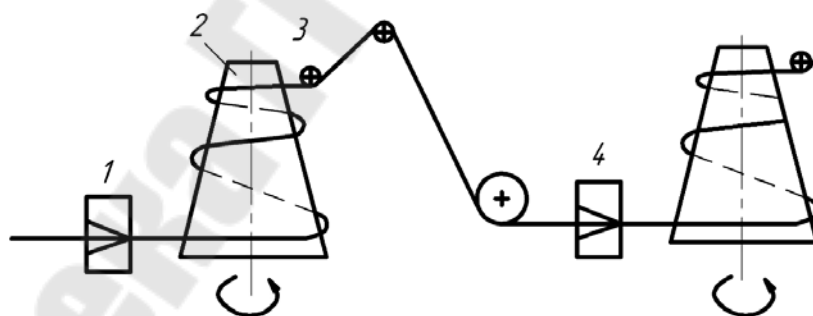


Рисунок 3.1 - Схема магазинного волочильного стана

Проволока из разматывающего устройства подается в волоку 1. После деформации проволока подается на тяговой барабан 2. Линейная скорость вращения этого барабана на 3..6% меньше, чем скорость движения проволоки на выходе из волоки 1. В результате разница скоростей на барабанах 2 накапливает дополнительные витки проволоки. Поверхность барабана коническая, поэтому происходит постоянное смещение витков кверху. Разматывающее устройство 3 сбрасывает витки и направляет их через систему роликов к волоке 4. Далее происходит аналогичное движение проволоки. Количество тяговых барабанов может быть от 1 до 10.

Благодаря накоплению витков проволоки на барабан, указанный способ волочения, позволяет не соблюдать строгое равенство в законе постоянства секундных объемов при волочении:

$$V_i \cdot F_i \neq const$$

В связи с отсутствием проскальзывания проволоки по виткам тяговых барабанов $B_i = V_i$, где B_i - линейная скорость вращения тягового барабана. В связи с тем, что барабан вращается несколько медленнее (на 3-6%), то это вызывает накопление проволоки на барабане.

Волочильные станы, работающие по приведенному типу, называются станами *магазинного типа*.

Стан магазинного типа (магазинакопление) действует по принципу многократного волочения с накоплением витков проволоки на промежуточном тяговых барабанах. По сути конструкции это набор однократных волочильных станов барабанного типа. Накопление проволоки обеспечивается превышением набегających витков над количеством сбегающих. Это превышение незначительно и составляет около 1,5 %. Принцип накопления обусловлен небольшим превышением фактической вытяжки проволоки над величиной кинематической вытяжки

Многократный волочильный стан магазинного типа без скольжения (рис. 3.2) состоит из последовательно расположенных барабанов 1, 6, 11 и 14. Между ними находятся волокодержатели с волоками 3, 8, 13. Направление проволоки к волокам осуществляется через поводковые устройства 4, 9, центральные ролики 5, 10 и направляющие ролики 2, 7, 12. Готовый бунт снимают краном 15.

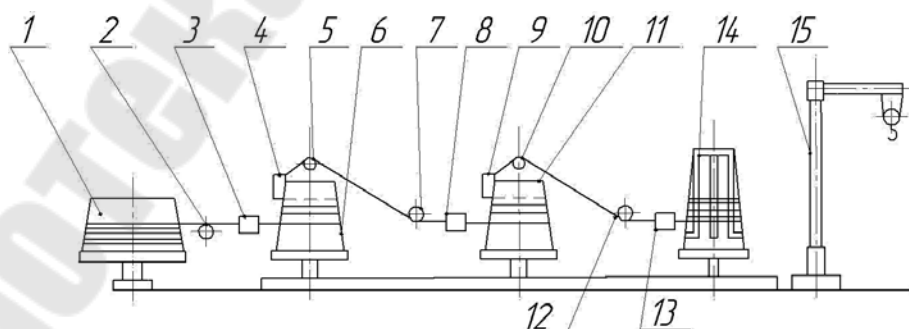


Рисунок 3.2 - Многократный волочильный стан магазинного типа

Поводковые кольца и центральные ролики установлены на каждом промежуточном барабане и отсутствуют на чистовом. Указанная схема позволяет в результате накопления запаса проволоки на промежуточных барабанах выполнять процесс ее протягивания независимо от скорости наматывания. С другой стороны тот же запас проволоки

позволяет практически не связывать скорость ее разматывания со скоростью наматывания. Скорость разматывания будет определяться необходимой скоростью протягивания металла в следующую волоку. Наличие независимого запаса (магазина) проволоки исключает ее скольжение по барабану.

На поверхностях выходного блока чистового барабана предусмотрены пазы для размещения грейфера. Рассматриваемые магазинные станы выполняют с индивидуальным и групповым приводом.

При индивидуальном приводе волочильные барабаны между собой не связаны. Просто технологическим процессом задается определенная последовательность в увеличении скорости, достигаемой установкой редуктора с повышенной выходной скоростью.

Достоинства стана: простота конструкции, нет сложной и дорогой системы регулирования скоростей тяговых барабанов.

Недостатком станов магазинного типа является многочисленное количество гибов – перегибов проволоки при ее движении от начального блока к чистовому. Для избегания большого накопления проволоки на барабанах и свойственному этому явлению скручивания проволоки применяют станы со сдвоенным барабаном.

На станах магазинного типа легко конструктивно устраняется также главный недостаток таких машин – скручивание проволоки при волочении. Для этого применяют сдвоенные барабаны. Видно, что на одном барабане проволока закручивается в одну сторону, а на втором – в другую. Но двойное скручивание еще в большей мере сказывается на механических свойствах проволоки.

Стан со сдвоенными барабанами состоит из отдельных блоков, и количество их соответствует кратности волочения. В отличие от обычных станов в этой конструкции на каждом шпинделе имеется два барабана, расположенных один над другим. Нижний барабан плотно насажен на шпиндель и соединен с ним через шпонку. Верхний барабан может свободно вращаться в любом направлении, так как он установлен на шпинделе на подшипниках качения. Между нижним и верхним барабанами на шпиндель одевается фрикционное кольцо с направляющим роликом. Силы трения возникающие между шпинделем и кольцами стремятся вращать фрикционное кольцо с роликом в том же направлении, что и шпиндель.

Ролик направляет проволоку с нижнего барабана на верхний. Намотка проволоки на нижний и верхний барабаны производится в противоположном друг к другу направлении, как это показано на рис. 3.3.

После накопления необходимого запаса проволоки на нижнем и верхнем барабанах проволока с верхнего барабана по двум направ-

ляющим роликам поступает к волоке следующего блока, где процесс повторяется в таком же порядке, как и на первом блоке, и т.д. до последнего блока. Схема намотки проволоки в сочетании с вращением барабанов и противоположных друг к другу направлениях, а также различные скорости вращения фрикционного кольца с направляющим роликом могут рассматриваться как дифференциальный механизм. Максимальный и минимальный запасы проволоки на барабанах контролируются конечными выключателями, расположенными на барабанах. При накоплении максимального запаса замыкается выключатель, останавливающий барабан, а при израсходовании запаса до минимума другой конечный выключатель дает команду на пуск барабана.

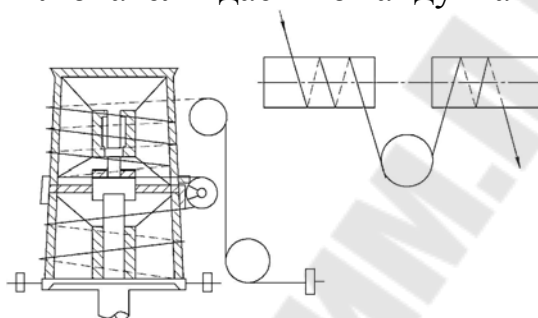


Рисунок 3.3 - Схема намотки проволоки на сдвоенные барабаны.

Когда верхний барабан находится в покое, фрикционное кольцо с направляющим роликом вращается относительно оси шпинделя вдвое медленнее, чем нижний барабан, и запас проволоки одинаково увеличивается на обоих барабанах при равных диаметрах барабанов. В том случае, когда с верхнего барабана проволока снимается в тангенциальном направлении, то барабан вращается навстречу нижнему барабану и с обоих барабанов разматывается одинаковое количество проволоки.

Если с верхнего барабана проволока снимается медленнее, чем наматывается на нижний барабан, то запас проволоки барабанов увеличивается и направляющий ролик вращается относительно оси шпинделя вдвое медленнее разницы скоростей обоих барабанов. Когда же с верхнего барабана снимается количество проволоки, равное количеству наматываемой проволоки на нижний барабан, то нижний ролик не вращается вокруг оси шпинделя. Если же с верхнего барабана сматывается больше проволоки, чем на нижний наматывается, то запас проволоки уменьшается, и фрикционное кольцо с направляющим роликом вращается в противоположном к нижнему барабану направлении со скоростью, вдвое меньшей разности скоростей верхнего и нижнего барабанов.

Наличие сдвоенного барабана на чистовом блоке стана позволяет производить съем проволоки или смену катушки при наматывании

проволоки на катушки без остановки стана.

Привод барабанов на этих станах осуществляется индивидуальными двигателями.

Преимуществами этого стана являются: возможность волочения без скручивания проволоки; отсутствие скручивания позволяет волочить на стане проволоку не только круглых, но и квадратных, шестигранных и других сечений; возможность снимать проволоку с чистового барабана или производить смену шпуль без остановки стана; любой из барабанов стана может быть кратковременно остановлен для устранения неполадки без остановки остальных барабанов; простая по кинематике и электрической схеме конструкция стана, позволяющая применять электродвигатели переменного тока.

Недостатками этой конструкции являются: большое количество изгибов проволоки по направляющим роликам, что значительно затрудняет заправку стана при волочении толстой проволоки; большой нагрев и износ фрикционного кольца на последних барабанах, где скорости достигают наибольших значений, а максимальное скольжение у фрикционного кольца получается, когда верхний и нижний барабаны вращаются с одинаковой скоростью, в разные стороны, а кольцо остается неподвижным. Нагрев и износ фрикционного кольца лимитируют повышение скорости. Нет возможности на этом стане работать с противонапряжением. Имеется другая разновидность конструкций стана, работающего по этому принципу, но барабаны расположены не один над другим, а концентрично, один в другом.

Более совершенными являются станы, *работающие с противонапряжением*.

Станы с противонапряжением обладают следующими преимуществами:

- отсутствие скручивания проволоки при переходе с барабана на барабан;
- возможность применения противонапряжения путем автоматической регулировки скорости барабанов;
- наличие противонапряжения значительно уменьшает износ волок и нагрев проволоки, что позволяет повысить качество проволоки и скорости волочения.

3.2 Петлевые многократные станы, работающие с противонапряжением

Благодаря противонапряжению уменьшается износ волок, повышается равномерность толщины проволоки и становится возможным применение более высокой скорости волочения.

Создание и регулирование противонапряжения осуществляется

регулировкой скорости вращения промежуточных барабанов при исключении возможности скольжения проволоки по барабану. Станы этого типа аналогичны другим многократным станам и состоят из нескольких последовательно расположенных барабанов с находящимися между ними волоками. Для привода каждого барабана применяются электродвигатели постоянного тока с регулируемой скоростью.

В связи с тем, что накопление проволоки приводит к большим габаритам волочильных станов, которые имеют низкую скорость волочения, используется другой принцип волочения. Он заключается в отсутствии накопления витков, но в наличии специального привода тяговых барабанов, который позволяет автоматически поддерживать заданное натяжение проволоки между тяговыми барабанами. Эта регулировка осуществляется путем изменения в автоматическом режиме скоростей волочения, которые равны скоростям вращения тяговых барабанов.

Дополнительное преимущество этого вида волочения – наличие регулируемого противонатяжения волочения. Используется две разновидности этого вида волочения: *петлевое (рис.3.4) и прямоточно(рис.3.4) е.*

Из разматывающего устройства проволока подается к волоке 1. После деформации витки проволоки наматываются на барабан 2. Их количество должно обеспечивать отсутствие проскальзывания по барабану (около 30 витков). После барабана проволока огибает петлей вокруг ролика 3 и далее попадает к волоке 4. Ось ролика 3 закреплен на подвижной опоре, поэтому величина растяжения гибкого элемента опоры соответствует величине натяжения проволоки между барабаном 2 и волокой 4. Далее движение проволоки циклически повторяется. Количество барабанов до 15. В зависимости от смещения опоры ролика 3 изменяется скорость вращения барабана 2. Эта связь обеспечивается механизмом автоматической регулировки скоростей вращения тяговых барабанов. Поэтому при волочении строго соблюдается закон постоянства секундных объемов.

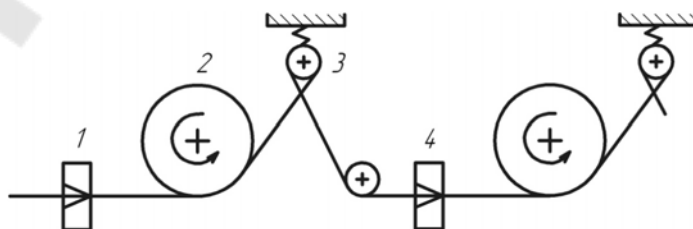


Рисунок 3.4 - Схема петлевого волочильного стана

Скорости всех барабанов регулируют таким образом, чтобы проволока подвергалась непрерывному волочению без проскальзывания. При применении двигателей постоянного тока это регулирова-

ние достигается электрической схемой путем применения реостата, механически связанного с натяжными роликами, рис. 3.5. Проволока 1, огибая барабан 2, направляется вокруг натяжного ролика 3, а затем вокруг ролика 4 в волоку 5 и на следующий барабан и т.д. При повороте нажимного ролика, связанного с реостатом 6, осуществляется регулировка напряжения в обмотке возбуждения предшествующего электродвигателя 7. Таким образом, если якорь электродвигателя будет вращаться со слишком большой скоростью, отчего петля будет увеличиваться, то скорость якоря будет уменьшаться и наоборот.

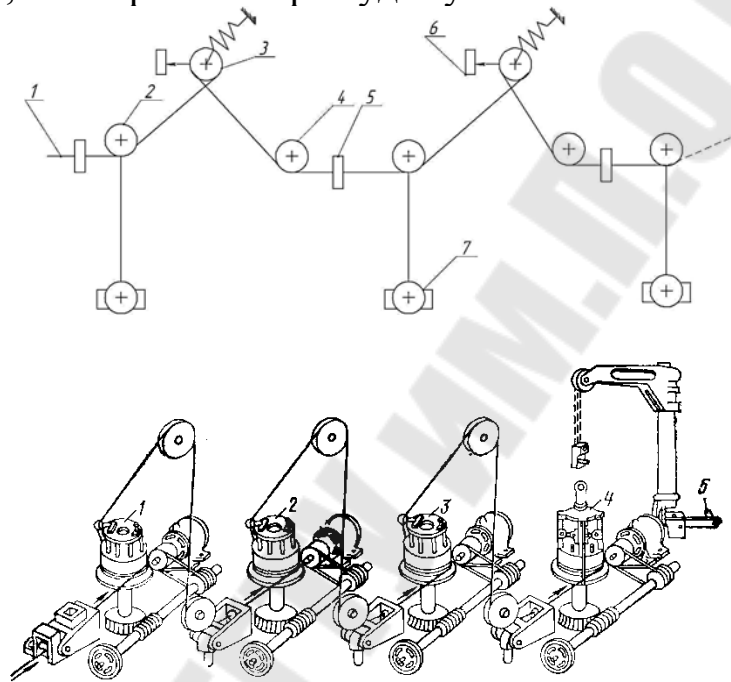


Рисунок 3.5 - Схема автоматического регулирования скорости волочения стана петлевого типа.

Может также использоваться и механическое регулирование натяжения проволоки за счет изменения положения натяжных роликов (балерин), связанных с реостатами цепи эл. двигателей приводов барабанов (рис. 3.6).

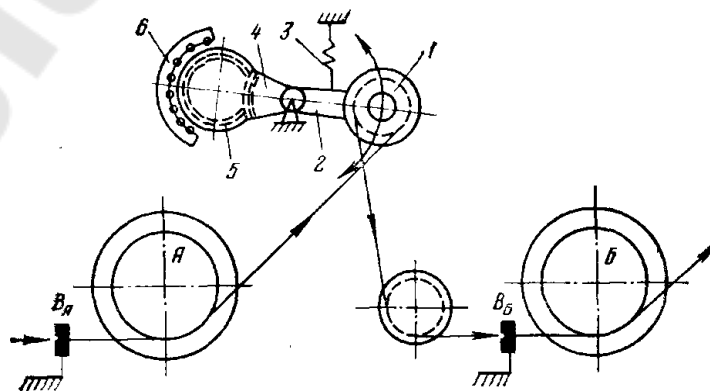


Рисунок 3.6 - Схема управления скоростью барабанов многократного волочильного стана петлевого типа

На барабанах проволока наматывается в количестве 6-12 витков для устранения проскальзывания и охлаждения. При переходе на следующий барабан перед поступлением в волоку проволока проходит натяжной ролик, образуя петлю.

К преимуществам станов петлевого типа относятся:

- практически неограниченный выбор единичных обжатий;
- возможность регулировки противонатяжения;
- более высокая по сравнению со станами магазинного типа производительность;
- отсутствие перекручивания проволоки.

Недостатками данной конструкции являются:

- затруднена заправка стана;
- дополнительные изгибы проволоки при прохождении через ролики;
- узкий диапазон регулирования противонатяжения механическим путем;

Применение постоянного тока удорожает и усложняет конструкцию.

Этих недостатков лишены **прямоточные станы с противонатяжением.**

3.3 Прямоточные многократные станы с противонатяжением

Принципиальным отличием прямоточных станов является автоматическое регулирование линейных скоростей вращения барабанов в соответствии с вытяжкой проволоки между блоками (рис. 3.7).

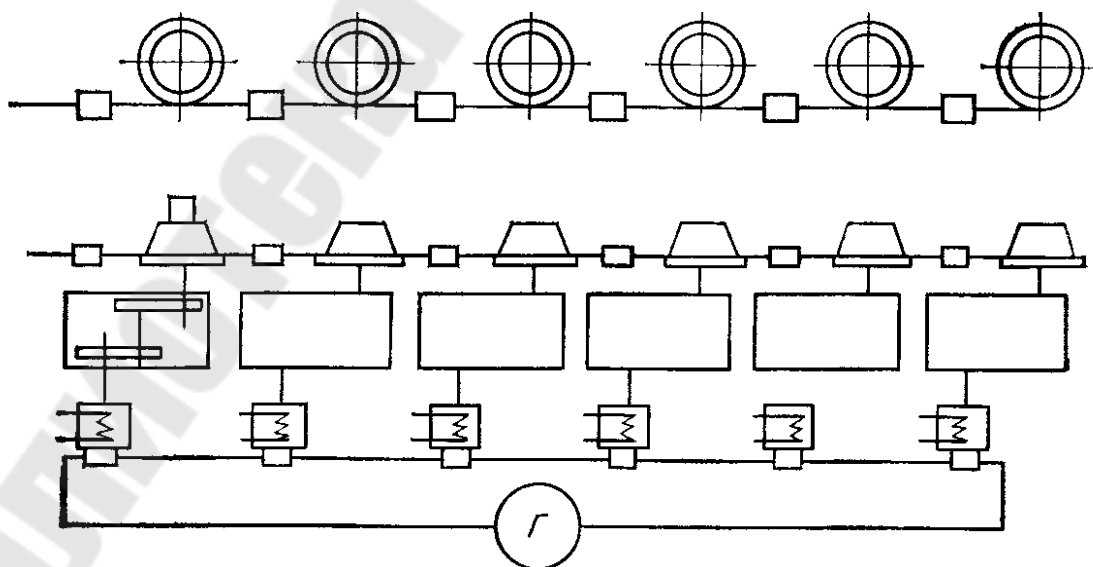


Рисунок 3.7 - Схема прямогоочного волочильного стана с автоматическим регулированием скорости барабанов

Скорость волочения задается последним чистовым блоком. В соответствии с натяжением проволоки передаваемой на регулировочный ролик между предпоследним и последним чистовым барабаном система автоматического регулирования скоростей барабанов устанавливает скорость предпоследнего барабана. Скорость равна:

$$V_{n-1} = V_n / \mu,$$

где V_n - скорость чистового барабана,

$\mu = D_n^2 / D_{n-1}^2$ - вытяжка.

Аналогичным образом устанавливаются скорости волочения по всем блокам. Управление приводом блоков осуществляется автоматически путем изменения частоты тока двигателя.

Таким образом, при установке любого маршрута, стан автоматически подстраивается и скорости устанавливаются таким образом, чтобы $\mu = i$. Прямоточные станы позволяют более точно и широко регулировать противонатяжение. Уменьшение нагрева проволоки в процессе волочения достигается за счет снижения частных обжатий и интенсивного охлаждения волок и барабанов.

Рассмотренные выше станы многократного волочения, работающие без скольжения проволоки на промежуточных барабанах, применяются наиболее широко. Их используют для волочения проволоки почти всего сортамента, при этом обеспечивается высокая производительность. Кратность машин до 15 и более, поэтому можно применять большие суммарные обжатия. Единичные обжатия допускается изменять в широком диапазоне.

Если проследить эволюцию машин многократного волочения, то она сводится к выявлению более совершенного способа синхронизации скоростей проволоки во всех переходах машины и борьбе с существенными недостатками предшествующих конструкций и технологий. Основной принцип непрерывного многократного волочения проволоки заключается в постоянстве секундных объемов металла во всех переходах волочильной машины, где через каждую его волоку должен проходить одинаковый объем металла в единицу времени. Осуществление этого принципа на практике с самого начала потребовало обеспечения в той или иной степени синхронизации скоростей тянущих барабанов. Поиск наилучшего решения этого вопроса продолжается и в настоящее время. Возможны два способа согласования скоростей проволоки с окружными скоростями тянущих барабанов в переходах машины при непрерывном процессе — полное и неполное. Самые простые многократные машины непрерывного действия работают по неполному способу согласования скоростей — со скольжением проволоки на тянущих барабанах (шай-

бах), при котором окружная скорость на каждом промежуточном барабане должна быть всегда несколько больше скорости движения проволоки на этом барабане. Машины, основанные по этому принципу, появились более ста лет назад (в 1871 г.) и широко применяются в настоящее время. Однако скольжение проволоки по барабану особенно нежелательно при многократном волочении жестких или очень вязких металлов или сплавов. В первом случае наблюдается быстрый износ барабанов, а во втором — большое количество царапин и прочих поверхностных дефектов на проволоке. Машины со скольжением имеют повышенный расход энергии на трение, у них нет возможности варьировать обжатиями в переходах ввиду постоянства уменьшает время на их охлаждение. Поэтому с момента появления этого типа машин началось совершенствование их конструкции в целях уменьшения и ликвидации скольжения проволоки о поверхность барабана кинематических вытяжек; количество витков на барабанах ограничено условиями процесса, что уменьшает время ее охлаждения.

Общими недостатками, присущими машинам с противонатяжением, как петлевым, так и прямоточным, являются малое охлаждение проволоки в связи с кратковременностью пребывания ее на каждом барабане, косвенное охлаждение проволоки, тянущих барабанов и волок, значительные их габариты и металлоемкость. Машины с противонатяжением в связи с необходимостью синхронизации скоростей барабанов требуют создания достаточно сложных и дорогих систем автоматизированного электропривода. Из проведенного далеко не полного анализа известных типов машин несложно сделать следующие **выводы:**

- появление каждого нового типа машин устраняло в известной мере недостатки предыдущих, но появлялись новые, что также ограничивало области их применения;
- основа непрерывного волочения в машинах с противонатяжением - синхронизация скоростей — достигается слишком большим усложнением машин и их удорожанием;
- дальнейшему существенному росту скоростей волочения, и, соответственно, увеличению производительности на современных машинах сухого волочения с противонатяжением препятствует несовершенная система охлаждения проволоки, тянущих барабанов и волочильного инструмента.

3.4 Станы многократного волочения со скольжением

Основной недостаток многократного волочения с автоматической регулировкой скорости волочения - необходимость использования

сложной системы автоматического регулирования, натяжения проволоки между барабанами и скорости этой проволоки.

Для исключения этого недостатка используют принцип волочения со скольжением витков проволоки по поверхности тяговых барабанов (рис. 3.8). Скольжение позволяет создавать силу волочения за счет сил трения между витками и барабаном. Возникающая возможность автоматической настройки скоростей волочения без контроля натяжения. Регулировка осуществляется изменением разницей между скоростью проволоки и барабана.

Основной недостаток волочения со скольжением - невозможность использования больших диаметров проволоки (более 2 мм).

Большие диаметры проволоки используются при волочении с накоплением витков, а средние диаметры при волочении с автоматической регулировкой скоростей.

Проволока огибает шайбу на 1,5 - 3,5 витка. Проволока всегда находится в натянутом состоянии, что создает трение скольжение по поверхности барабана. Начинается движение проволоки с барабанов малых диаметров, скорость которых не велика и заканчивается на шайбах больших диаметров с высокой линейной скоростью вращения. Все тяговые шайбы приводные. Каждая секция шайб имеет верхний набор шайб - тяговые, и нижний набор - обводные. Количество секций может составлять от 1 до 10.

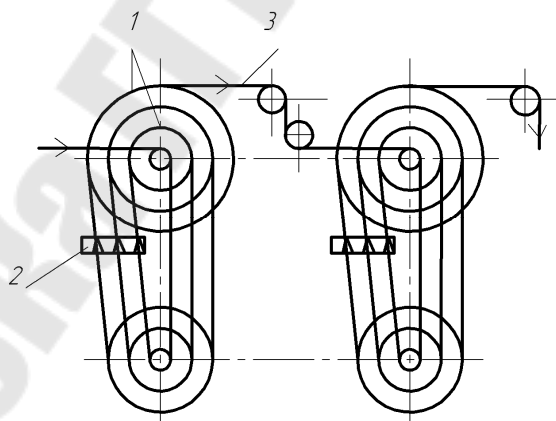


Рисунок 3.8 - Схема волочения со скольжением:
1-тяговые шайбы; 2 -волока; 3 - проволока.

Станы мокрого волочения со скольжением представляют ряд дисков (шайб) разного диаметра, которые расположены на одном валу. Перед каждым диском (тяговой шайбой) расположены волокодержатели с волками. Для изменения направления движения и перехода от одного барабана к другому имеются обводные шайбы, имеющие одинаковый диаметр с рабочими. Волоки, тяговые и обводные шайбы погружаются в жидкую смазку, которая непрерывно их омывает в процессе волочения.

Смазка в этом случае уменьшает трение в волокнах, на тяговых и холостых шайбах и одновременно охлаждает шайбы и волочильный инструмент. Разница скоростей тяговых шайб i обеспечивается за счет изменения диаметра шайбы или её угловой скорости. Передаточное число i имеет постоянное значение и заложено в конструкции стана.

Многократные машины со скольжением (рис. 3.8) характеризуются постоянной скоростью вращения всех промежуточных и чистового шкивов на протяжении всего цикла волочения и вместе с тем некоторым относительным скольжением проволоки на промежуточных шкивах, которое может меняться в ту или другую сторону в зависимости от износа канала волока. Сила волочения развивается вытяжными шкивами благодаря силам трения, которые возникают между соприкасающимися поверхностями шкива и охватывающей его проволокой.

На машинах со скольжением скорость вращения шкивов на 2 - 4 % превышает скорость выхода проволоки из волока. Такие машины в зависимости от расположения и конструкции рабочих шкивов могут быть с горизонтальными или вертикальными шкивами. Шкивы могут быть цилиндрическими или ступенчатыми. Станы с цилиндрическими шкивами применяют сравнительно редко. Более распространены станы со ступенчатыми шкивами, применяемые для волочения преимущественно тонкой и наитончайшей проволоки. Станы для волочения проволоки средних и тонких диаметров имеют 5 - 15 волок, а для тончайшей и наитончайшей и микронной проволоки 9 - 25 волок.

3.5 Линии волочения в роликовых волокнах.

Применение в качестве инструмента для обжата по сечению волок из твердых сплавов накладывает на этот процесс ряд ограничений. Прежде всего, даже при самых благоприятных условиях, стойкость волок недостаточно высока. Для обеспечения длительного срока службы волок при волочении проволоки необходимо следующее:

- поверхность катанки должна быть исключительно чистой и, кроме того, должно быть высокое качество прокатки (отсутствие овальности, бокового облоя, закатов, расслоений и окалины);
- волокни должны эффективно охлаждаться;
- между проходами волочения проволока должна максимально охлаждаться (барабаны волочильной машины должны иметь эффективное охлаждение);
- порошок мыльной смазки должен быть сухим и иметь определенный гранулометрический состав;
- скорость волочения проволоки в зависимости от диаметра, конечного размера и кратности волочильной машины не должна превы-

шать определенной величины, например, при диаметре от 3 до 12 мм быть не более 7 м/с;

- количество остановок волочильной машины должно быть минимальным во избежание налипания металла в момент начала процесса волочения;

- волока должна быть изготовлена без дефектов и иметь хорошо отполированный внутренний канал правильной геометрии;

- необходима точная соосная установка волоки в мыльницу во избежание входа и выхода проволоки под углом.

Опыт показывает, что стойкость волок при волочении проволоки диаметром от 3 до 10 мм из низкоуглеродистой стали не превышает 1,5 т на каждые 0,01 мм увеличения диаметра. Таким образом, при допуске на диаметр $\pm 0,05$ мм волоку необходимо менять через каждые 15 т.

Последние несколько десятилетий в Европе все большее предпочтение отдают холодной прокатке проволоки, особенно больших размеров в роликах (в СНГ этот процесс обычно называют волочением в роликовых волоках).

Формообразование металла в неприводных валках (роликах) прокаткой, или иначе процесс волочения в роликовых волоках, является достаточно новым направлением в производстве метизов. Первые роликовые волоки были созданы в конце прошлого века и применялись в ювелирной промышленности для профилирования драгоценных металлов. Преимущества, присущие процессу — высокая производительность и лучшее качество изделий, чем при обычном волочении, — обеспечили роликовым волокам быстрое внедрение в производство мягких цветных металлов. Применение роликовых волок для обработки железосодержащих металлов потребовало существенного качественного изменения конструкции, а именно увеличения жесткости корпуса и усиления подшипникового узла. Это потребовало много времени, и лишь в 50-х годах были созданы конструкции роликовых волок, удовлетворяющих требованиям холодной обработки высокопрочных металлов. Различные модификации созданных роликовых волок имеют мощный подшипниковый узел и значительную жесткость, что позволяет выдерживать высокие нагрузки в течение длительного времени. Одновременно они достаточно компактны и удобны в эксплуатации. С тех пор роликовые волоки непрерывно совершенствуются, и процесс находит все новые сферы применения.

В современном метизном производстве получает широкое применение холоднодеформированные арматурные профили. Для их производства применяют линии, в которых деформирующий инструмент - роликовые волоки. Последняя чистовая роликовая волока имеет рельеф на поверхности калибра соответствующего арматурного профиля.

Рассмотрим принципиальную схему линии:

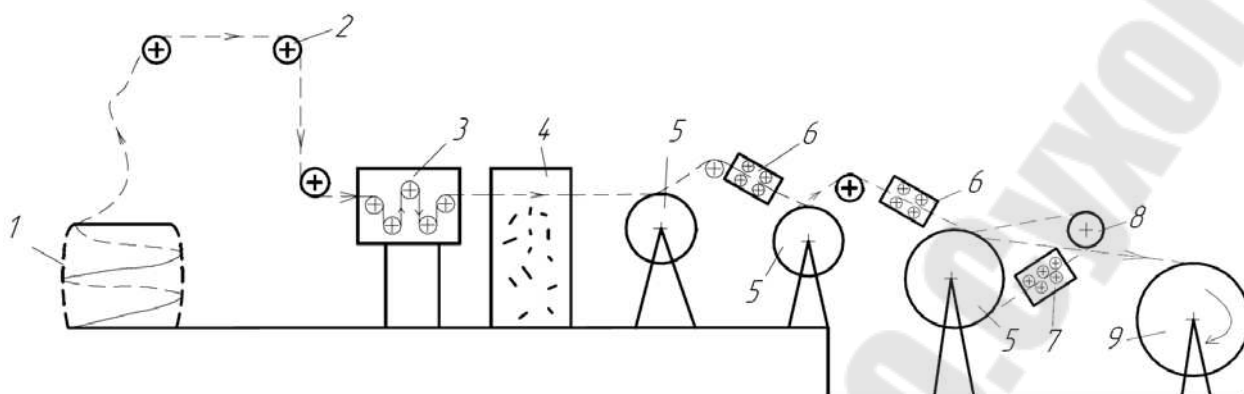


Рисунок 3.9 - Схема линии волочения в роликовых волокнах

Линия (рис. 3.9) включает в себя блок размотки катанки из бунтов 1, окаиноломатель 3, систему нанесения смазки 4, тянущие блоки 5, профилирующие кассетные устройства 6, систему снятия напряжений роликами 7, устройство намотки проволоки на катушки или бунты 9.

Исходная катанка \varnothing 6-12 мм из бухты 1 через устройство размотки 2 поступает в роликовый окаиноломатель 3. После изгибов окалина отслаивается от поверхности катанки.

Далее катанка поступает в устройство нанесения смазки 4, представляющее собой емкость заполненную смазкой. Катанка огибает первый тяговый барабан 5. Этот барабан обеспечивает усилие изгиба и натяжения катанки в окаиноломателе. Далее катанка обрабатывается в первом блоке роликовых волок 6, состоящем из 2-х роликовых узлов. В каждом узле по 2 или 3 роликовых волокна. Затем катанка огибает 2-й тяговый барабан, который обеспечивает усилие деформации в 1-м блоке роликовых волок. После она поступает в третий тяговый барабан и блок чистовых волок, имеющих рельеф арматурного профиля.

Последний тяговый барабан одновременно обеспечивает операцию правки в рихтовальном устройстве 7. Направляющий ролик 8 обеспечивает требуемое положение полосы во время рихтовки.

Полученный холоднодеформированный арматурный профиль наматывается на приемную катушку 9.

3.5.1. Схема и оборудование стана волочения в роликовых волокнах MTS 900/3 ОАО «БМЗ»

Изготовление холоднодеформированной арматурной проволоки производят в условиях СтПЦ-3 ОАО «БМЗ» на станах типа MTS 900/3. Стан предназначен для переработки низкоуглеродистой стали.

Схема волочильной линии MTS 900/3 приведена на рисунке 3.10.

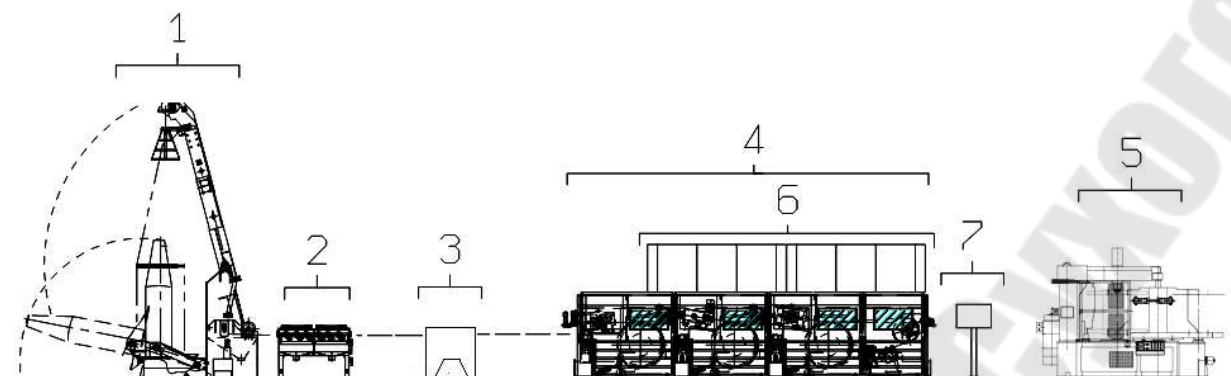


Рисунок 3.10 □ Схема расположения узлов стана волочения в роликовых волокнах MTS 900/3: 1 - SVD/2 – установка размотки бунта; 2 - RD140 – установка окалиноломателя; 3 - устройство нанесения смазки; 4 - MTS 900/2 – трёхблочный волочильный стан; 5 - BVD 1250 – намоточное устройство с горизонтальной осью; 6 - электрошкаф; 7 - панель управления оператора.

Размоточное устройство, тип SVD/2. Двухпозиционное размоточное устройство предназначено для непрерывной размотки мотков катанки. Размоточное устройство включает в себя:

- наклонную стрелу с корзиной;
- два основания, на которых установлены вертикальные опорные балки (якорь).

При помощи гидравлического привода осуществляется наклон стрелы и якоря, который устанавливается в горизонтальное положение, для надевания мотков катанки.

Характеристики размоточного устройства приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 □ Характеристика размоточного устройства

Наименование параметров	Характеристики
Количество мотков катанки	2
Высота верхнего шкива, мм	от 6 000 до 7 300
Высота заправки, мм	1 400
Масса мотка катанки, кг, не более	3 000
Управление привода	гидравлическое
Мощность двигателя, кВт	4,6

Устройство механического удаления окалины, тип RD 140. Устройство механического удаления окалины состоит из двух секций, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях. Одна секция устройства удаления окалины состоит из шести роликов. Боковые нере-

гулируемые четыре ролика (на входе и выходе) предназначены для направления катанки, центральные два ролика регулируются с помощью гидравлической системы и предназначены для снятия окалины за счет знакопеременного изгиба проходящей катанки.

При заправке катанки центральные ролики разводятся, после заправки они сводятся и в процессе работы стана ролики находятся в сведённом состоянии. Гидравлический насос приводится в действие электродвигателем переменного тока. Для предотвращения выброса пылевидной окалины на выходе из устройства установлен обдув воздухом. Осыпавшаяся окалина собирается в контейнер на колесах расположенный под устройством.

Характеристика устройства механического удаления окалины приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 □ Характеристика устройства механического удаления окалины

Наименование параметров	Характеристики
Количество роликов в секции, шт неподвижных роликов подвижных роликов	4 2
Наружный диаметр неподвижных роликов, мм	160
Внутренний диаметр неподвижных роликов, мм	110
Наружный диаметр подвижных роликов, мм	240
Внутренний диаметр подвижных роликов, мм	200
Давление воздуха, бар	от 0,9 до 3,0
Мощность двигателя, кВт	2,2

Устройство нанесения смазки на поверхность катанки, тип SA-CLR.

После удаления окалины катанка проходит через устройство смазки. Непрерывная подача смазки из бункера к жёлобу для нанесения смазки на катанку осуществляется двумя шнеками с электродвигателями и редукторами. Смазка подается из нижнего бака и затем посредством шнека поступает на верхний желоб, обеспечивая непрерывную подачу смазки. Два нагнетательных сопла для подачи сжатого воздуха

предотвращают выброс смазки из бункера проходящей катанкой. Опавшая смазка поступает в бункер для последующей подачи в жёлоб.

Волоочильный стан, тип MTS 900/3 (табл. 3.3). MTS 900/3 – это трёхблочный стан, работающий с роликовыми кассетами. Он состоит из одной прочной сварной станины, на которой установлены все рабочие детали.

Машина разработана для работы на трёх, двух или на одном блоке одновременно, в зависимости от обрабатываемой проволоки. На главной станине перед блоком, установлены роликовые кассеты. Всего предусмотрено установка трех кассет.

Подшипники роликовой кассеты автоматически смазываются централизованной установкой. Валы охлаждаются водой. Напор потока воды настраивается отводами перед станами.

Панели управления находятся впереди машины возле каждого блока волочения.

Каждый блок оснащен отдельным асинхронным двигателем. Мощность передается на блоки редукторами и/или ремнями и барабанами.

Барабаны вращаются на конических втулках, которые упрощают демонтаж (повторный монтаж) даже спустя длительный промежуток времени.

Пневматически управляемый прижимной ролик предотвращает падение проволоки с блока во время останова линии. Ролики открываются и закрываются при необходимости с помощью соленоидного клапана, активирующегося в ручном режиме с местных панелей управления.

Для предотвращения старения проволоки, каждый блок охлаждается водой, подаваемой под давлением в камеру, выстилающую внутреннюю поверхность каждого блока.

Балерина синхронизируют рабочую скорость блоков. Каждая балерина установлена на стане между двумя блоками волочения. Любое её движение приводит к изменению заданной скорости.

Последний блок машины представляет собой двойной барабан.

Сдвоенное намоточное устройство с вертикально-осевым расположением катушек предназначено для непрерывной намотки проволоки, поступающей с последнего барабана, на разъёмную катушку. Намоточное устройство оснащено вращающейся двухпозиционной платформой, на которую устанавливаются катушки. Фиксация проволоки на катушке осуществляется зажимным механизмом. При достижении заданной длины происходит остановка стана и автоматическое обрезание конца проволоки. После чего прижимной ролик фиксирует внешний виток проволоки мотка, происходит открытие верхнего шпинделя и платфор-

ма разворачивается на угол 180° для обвязки и съема мотка. После поворота платформы волочильщик фиксирует конец проволоки зажимным механизмом на нижнем фланце пустой катушки и запускает стан.

Электрическое и электронное оборудование контроля находится в отдельном, автономном шкафу с пультом управления. Доступ к оборудованию возможен через двери с запирающимися спереди и сзади ручками.

Таблица 3.3 - Характеристика волочильного стана MTS 900/3

Наименование параметров	Характеристика
Диаметр готовой проволоки, мм	4,0-12,0
Число кассет, шт	3
Диаметр барабанов, мм	900
Диаметр катанки, мм	5,5-14,0
Скорость волочения/ прокатки, м/с, не более	12
Диапазон регулировки скорости, м/с	0÷12
Охлаждение барабанов	водой
Температура охлаждающей воды, °С, не более	30
Мощность двигателей переменного тока, кВт	3×190
Номинальное рабочее напряжение, В	380
Уровень шума, дБ, не более	80

ТЕМА 4 Волочильный инструмент

Волочильным инструментом называют волоку или фильеру. На выходе из волоки получают профиль сечения и формы, соответствующих размерам и форме канала волоки (рис.4.1).

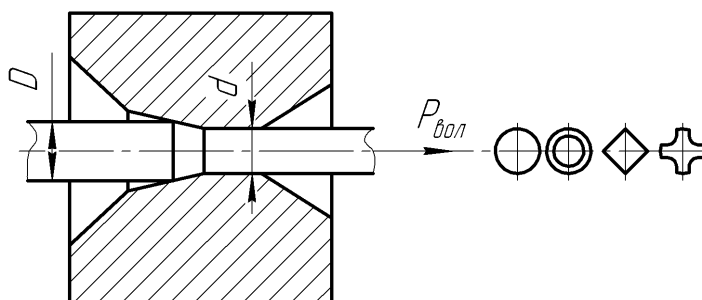


Рисунок 4.1 - Схема процесса волочения

Конструкция волоки может быть разная. Волока может быть монолитной с проточным сужающимся каналом, может быть дисковой, состоящей из двух или трех дисков - роликов, в которых сужающийся канал соответствует уменьшенному зазору в прокатных валках. Основное отличие прокатки и волочения состоит в том, что при прокатке деформирующее усилие прикладывается через инструмент – прокатные валки, а при волочении – через тянущее устройство, которое прикладывает деформирующее усилие к заготовке на выходе из инструмента. Поэтому, если при прокатке условием выполнения процесса является условие захвата полосы валками, то при волочении условием выполнения процесса является превышение предела текучести материала на выходе из волоки под напряжением от тянущего устройства. Это условие можно назвать условием отсутствия обрывности.

По конструкции волоки различают - монолитные, роликовые и шариковые.

Элементы монолитной волоки

Монолитной называют волоку конструкция, которой состоит только из одной детали. Это самый распространенный вид волок, используемый в производстве проволоки и прутков, стержней.

Рассмотрим схему этой волоки (рис.4.2).

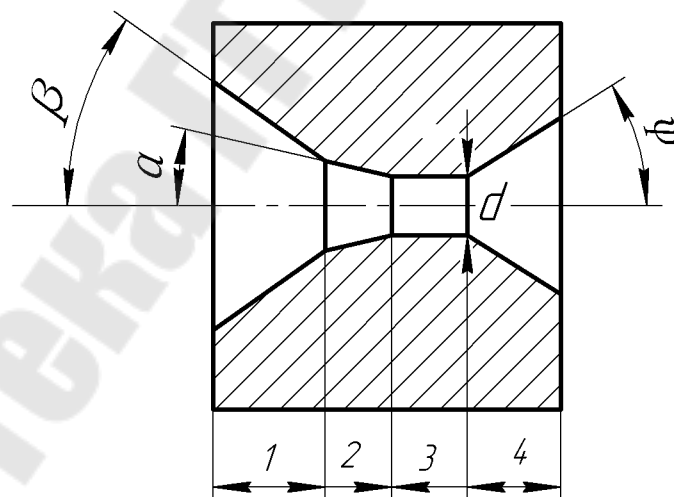


Рисунок 4.2 - Схема монолитной волоки

Основные зоны волоки:

1-входная зона, служит для ввода заготовки в волоку, обеспечивает подачу смазки. Устраняет возможность образования задилок на поверхности заготовок об острые края волок. Форма поверхности зоны может быть коническая, радиальной, двуконической, комбинированной (радиально – конической), образующей угол $2\beta = 40..60^\circ$;

2- рабочая (деформирующая) зона. Обеспечивает деформацию сечения заготовки, характеризуется углом α , изменяется в диапазоне от 4 до 12°. Эта зона также обеспечивает захват смазки вначале деформации;

3- калибрующая зона, обеспечивает получение требуемой точности, размеров и формы получаемого профиля. Повышает прочность рабочей зоны волокни, увеличивает радиус волокни в целом, уменьшает износ выходного сечения. Всегда имеет цилиндрическую форму;

4- выходная зона, служит для устранения возможности образования задира на поверхности обрабатываемого металла о края калибровочного пояска. Повышает стойкость выходной плоскости волокни от выкрашивания, смещает очаг деформации волокни ближе к середине волокни, что повышает стойкость волокни. Форма зоны может быть коническая, сферическая (радиальная), комбинированная (радиально – коническая). Характеризуется углом γ , изменяющимся в диапазоне от 30 до 45°.

Материал волокни – искусственный алмаз или твердый сплав, обработанный с помощью алмазного инструмента.

Роликовые волокни (рис.4.3)

Усилие волочения прикладывается к изделию на выходе из ролика. Основное преимущество волокни низкий коэффициент контактного трения. Т.к. трение в зоне деформации изменено, в роликовых волокнах контактное трение соответствует трению качения, а в монолитном трению скольжения. Роликовая волокна может иметь специальный профиль, нанесенный на калибр. С помощью таких калибров получают упрочненную арматурную проволоку.

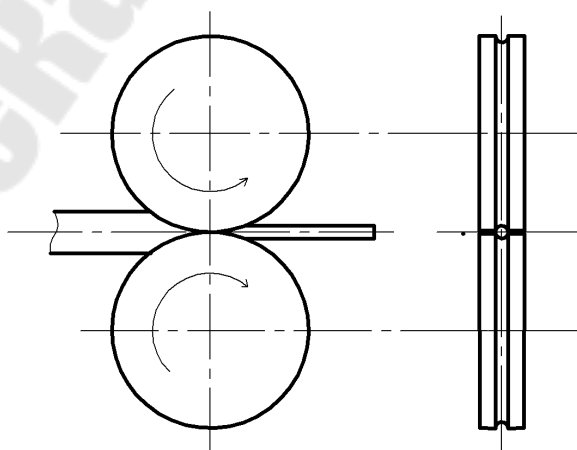


Рисунок 4.3 - Схема роликовой волокни

Шариковые волокни (рис.4.4)

Используют для получения тонкостенных труб. При волочении сепаратор удерживают шарики, вращающиеся с помощью специального

механизма. Шарики обкатывают трубную заготовку, деформируя его стенку.

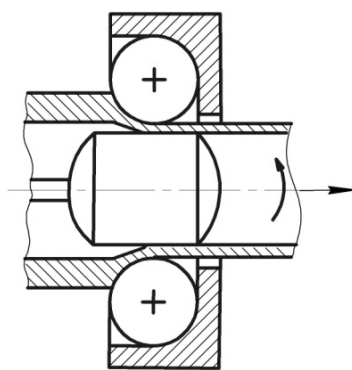


Рисунок 4.4 - Схема шариковой волоки

Монолитные волокна, совмещенные с оправками используют для волочения труб (рис.4.5), представляют собой монолитную волоку в центре кот введена оправка - может быть подвижной подвижный цилиндр, неподвижный цилиндр и самоустанавливающийся неподвижной конической.

Угол оправки подбирается так, чтобы силы втягивающие оправку равнялись силе выталкивающей оправку. При этом условии оправка само устанавливается и образуется очаг деформации с каналом волоки.

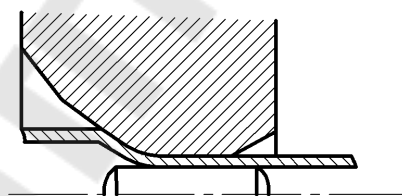


Рисунок 4.5 - Схема волоки для волочения трубы

Сдвоенные волокна (рис. 4.6)

Представляют собой набор волок из 2-х штук расположенных последовательно по ходу волочения. Волока обеспечивает уменьшение степени деформации заготовки в отдельной волоке. Это свойство называется дроблением деформации. Дробление деформации способствует повышению качества.



Рисунок 4.6 - Схема сдвоенной волоки

ЧАСТЬ 2 Волоочильные станы. Вспомогательное оборудование
Тема 5 Размоточные, приемные устройства волоочильных стан-

НОВ.

Размоточные устройства волоочильных станов разделяются на:

- разматывающие проволоку из бухт;
- разматывающие проволоку с катушек.

5.1 Размоточные устройства станов тонкого волочения

Станы тонкого волочения, а также станы среднего волочения разматывают проволоку с катушек. Рассмотрим схему размотки проволоочной заготовки с катушки (рис. 5.1).

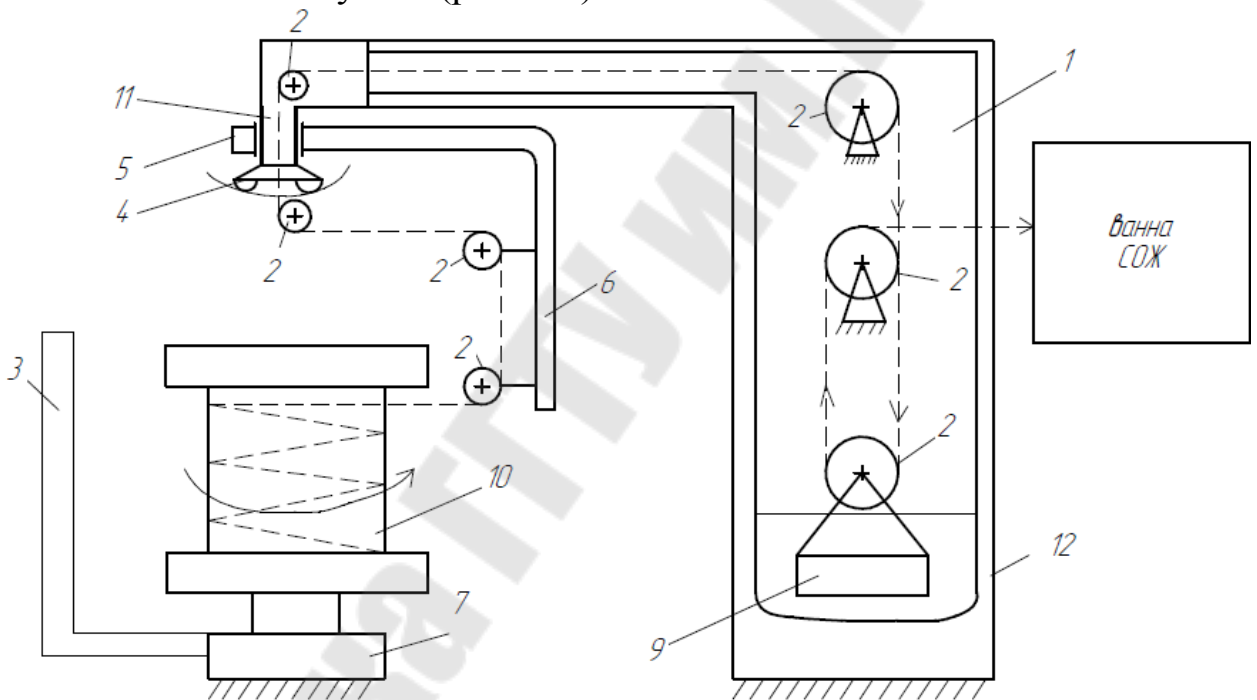


Рисунок 5.1 - Размоточное устройство стана тонкого волочения

Катушка 10 с проволоочной заготовкой устанавливается на приемный стол размотки 7. Пространство катушки ограничено защитной оградой 3, которая фиксируется после установки катушки. С катушки снимается необходимое количество витков для заправки в устройство.

Траектория проволоки определяется направляющими роликами 2. Далее проволока заправляется в волоочильный стан и далее протягивается в намоточное устройство. После этого включается привод стана - начинается процесс волочения.

При волочении размотка работает так: под действием движущейся проволоки рычаг 6 начинает вращаться. Противовес 5 позволяет удерживать равновесие, а тормозное устройство 4 позволяет создать сопро-

тивление вращению рычага 6 и этим установить натяжение проволоки при размотке. Некоторое натяжение необходимо для исключения провисания и запутывания витков проволоки, снимаемых с катушки. С неподвижной катушки рычаг начинает снимать витки проволоки, движущейся в направлении волочильного стана.

Опорный механизм 11 удерживает рычаг в устойчивом положении относительно вертикальной оси и позволяет свободно ему вращаться вокруг этой же оси. Сама проволока натяжением от силы волочения вызывает вращение рычага 6. Далее проволока поступает в тоннель поворотной консоли 1. Возможность вращения консоли позволяет поочередно снимать проволоку с разных катушек (рис 5.2).

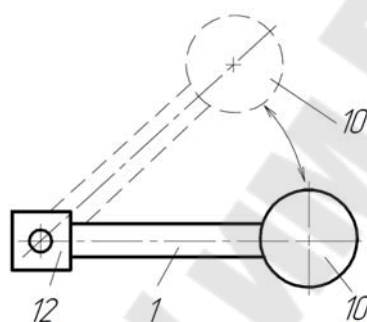


Рисунок 5.2 – Схема поворота консоли

Возможность одновременной установки 2-х катушек позволяет обеспечить непрерывный процесс волочения при замене заготовки. Если одна из катушек заканчивает свой запас проволоки, то соседний приемник доставляет новую полную катушку и после выработки первой катушки сразу заправляется вторая без паузы.

Выполняется стыковая сварка конца проволоки предыдущей катушки с началом 2-й катушки и волочение продолжается. Далее проволока поступает в опорную стойку 12. Здесь она огибает ролики по схеме. Особенностью стойки является наличие компенсирующего механизма 9.

Этот механизм стабилизирует натяжение проволоки перед волочением, также служит предохранительным устройством - останавливает стан, если натяжение проволоки резко возрастает. Рост натяжения возможен при запутывании витков.

Концевой выключатель 8 автоматически отключает привод волочильного стана, если запас проволоки волочильной заготовки закончен.

5.2 Намоточные устройства станов тонкого волочения

После волочения проволоку необходимо намотать на приемную катушку, выполняя следующие условия:

1) витки должны быть уложены ровными рядами;
 2) заполнение катушки должно быть ровным по всей ее длине. Натяжение проволоки при намотке на катушку должно быть постоянным. Постоянство натяжения проволоки при намотке обеспечивает постоянство плотности укладки витков.

Рассмотрим схему намоточного устройства стана тонкого волочения (рис 5.3).

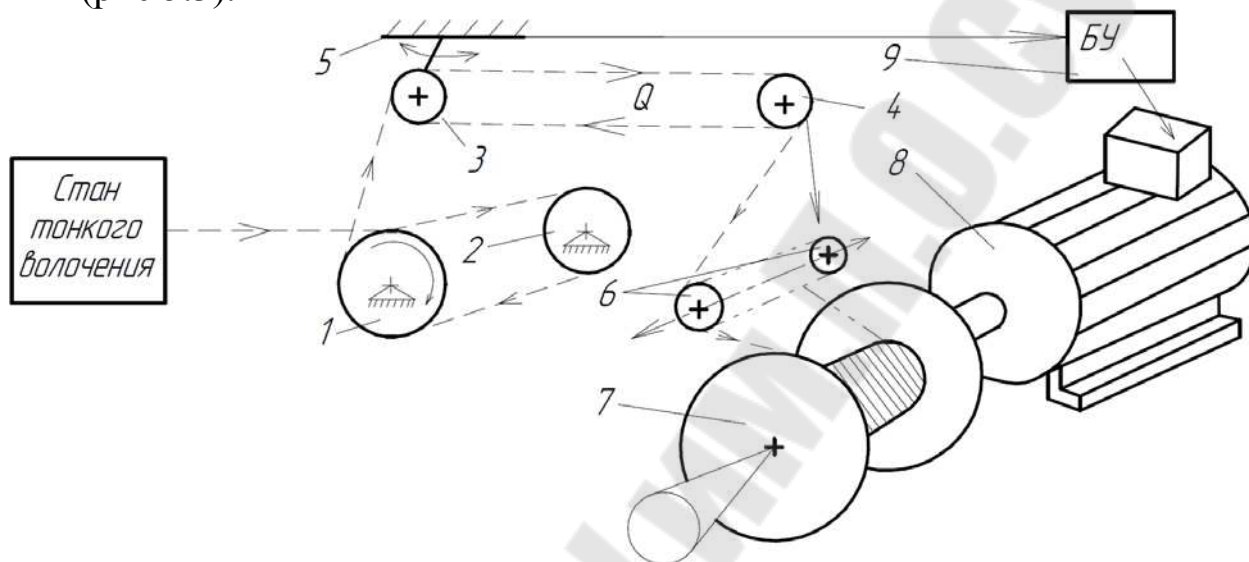


Рисунок 5.3 - Намоточное устройство стана тонкого волочения

Проволока из волочильного стана протягивается с помощью усилия чистового тягового барабана 1. Следующими 2-мя витками она огибает шкив 2. Он связан с устройством регулирования скорости волочения и контроля натяжения проволоки в стане. Далее проволока поступает в механизм контроля величины натяжения Q проволоки при намотке на приемную катушку 7. Этот механизм состоит из элементов 3,4,5. Ролик 4 неподвижен. Ролик 3 подвижен. Он закреплен на рычажном механизме 5. Необходимая величина натяжения устанавливается следующим образом: на рычаге 5 создают предварительно требуемое натяжение намотки Q между роликами 3 и 4. Предварительное натяжение создают при помощи груза на обратной стороне рычага 5.

Далее проволока поступает на направляющий ролик 6, а затем на приемную катушку 7. Опора ролика посредством синхронизирующего механизма передвижения совершает возвратно-поступательное движение вдоль поверхности катушки. Скорость этого движения связана со скоростью вращения катушки. Если величина натяжения Q становится меньше требуемой, то между роликами 3 и 4 петля увеличивается и через датчики на блок управления 9 поступает соответствующий сигнал для увеличения скорости вращения двигателя приемной катушки 8. При снижении величины натяжения происходят обратные действия.

При намотке линейная скорость движения проволоки постоянна, а для этого угловая скорость вращения катушки уменьшается по мере ее заполнения.

После полного заполнения приемной катушки срабатывает соответствующий датчик и волочильный стан выключается для смены катушек. Оператор отрезает проволоку на уровне ролика 6, фиксирует конец в новой катушке и включает привод стана.

5.3 Размоточные устройства станов грубого волочения

Волочильные станы грубого волочения в качестве заготовки используют бухты катанки. Для подачи в стан применяются размоточные устройства безынерционной размотки катанки с вертикально расположенных бухт (рис.5.4).

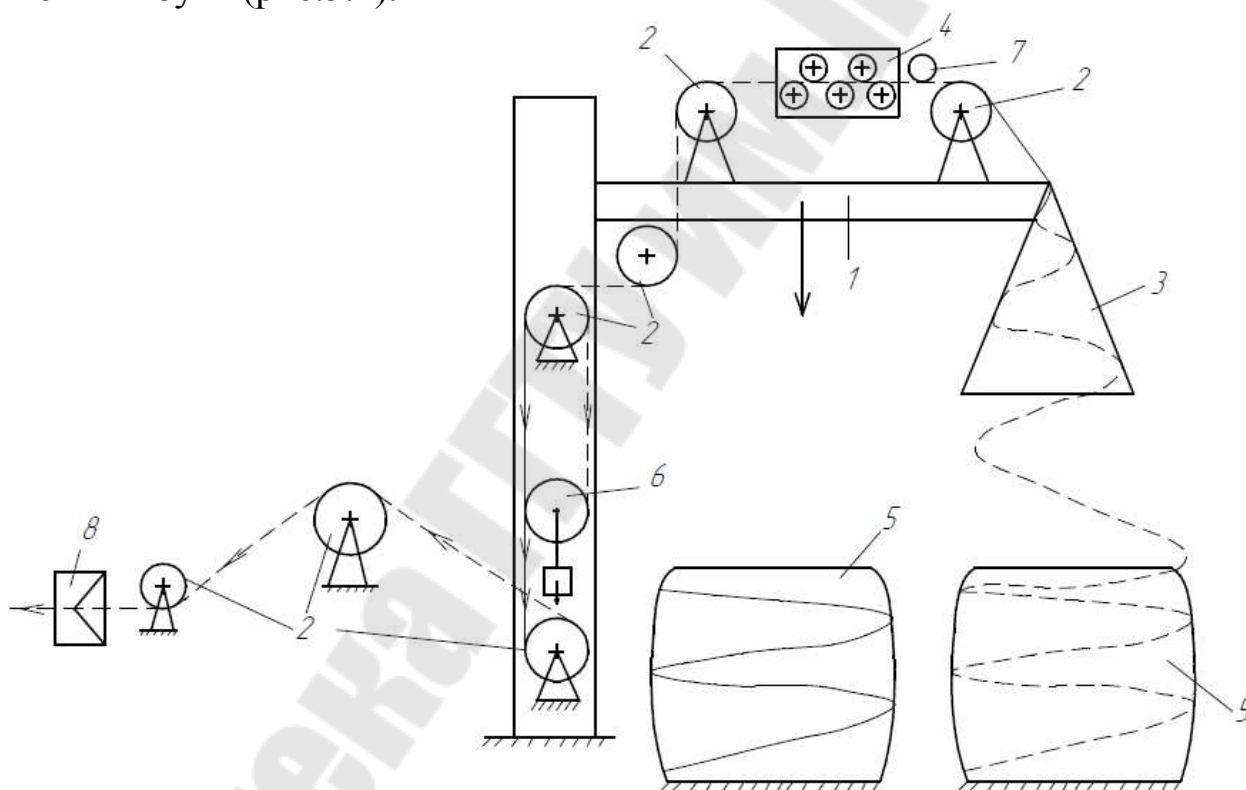


Рисунок 5.4 - Размоточное устройство стана грубого волочения

Размоточное устройство работает следующим образом. Две исходные бухты катанки 5 устанавливаются вертикально на столе размоточного устройства. Подвижная каретка 1 опускается вниз и катанка запускается в размоточное устройство.

В начале катанка подается в приемную корзину 3, конус которой позволяет выпрямлять витки катанки. Далее через направляющие ролики 2, катанка подается на 2-х плоскостное рихтовальное устройство 4, которое дополнительно выравнивает витки катанки в прямую линию.

Затем, посредством направляющих роликов, катанка поступает в компенсирующее устройство. Оно имеет компенсирующую каретку с подвижным центральным роликом 6. Катанка огибает ролики компенсирующего устройства несколько раз. Центральный подвижный ролик нагружен определенной гравитационной силой от груза, которая устанавливает требуемое натяжение катанки перед входом в волочильный стан.

Далее, через направляющие ролики, катанка заправляется в волоку 8 и на первый тяговый барабан.

Подвижная каретка 1, после заправки стана, поднимается вверх и включается привод тяговых барабанов и намоточного устройства.

В случае обрыва катанки или окончания бухты датчик 7 подает сигнал и привод отключается. Подвижная каретка 1, свободно вращаясь в горизонтальной плоскости, устанавливается над новой бухтой, концы катанки свариваются и процесс волочения возобновляется. Во время работы с одной бухтой на освободившееся место устанавливается другая.

5.3 Намоточные устройства станов грубого волочения

Намоточные устройства станов грубого и среднего волочения предназначены для приема протянутой проволоки на приемную катушку, расположенную в горизонтальной плоскости (рис. 5.5).

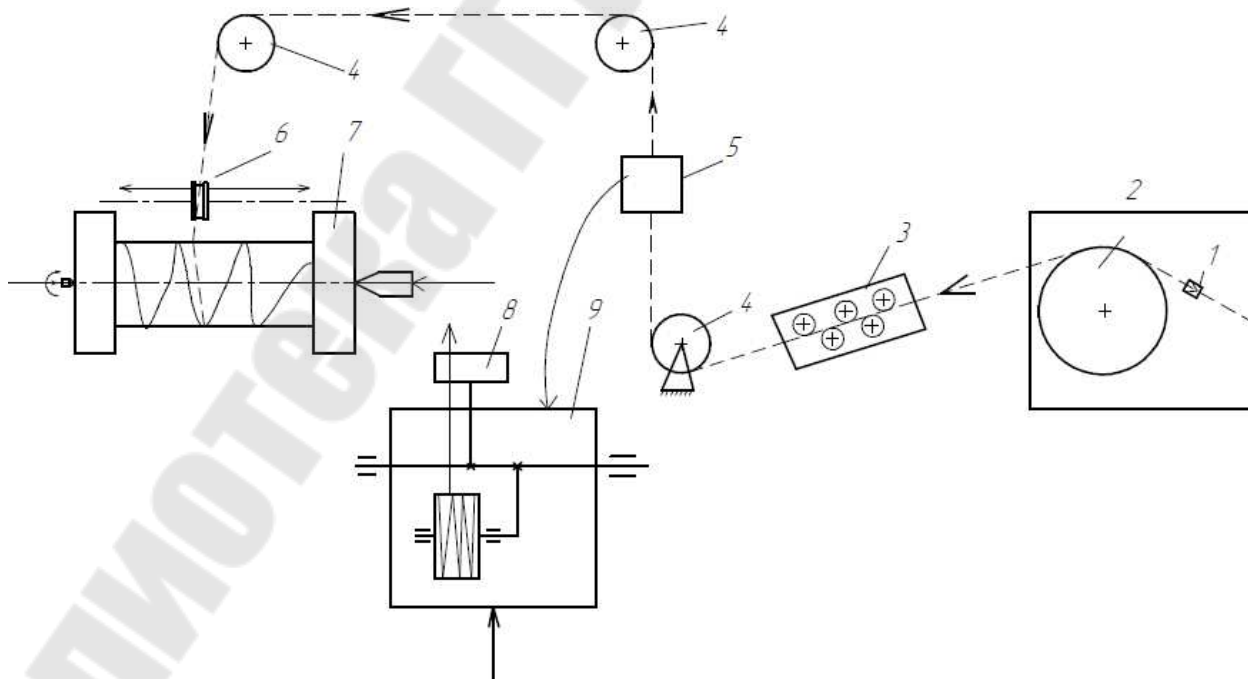


Рисунок 5.5 - Намоточное устройство стана грубого волочения

После обработки в чистой волоке 1 проволока обвивает поверхность последнего тягового барабана 2. Количество витков на барабане достаточно для исключения проскальзывания проволоки.

Далее проволока поступает в рихтовальное устройство 3. Оно предназначено для повышения прямолинейности проволоки, которая была скручена на барабане 2.

Далее через направляющие ролики 4 проволока поступает в устройство контроля усилия натяжения проволоки 5 при намотке. Далее, через направляющие ролики проволока поступает в приемную катушку 7. Равномерную укладку витков обеспечивает укладывающее устройство 6.

Привод катушки 7 осуществляется устройством с регулированием частоты вращения, управляемого блоком контроля натяжения 5. В нем имеется рычажное устройство, состоящее из ролика с подвижной осью 9 и рычага 8, нагруженного определенной массой, определяющей усилие натяжения.

При изменении степени натяжения проволоки рычаг 8 отклоняется от нормального положения и подает сигнал на привод катушки 7 с целью изменения частоты вращения в ту или иную сторону. При уменьшении натяжения – частоту увеличивают, и наоборот.

Таким образом, независимо от радиуса намотки проволоки на катушку, усилие натяжения укладки витков на катушку остается постоянным. При этом линейная скорость проволоки остается постоянной и равна скорости волочения в последней чистовой волоке.

Тема 6 Конструкции окалиноломателей.

В настоящее время существуют следующие механические способы удаления окалины с поверхности горячекатаных прутков и катанки:

- применение растяжения, знакопеременного изгиба, кручения или их совместного действия;
- прямое воздействие на поверхность стального изделия специальных реагентов; гидросбива, металлической дроби, стальной сечки, песка, абразивных материалов;
- использование лезвийного режущего (резцов, фрез), специально-го микрорезцового (иглофрезы), абразивного (круги, ленты) инструмента и проволочных щеток. Часто эти способы применяют совместно друг с другом.

Целесообразность применения того или иного способа механического удаления окалины определяет вид обрабатываемого изделия, основные технологические параметры последующего процесса волочения (технологичность и устойчивость самого процесса волочения, расход инструмента, качество поверхности проволоки, требования к качеству готовой проволоки) и технико-экономические показатели способа.

Удаление окалины в роликовых окалиноломателях

Удаление окалины в роликовых окалиноломателях – один из наиболее простых, экономичных и распространенных способов. Ролики располагаются в одной или в нескольких плоскостях. Роликовые окалиноломатели применяются в основном двух типов: для катанки диаметром 4,0 – 7,0 мм с фиксированным расположением роликов, установленных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 6.1), а для толстой катанки (свыше 7 мм) – с регулируемым изгибом между роликами (рис. 6.2).

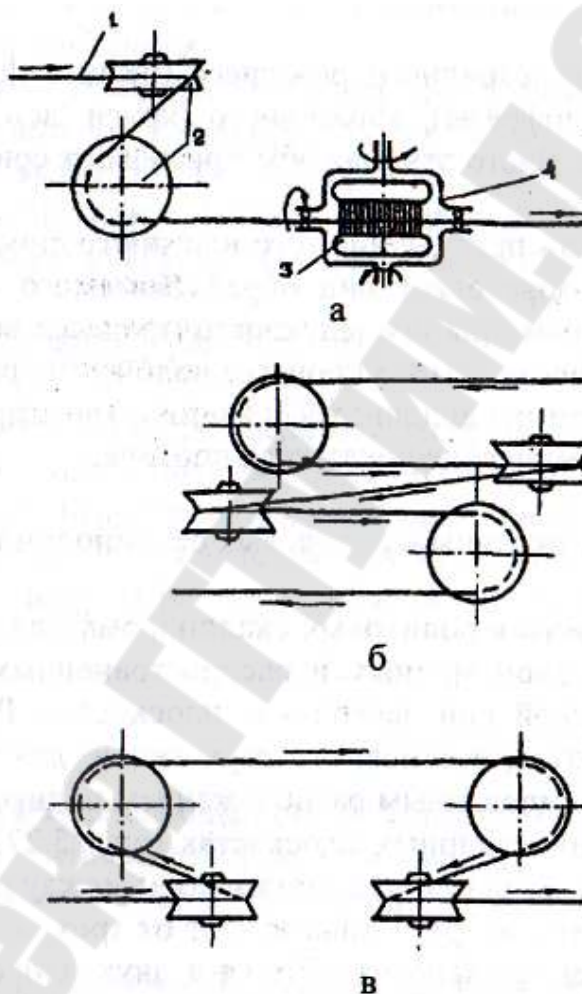


Рисунок 6.1 - Роликовые окалиноломатели с фиксированным расположением роликов: а - окалиноломатель фирмы Горси; б - окалиноломатель фирмы Morgclean;

в - окалиноломатель НИИМЕТИЗа; 1 - катанка; 2 - окалиноломающие ролики; 3 - вращающиеся щетки; 4 - корпус щеток

Окалиноломатели второго типа имеют от трех до пяти роликов в одной группе, причём катанка последовательно изгибается в двух плоскостях между опорными и нажимными роликами. Как правило, у этих роликовых окалиноломателей имеется специальный привод для измене-

ния стрелы прогиба катанки и специальное устройство для заправки катанки в окалиноломатель.

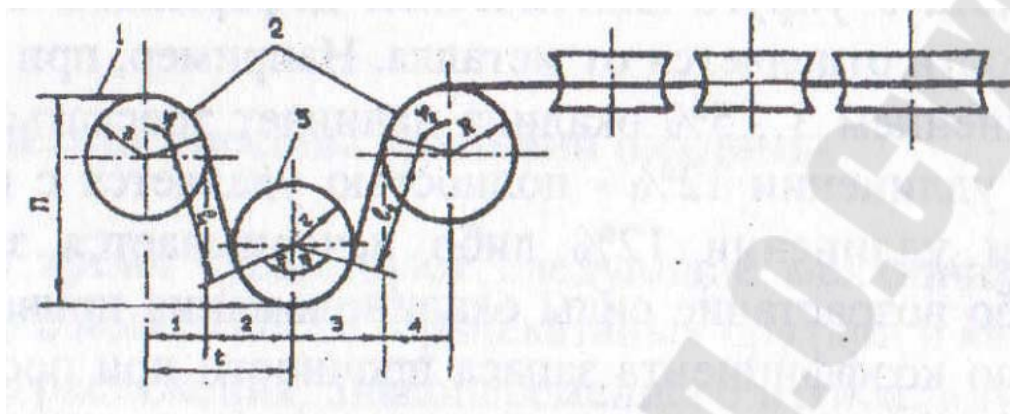


Рисунок 6.2 - Схема роликового окалиноломателя с регулируемым изгибом между роликами: 1 - катанка; 2 - опорные ролики; 3 - нажимные ролики

Принцип удаления окалины в подобных роликовых окалиноломателях состоит в совместном действии знакопеременного изгиба и растяжения. При этом поверхностные слои катанки попеременно испытывают деформации удлинения и сжатия. В результате упругопластической деформации окалина, вследствие своей хрупкости, отделяется от металла. Например, при растяжении проволоки с удлинением 3-5% окалина начинает трескаться и частично осыпаться, при удлинении 12% - полностью удаляется с поверхности стали. Однако при удлинении 12% либо исчерпывается запас пластических свойств, либо возрастание силы окалиноломания приводит к интенсивному снижению коэффициента запаса прочности при последующем волочении. Поэтому большинство установок рассчитано на относительное удлинение 6-8%. Таким образом, качество очистки, т.е. количество удаленной окалины, пропорционально относительной деформации поверхностных слоев катанки.

Тема 7 Острильные и острильно-затяжные станки.

При заправке стана диаметр переднего конца проволоки необходимо уменьшить, чтобы он легко вошел в волоку. Из волоки кончик проволоки должен торчать ровно настолько, чтобы было возможно зацепить его клещами.

Для заострения проволоки или прутка, или другой заготовки существуют специальные приспособления: *валковые острильные машины, ротационно-ковочные машины, гидравлические прессы, электропневматические ковочные молоты и резцовые головки.* Также существуют

приспособления для принудительного заталкивания проволоки в волоку, не заостряя её.

Все современные острильные машины являются приводными, оснащены отдельным приводом.

Острильная машина к стану грубого волочения (рис. 7.1). Электродвигатель расположен внутри стойки, на которой крепится острильная машина, и установка становится компактной. Ножницы острильной машины обрезают концы проволоки перед их острением.

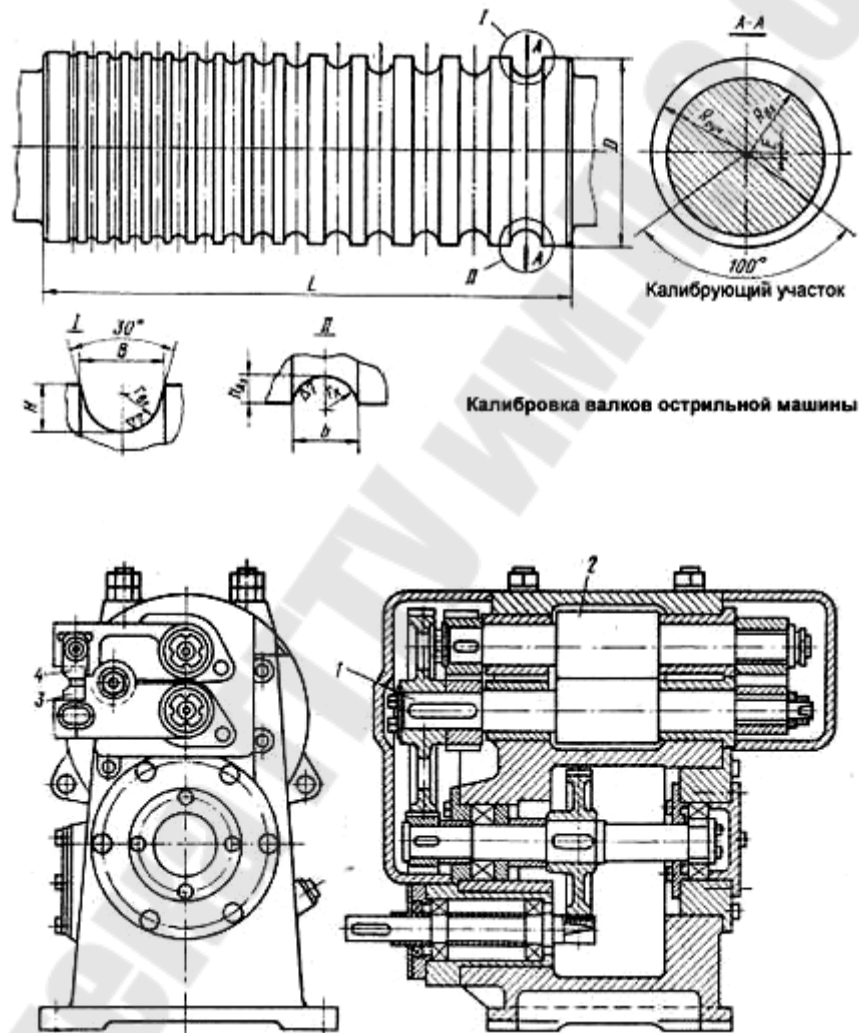


Рисунок 7.1 - Валковая острильная машина: 1,3-нижний валок, 2,4-верхний валок.

Валки механизированной острильной машины вращаются подобно валкам прокатной клетки. Калибры валков имеют переменное, идущее на спад сечение. Конец проволоки подается в валки при максимальном сечении калибра. Проволока подается до упора, калибры обжимают её и выталкивают обратно из валков. Чтобы получить сечение проволоки для попадания в волоку, конец её подают по очереди то в один калибр, то в другой, постоянно поворачивая для получения равномерного обжатия.

При острении толстой проволоки, которую трудно поворачивать, применяются острильные машины с 2 парами валков. Одна пара стоит горизонтально, другая — вертикально.

Для острения конца заготовки служат **ротационно-ковочные машины**. (рис. 7.2). Принцип работы этой машины: в пазу вала свободно перемещаются два штампа и два бойка, которые придавливают штампы друг к другу. Внутри головки по окружности расположены в обойме ролики. Во время вращения вала штампы и бойки разъезжаются, образуя зазор. При прохождении бойков мимо роликов последние нажимают на бойки и штампы, которые и обжимают проволоку.

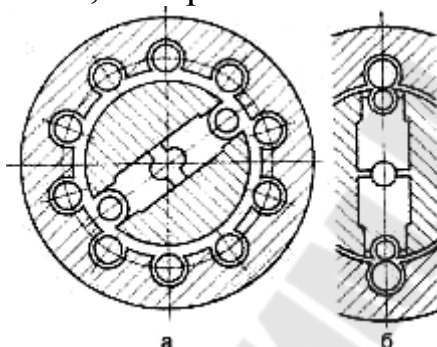


Рисунок 7.2 - Схема работы ротационно-ковочной машины
а — штампы разомкнуты; б — штампы сомкнуты

На ротационно-ковочных машинах персоналу работает гораздо проще, так как конец проволоки зажимают в подающих салазках, и он без участия рабочего подается постепенно в ротационную головку. Рабочий может сейчас заниматься другим делом. Однако применение этих машин из-за возникающего при их вращении шума ограничено.

Находят применение для острения заготовок также резцовые головки. В такой головке устанавливается ряд резцов, ими снимается стружка с поверхности заготовки и достигается заданный размер. Заготовка зажимается в подающем суппорте, головка вращается и обрабатывает её.

Гидравлические прессы специальной конструкции с большим усилием 12, 6 и 3 МН применяются для обжатия концов больших труб (\varnothing до 400 мм) (рис. 7.3).

В массивном кольце большого диаметра радиально расположены гидравлические цилиндры (4 - 8), которые сдавливают трубу по окружности.

Трубы малых диаметров обжимают холодными, а большие трубы - в горячем. Для этого производят нагрев конца трубы.

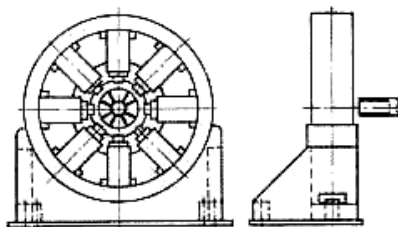


Рисунок 7.3 - Гидравлические прессы для обжатия концов труб

Значительно сложнее осуществить острение фасонных профилей перед волочением. Заостренный конец профиля должен составлять мин. 60—70% площади исходной заготовки во избежание обрыва. Переход от заостренной части к незаостренной должен быть плавным. Заострение фасонных профилей производится прокаткой, ковкой, фрезерованием, травлением, растяжением нагретого конца.

Для тонкостенных профилей рекомендуется применение самозатягивающихся волок, исключающих применение острения и проталкивания профиля в волоку.

Устройство для принудительной задачи прутка в волоку без заострения

Все перечисленные устройства для заострения конца прутка обладают большим минусом, заключающемся в удалении захваток по окончании процесса волочения. Ведь они изготавливаются меньшего размера, чем диаметр готового прутка, чтобы его можно было вставить в волоку. При этом есть потери металла в 3-4%. Чем короче протягиваемые прутки, тем больше относительные потери. Большие потери при волочении легированных дорогостоящих металлов и сплавов.

Избежать потери стало возможным благодаря изобретению приспособления для задачи прутка в волоку, которые есть механические и гидравлические. Наиболее распространены гидравлические. Эти устройства монтируются с волокой на общей рамке. Основные заталкивающие цилиндры расположены по бокам рамы. Так как на стане можно обрабатывать один, два или три прутка, то и гидропроталкиватель рассчитан на такую же обработку. Опыт подсказывает, что усилие составляет 1,2- 2-кратную величину от усилия волочения.

ТЕМА 8 Оборудование термической обработки проволоки.

Агрегаты для патентирования, нормализации и отпуска непрерывной нити.

В 1854 году Джеймс Хорнстал получил патент на процесс термообработки для производства проволоки из высокоуглеродистой эвтектической стали, которая при последующей пластической деформации позволяла достичь такого сочетания прочности и пластичности, которо-

го не могут обеспечить другие методы термообработки. Такая высококачественная стальная проволока получила название патентированной проволоки, а процесс термообработки был назван *патентированием*.

Патентирование как термическая обработка пока практически незаменимо при производстве высокопрочной стальной проволоки. Оно заключается в нагреве проволоки выше верхней критической температуры A_{c3} , при которой сталь переходит в аустенит, выдержке при этой температуре, погружении в среду с температурой $450-600$ °С и охлаждении на воздухе.

Для равномерного нагрева проволоки чаще используются печи малоокислительного газового нагрева, а для охлаждения - ванны с расплавом свинца, который циркулирует в них. Принято оценивать процесс патентирования временем завершения внутреннего превращения металла (распада аустенитной составляющей) в ванне с расплавленной средой. Это время обычно определяет скорость прохождения проволоки через агрегат патентирования, а, следовательно, и производительность.

Во многих случаях расплав свинца заменяют расплавом солей (например, натриевой селитрой), что дает худший результат. В последнее время актуально охлаждение в псевдосжиженном слое, что позволяет получить качество проволоки практически аналогичное тому, что получается при использовании свинцовой ванны.

Для подготовки передельной проволоки к волочению на агрегате патентирования, кроме самого процесса патентирования, осуществляется солянокислотное травление и нанесение подсмазочного слоя буры.

Подготовка поверхности проволоки к волочению на непрерывных агрегатах уже сейчас ориентируется на автоматизацию ряда операций с целью улучшения качества проволоки, снижения расхода металла, энергии и трудозатрат при одновременном повышении безопасности труда и улучшения охраны окружающей среды. Так, например, в соответствии с контрактом фирмой «Danieli» в СтПЦ-1 было установлено 3 агрегата, в СтПЦ-2 соответственно 2 агрегата патентирования, на которых планировалось проводить промежуточное патентирование заготовки диаметром 2,40-3,60 мм. Однако уже в 1999 году, проведенные ИЦМ исследования показали, что снижение склонности к расслоению готовой тонкой проволоки, обеспечивается при глубокой проработке структуры стали в ходе предварительного волочения с обжатиями 85 % и более. Одновременно не установлена склонность проволоки к расслоению методом реверсивных скручиваний из стали марки 80 и 90, полученной волочением напрямую с катанки на диаметр 1,77 мм ($Q_L = 90$ %, $\sigma_B = 1900-2100$ Н/мм²). Это обозначает, что не «залечиваемые» при патентировании дефекты отсутствуют. При достаточно высоком качестве катанки и благоприятных условий волочения, диаметр проволоки, получаемой при гру-

бом или грубо-среднем волочении, может достигать 1,5-1,3 мм ($QL = 93-95 \%$, $\sigma_b = 2300-2600 \text{ Н/мм}^2$) без промежуточного патентирования, что в последствии и было отработано на ГСВ.

Практически весь ряд диаметров тонкой проволоки, за исключением 0,15-0,18 мм, может быть получен без промежуточного патентирования, что дает значительное снижение себестоимости конечного продукта - проволоки РМЛ и металлокорда, при сопоставимых характеристиках и технологичности при их переработки. Обеспечение стабильного качества волоченой заготовки в этом случае требует наличия хорошего захвата смазки и снижения степени деформационного старения при достаточно высоких - порядка 10 м/с скоростях волочения, а также ограничения температуры разогрева поверхности проволоки.

Переход на технологию без использования промежуточного патентирования проволочной заготовки до диаметра 1,30 мм, привел к выводу из работы 3-х агрегатов патентирования: двух в СтПЦ-2 и одного в СтПЦ-1, которые затем были модернизированы в агрегаты патентирования-латунирования, что позволило увеличить выпуск продукции без расширения производственных площадей.

В тоже время, компания FIB разработала технологию охлаждения проволоки в псевдоосжиженном слое - патентирование, названное "Eco-quench" ("экологическое патентирование"), которое явилось результатом, как научных исследований, так и длительного опыта эксплуатации ванн кипящего слоя. "Экологическое патентирование" является технологией, имеющей большую гибкость в оптимизации температурных зон, поскольку имеет две зоны кипящего слоя. Первая отвечает за охлаждение, вторая – за контроль рекалесценции.

- Кроме экологических аспектов, есть здесь и другие преимущества:
- может работать при любой температуре, особенно когда для материала требуются высокие температуры выдержки;
 - нет риска выноса свинца;
 - нет риска образования шламов;
 - нет риска загрязнения жидких сред и растворов (вода, кислота, растворы для нанесения покрытия);
 - проволоки находятся в горизонтальной плоскости (нет изгибов): подходит для маленьких диаметров, поскольку нагрузки на проволоку ограничены;
 - температура охлаждения может быть полностью обеспечена, независимо от температуры нагрева;

- низкая тепловая инерция: чувствительно к внезапному значительному изменению производства;
- максимальная производительность: 7000 кг/час.

Общий вид агрегата для патентирования проволоки показан на рис. 81. Проволока с размоточного устройства непрерывной нитью проходит через нагревательную печь, ванну с охлаждающей средой, промывочную ванну (в случае применения соли) и принимается намоточным аппаратом.

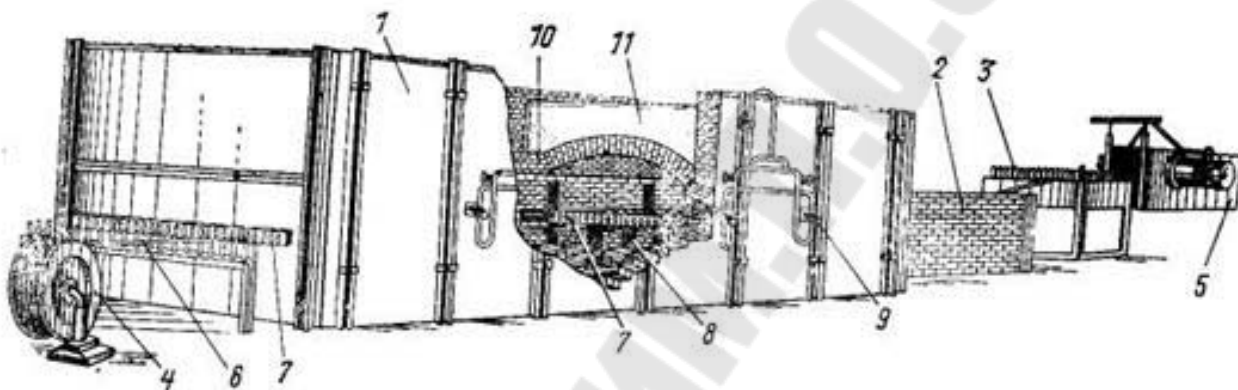


Рисунок 8.1 - Патентировочный агрегат: 1 — нагревательная печь; 2 — ванна с расплавом соли (свинца); 3 — промывочная ванна; 4 — размоточная катушка; 5 — намоточный аппарат; 6 — обрабатываемая проволока; 7 — муфели; 8 — подставки для муфелей; 9 — горелка или форсунка; 10 — огнеупорная кладка; 11 — теплоизоляционная засыпка.

В некоторых случаях процесс патентирования совмещают с операциями подготовки поверхности проволоки к волочению. При этом дополнительное оборудование размещают между промывочной ванной и намоточным аппаратом. Патентирование в мотках вследствие неравномерности получаемых свойств проволоки в настоящее время не применяют. Распространен нагрев проволоки и охлаждение ее в патентировочной ванне витками (метод Лупро).

Нагревательная печь является наиболее важной и сложной частью агрегата для патентирования. Число одновременно обрабатываемых в печи проволок (от 12 до 48) определяется условиями заправки агрегата и объемом производства. Нагревают патентировочные печи газом, мазутом или электричеством и очень редко — твердым топливом. Проволоку нагревают в муфелях, разделяющих печное пространство на верхнюю и нижнюю. Горячие газы от сжигания топлива, двигаясь над муфелем и под ним, обеспечивают его равномерный прогрев. Печь по длине разделяется на 2—4 зоны. Такое деление необходимо, так как по длине печи затрачивается различное количество тепла. На входной час-

ти, где проволока еще холодная, тепла нужно больше, чем на участках, на которых она имеет высокую температуру. Установление и поддержание в каждой зоне самостоятельных режимов нагрева позволяют наиболее правильно и экономично обрабатывать металл.

Муфели нагревательных печей могут быть изготовлены из огнеупорных материалов или из металлических жаростойких трубок. В последнем случае можно применять при нагреве защитные атмосферы.

В некоторых случаях при патентировании проводят безмуфельный нагрев. При этом проволоку нагревают либо пропускаемым через нее электрическим током, либо расплавленной средой, либо в газовом пламени. В последнее время начали успешно применять безмуфельные двухзонные патентировочные печи, в которых со стороны входа топлива (газ) горит нормально, и на выходе - с недостатком воздуха, что обеспечивает почти безокислительный нагрев металла.

Ванны для охлаждения нагретой проволоки до 450—550°С изготавливают сварными из стали или литыми из чугуна. Объем расплава свинца или соли выбирают таким, чтобы изменение температуры нагрева, скорости прохождения проволоки через агрегат, а также числа проволоки и их диаметра не оказывало существенного влияния на заданную температуру расплавленной среды. Длина ванн должна обеспечить полное внутреннее превращение структуры металла и обычно составляет 4-6 м; на современных агрегатах устанавливают ванны длиной до 9 м.

Количество тепла, вносимого в ванну нагретой проволокой, зависит от производительности агрегата. При небольшой производительности ванну необходимо нагреть дополнительно, а при необходимости обеспечения более высокой производительности их снабжают специальными устройствами для охлаждения. Для защиты от испарения, окисления и для уменьшения тепловых потерь поверхность расплава ванны засыпают мелким древесным углем и по рошком извести (при свинце) или закрывают специальными крышками (при солях).

Намоточные аппараты патентировочных агрегатов — конструкции, включающие горизонтальные или вертикальные барабаны с групповым или индивидуальным приводом. При вращении барабанов проволока наматывается на них и проходит непрерывной нитью через патентировочный агрегат. Более совершенные намоточные аппараты имеют невращающиеся барабаны с изогнутыми спицами. Такими аппаратами обеспечивается непрерывный съем мотков патентированной проволоки. Однако чаще всего применяют аппараты с подачей на шпули или фигурки. В этом случае вместе с патентированием осуществляются одновременно и операции подготовки поверхности металла к волочению. В случаях подачи проволоки на шпули и фигурки облегчается

транспортировка и повышается производительность при патентировании и волочении.

Проволоку разматывают с фигурок или со шпуль, а в некоторых случаях с неподвижных или вращающихся фигурок конструкций.

24-ниточный агрегат для патентирования в «кипящем слое», представляющем собой слой нагретых мелких частиц корунда, которые являются теплоносителем. Частицы корунда, в которых сжигают газ (с недостатком воздуха, что резко уменьшает окалину), подбрасывают вверх под давлением воздуха или газа и отдают свое тепло проволоке и прилегающим участкам. Твердые частицы корунда, отдав свое тепло и достигнув определенной высоты (это зависит от давления воздуха), снова входят в зону нагрева, разогреваются и подбрасываются опять вверх. Поэтому их слой называют кипящим, или псевдооживленным. Ванна охлаждения также в качестве теплоотборника имеет частицы корунда, но там задачей является отбор тепла у проволоки.

Агрегат для патентирования в кипящем слое (рис. 8.2) состоит из камеры нагрева длиной 6 м и камеры охлаждения длиной 4 м, разделенных перегородкой.

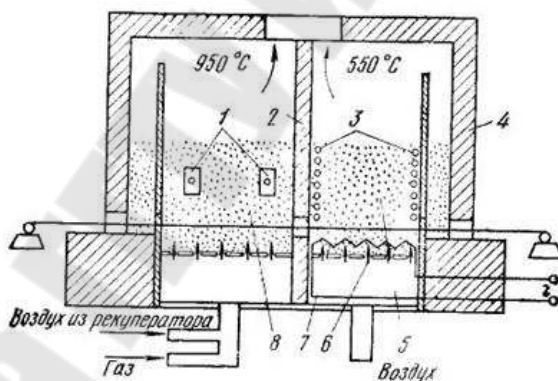


Рисунок 8.2 - Агрегат для патентирования в кипящем слое:

- 1 — сопла для сжигания газа; 2 — перегородка; 3 — охлаждающие змеевики; 4 — кладка;
- 5 — зона изотермической обработки; 6 — распределительная решетка;
- 7 — электронагреватели; 8 — зона нагрева в кипящем слое.

Этот агрегат короче существующих патентировочных агрегатов почти в 2 раза. В камере нагрева температура 950 °C, в камере охлаждения 100—600 °C. Во избежание провисания проволоки через каждые 2 м длины в камерах смонтированы поддерживающие перегородки. Предусмотрена автоматизация всех режимов работы печи.

ЧАСТЬ 3 КАНАТНЫЕ МАШИНЫ

Тема 9 Канатные машины. Общие сведения

До начала 90-х годов изготовление стальных проволочных канатов производилось почти исключительно одинарной свивкой. Данные машины характеризуются невысокой производительностью, небольшой емкостью питающих катушек, большими габаритными размерами. Развитие свивочного оборудования от одинарного способа свивки, осуществляемого на корзиночных, сигарных машинах или типа «Skip», к способу двойного кручения было связано с постоянной необходимостью повышения производительности при производстве канатных изделий. При способе двойного кручения в результате свивки проволоки металлокорда собираются в пучок с определенным расположением проволок или прядей. Дальнейшее их скручивание производится в два этапа изменения шага свивки: сначала с шагом в 2 раза большим, чем в готовом металлокорде, затем до готового. Имеются два основных типа машин двойного кручения:

1) с расположением разматывающих катушек внутри свивочной части машины и приемной катушки вне машины;

2) с расположением приемной катушки внутри свивочной части машины, при этом питающие катушки находятся вне машины.

Первоначально машины двойного кручения появились в кабельной промышленности для скручивания жил или проводов из меди и алюминия. При переходе к изготовлению канатных изделий из стальной проволоки повысились требования к качеству сырья для проволоки под стальные канаты, так как проволока при свивке методом двойного кручения испытывает неблагоприятную крутильную деформацию, которая часто приводит к обрывам проволок. Но на этом процесс развития способов свивки не остановился. В последнее время появились машины так называемого модульного типа, когда отдельные модули представляют собой законченные механизмы со своей системой привода и управления. Такие модули могут состыковываться между собой в единое оборудование. Так, например, состыковка двух машин двойного кручения первого и второго типов позволила получить новую машину «тандем» с повышенной производительностью.

Основные характеристики машин двойного кручения

В отличие от машин одинарного кручения машины двойного кручения являются более компактными, высокопроизводительными, более простыми в заправке проволокой, с минимальными уровнями вибрации и шума при работе.

Как показано на рис. 9.1, свивка двойным кручением на машине

типа «изнутри – наружу» состоит в том, что после размотки проволоки первоначально свиваются с шагом, равным двум шагам металлокорда ($2t_{МК}$) в узле свивки 2 за счет вращения петли 3 вокруг питающих катушек 1 со скоростью n_p и вытяжки металлокорда со скоростью V_p . Затем в точке 4 металлокорд получает подкрутку до шага $t_{МК}$.

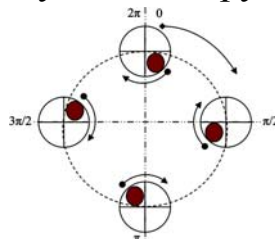


Рисунок 9.1 - Изменение ориентации проволоки металлокорда при свивке методом двойного кручения: ● – маркер положения проволоки при свивке металлокорда

Возникающие при этом упругие крутящие моменты устраняются за счет дополнительного подкручивания до шага $t_m < t_{МК}$ в торсионном устройстве 5, которое вращается навстречу свивочному устройству со скоростью n_m .

9.1 Канатные машины двойного кручения с внутренним расположением питающих катушек.

Машины двойного кручения широко применяются во всем мире при изготовлении металлокорда. Особенностью метода двойного кручения является то, что при образовании винтовой линии проволока подвергается подкручиванию в сторону развития спирали. При этом проволока совершает один оборот вокруг своей оси на длине шага свивки. На рис. 9.2 показано подкручивание проволок при их укладке в спираль в процессе свивки на машинах двойного кручения.

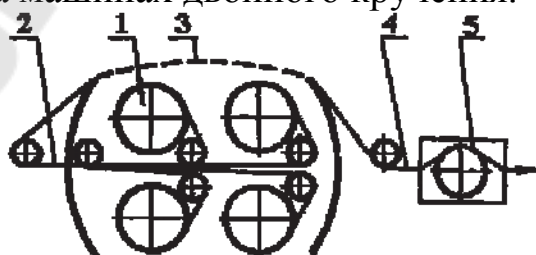


Рисунок 9.2 - Кинематическая схема крутильного узла машины двойного кручения с внутренним расположением питающих катушек («изнутри – наружу»): 1 – питающая катушка; 2 – первичная свивка; 3 – «баллон»; 4 – вторичная свивка; 5 – торсионный узел

При свивке на машинах двойного кручения укладка проволок в пучок может быть «неорганизованной» и «организованной». «Неоргани-

зованная» свивка используется при изготовлении прядей или канатов простых конструкций, например 2xd; 3xd; 4xd; 2 x1xd; 2 x2xd и т. д., как правило, на машинах с расположением питающих катушек внутри свивочного модуля. «Организованная» свивка применяется при изготовлении металлокорда многослойных конструкций (спиральных, компактных) и с целью снижения габаритных размеров изготавливается на машинах двойного кручения с расположением питающих катушек вне свивочного модуля.

Метод двойного кручения, как более производительный, получает все большее распространение при производстве витых изделий. В то же время метод имеет свои специфические особенности, которые накладывают ряд ограничений в его использовании для конструкций металлокорда на параметры технологии свивки, и выдвигает повышенные требования к качеству металла и способам пластической деформации при изготовлении проволоки.

В табл. 9.1 приведены ряд технических характеристик машин типа «изнутри-наружу», которые используются на ОАО «БМЗ» при производстве металлокорда.

Таблица 9.1. - Техническая характеристика канатного оборудования ОАО «БМЗ»

Техническая характеристика	Канатные машины			
	TD2/401	TD2/202	TD2/402	TD2/601
Тип машины	TD2/401	TD2/202	TD2/402	TD2/601
Максимальная частота вращения, об/мин	6000	6000		4700
Максимальное количество круток, крутки/мин	12 000	12 000		9400
Количество зарядных катушек, шт.	4 x1; 4 x4	2 x2	2 x4; 4 x4	2 x1; 2 x2; 3 x2
Диаметры фланцев зарядных катушек, мм	190	190		190
Мощность двигателя, кВт	5,5; 5,9; 7,5	5,9; 7,5		5,9
Уровень шума, дБ	77	77		77
Тип или диаметр приемной катушки, мм	190; 275; BS40; BS60; BS80/17; BS80/33			

Одним из основных требований при изготовлении металлокорда конструкций является устранение упругих крутящих моментов для плотного расположения проволок в структуре. Плотность структуры

можно оценить по поведению элементов корда после их выплетения из корда.

Таким образом, по кривизне проволоки в свитом состоянии и после выплетения ее из металлокорда можно судить об усилении прилегания проволок к центральным слоям. Чем меньше остаточная кривизна выплетенных проволок по сравнению с кривизной этих проволок в металлокорде, тем плотнее структура металлокорда.

9.2 Канатные машины двойного кручения с внешним расположением питающих катушек.

Изменение шага свивки на машине с внешним расположением питающих катушек (рис. 9.3), аналогично кинематической схеме, показанной на рис. 9.2. Процесс свивки на машине, изготовленной по схеме «снаружи-вовнутрь», включает размотку проволоки 7 с питающих катушек 1, установленных на стационарном стенде. Проволоки и сердечник подаются к распределительному шаблону 8, а затем – в конус свивки и формирующие плашки 9. Первичная свивка 2 металлокорда с шагом $2t_{МК}$ осуществляется за счет вращения ротора со скоростью n_p , затем баллонизирующая свитая нить 3 проходит через крутильные диски к ротору 4. На участке ротор направляющий ролик происходит докрутка витой структуры до шага $t_{МК}$. Для устранения упругих крутящих моментов производится пластическое кручение торсионным устройством 5 и намотка на приемную катушку 6. При этом проволоки также подкручиваются вокруг своей оси (см. рис. 9.1).

В табл. 9.2 приведены ряд технических характеристик машин типа «снаружи-вовнутрь», которые используются на ОАО «БМЗ» при производстве металлокорда.

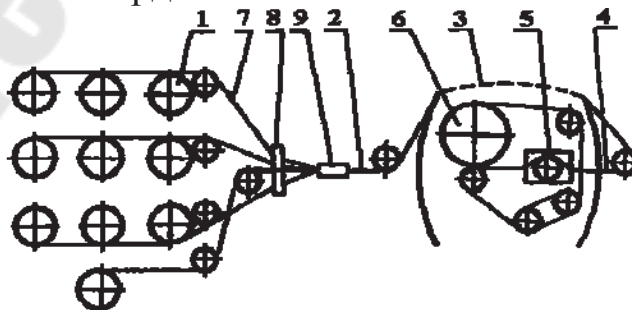


Рисунок 9.3 - Кинематическая схема свивочной машины двойного кручения с внешним расположением питающих катушек («снаружи-вовнутрь»): 1 – питающая катушка; 2 – первичная свивка; 3 – «баллон»; 4 – вторичная свивка; 5 – торсионный узел; 6 – приемная катушка; 7 – проволока; 8 – распределительный шаблон; 9 – плашки

Таблица 9.2 - Техническая характеристика канатного оборудования
ОАО «БМЗ»

Техническая характеристика	Канатные машины		
	RI-10	RI-10 M	RI-10 BM
Тип машины	RI-10	RI-10 M	RI-10 BM
Максимальная частота вращения, об/мин	3500	3500	3500
Максимальное количество круток, крут-	7000	7000	7000
Количество зарядных катушек, шт.	18 x1	2 x7	2 x18; 3 x18
Диаметры фланцев зарядных катушек,	190; 275		
Мощность двигателя, кВт	11	11	11
Уровень шума, дБ	77	77	77
Тип или диаметр приемной катушки, мм	190; 275; BS40; BS60; BS80/17; BS80/33		

Еще одной особенностью свивки методом двойного кручения металлокорда с сердечником является необходимость создания значительного натяжения сердечника при размотке по отношению к натяжению проволок (прядей) наружного повива. Формирование витых структур с центральным элементом (проволока, прядь или слой проволок) методом одинарного кручения не вызывает трудностей. Двойное кручение таких структур сопровождается накоплением избыточной длины центральных элементов на второй стадии свивки и нарушением структуры из-за потери устойчивости от действия огромных сжимающих усилий проволоками (пряжами) наружного повива, повышенной обрывностью, а также неравномерностью распределения нагрузки при эксплуатации металлокорда в шине.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Перлин, И. Л. Теория волочения / И. Л. Перлин, И. З. Ерманок. – Москва : Металлургия, 1971. – 448 с.
- 2 Горловский, М. Б. Справочник волочильщика проволоки / М. Б. Горловский, В. Н. Меркачев. – Москва: Металлургия, 1993. – 336 с.
- 3 Коковихин, Ю. И. Технология сталепроволочного производства : учебник для вузов / Ю. И. Коковихин. – Киев, 1995. – 608 с.
- 4 Коковихин, Ю. И. Производство низкоуглеродистой проволоки: учебник / Ю. И. Коковихин, В. А. Пинашина, И. Б. Буравлев. – Киев : ИСДО, 1995. – 328 с.
- 5 Юхвец, И. А. Волочильное производство / И. А. Юхвец. – Москва: Металлургия, 1964. – 374 с.
- 6 Берин, И. Ш. Волочильный инструмент / И. Ш. Берин, Н. З. Днестровский. – Москва: Металлургия, 1971. – 174 с.
- 7 Битков, В. В. Технология и машины для производства проволоки/ В. В. Битков. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004.
- 8 ТК 840-СП1-55-2005. Технологическая карта изготовления металлокорда 2х0,30 НТ.
- 9 Технология прокатного производства, Электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студ. дн. и заоч. отд. спец. 1-42 01 01-02 01 "Обработка металлов давлением", ЭУМКД365, /Бобарикин Ю.Л.; Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель, 2013, <http://elib.gstu.by/handle/220612/2843>.
- 10 Технология волочильного производства, Электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студ. дн. и заоч. отд. спец. 1-42 01 01-02 01 "Обработка металлов давлением", ЭУМКД473, /Бобарикин Ю.Л.; Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель, 2013, <https://elib.gstu.by/handle/220612/14144>.
- 11 Чернавский, С.А., Боков, К.Н., Чернин, И.М., Ицкович Г.М., Козинцов В.П. Курсовое проектирование деталей машин./ Учебное пособие. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005
- 12 Ничипорчик, С.Н., Корженевский, М.И.. Детали машин в примерах и задачах / С.Н. Ничипорчик, М.И. Корженевский – Мн.: Вышэйшая школа, 1981 г.
- 13 Детали машин. Проектирование: Учеб. пособие/ Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. - Мн.: УП "Технопринт", 2001. -290с.

14. Дунаев, П.Ф., Леликов, О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. вузов. - 5-е изд., перераб. и доп. -М.: Высш. школа, 1998. -447с.

15. Желтков, А.С, Савенок, А.Н. Расчет маршрута грубо-среднего волочения высокопрочной проволоки // Сталь.1998..

16. Желтков, А.С, Филиппов, В.В., Савенок, А.Н. Расчет переходов для станов мокрого волочения // Сталь. 2000..

17. Зиновьев, А.В., Потемкин В.К., Трусов В.А., Тимофеев, В.С. «Методические указания по дипломному проектированию», Жлобин, 2002

18.Оборудование прокатных цехов, Электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студ. дн. и заоч. отд. спец. 1-42 01 01-02 01 "Обработка металлов давлением", ЭУМКД453, /Астапенко, И. В.; Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель, 2015, <https://elib.gstu.by/handle/220612/13633>.

19. Применение вращающейся волоки в метизном производстве РУП «Речицкий Метизный Завод», УДК 621.778.669,/ В. И. Тимошпольский и др. - Мн.: Литье и металлургия №2(38), 2006. – с. 35-37.

Астапенко Игорь Васильевич

ОБОРУДОВАНИЕ ВОЛОЧИЛЬНЫХ И КАНАТНЫХ ЦЕХОВ

Пособие

**по курсу «Оборудование метизных цехов»
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
материалов давлением» дневной
и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 29.11.18.

Рег. № 5Е.
<http://www.gstu.by>