

Р 183167

А. Д. ЛАНДИХОВ

ВОЛОЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

1944



49

ЖК

Инж. А. Д. ЛАНДИХОВ

# ВОЛОЧЕНИЕ ТРУБ, ПРУТКОВ и ПРОФИЛЕЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Утверждено ГУУЗ НКЦМ СССР  
в качестве учебника для курсов  
техминимума*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ  
*Свердловск 1944 Москва*

Отв. редак тор Ю. В. Лучко

---

Подписано к печати 11/VII 1944 г. НС 10220  
Печ. л. 11,25 Уч.-авт. 13,75 Тираж 3000 Заказ 898

---

Свердловская типография «Полиграфкнига» Огиза при СНК РСФСР  
Свердловск, ул. Ленина, 47

### Замеченные опечатки

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
19	Табл. 1, кол. 4,	50.30	0.30
31	Табл. 5 кол. 3	02.2	22,2
39	5 св.	(фиг. 10)	(фиг. 10а)
*	4 св.	пленов (фиг. 11 и 12)	плен (фиг. 12)
50	2 св.	$\approx 6.3$ с 0.4	$\approx 6,3$ толщина стенки возрастает с 0,4
*	3 »	возрастает	уменьшается
60	7 »	2.5—2.4	2.5—2,1
82	17 *	№ 96	№ 9
92	Подпись	под фигурой: 1 — сталь, 2 — победит	1 — победит, 2 — сталь
99	22 св.	разработки	разбраковки
101	5 св.	которая тотчас же при помощи самовозврата доставляет ее к рамке, и в том же порядке.	а тележка тотчас же при помощи самовоз- врата подается к рамке, после чего
»	10 »	машины	машинным
148	15 св.	равен 0,3 мм;	равен—0,3 мм;
150	18 »	и заготовки	у заготовки
151	6 »	Так, например, в графе указаны операции и ме- ханизмы, на которых производятся эти опера- ции. В графе 3 и гра- фе 4 указываются	Так, например, в гра- фах 2,3 и 4 указаны операции и механиз- мы, на которых производятся эти опе- рации, указываются
159	Табл. 28	Включить вагонетку в цепь. Сбросить трубу на те- лежку . . .	Включить тележку в цепь . . . Сбросить трубу на вагонетку . . .

## ОТ АВТОРА

Трубы, прутки и профили из цветных металлов находят большое применение во всех областях народного хозяйства—в авиационной, автотракторной, электротехнической и химической промышленности, в паровозо- и судостроении и т. д. Цветные металлы идут на изготовление радиаторов, конденсаторов, подшипников и всевозможных конструкций и аппаратуры.

Роль и значение цветных металлов особенно велики в условиях военного времени, когда потребность в них для нужд авиации, артиллерии, танкостроения и т. п. колоссально возросла.

Строительство новых и расширение старых заводов по обработке цветных металлов потребовало подготовки новых кадров волочильщиков.

Цель настоящей книги заключается в том, чтобы помочь новым рабочим волочильных цехов освоить технику производства труб и прутков.

Книга составлена в объеме программы, утвержденной «Главцветметобработкой» и ГУУЗ НКЦМ. Фактический материал в основном взят из практики Ленинградского завода «Красный Выборжец», а также Кольчугинского завода имени С. Орджоникидзе и некоторых других.

*А. Ландихов*

## І. ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных, решающих факторов развития социалистической промышленности, социалистического народного хозяйства является высокая производительность труда.

Правильная организация труда рабочих, максимальное использование при этом оборудования являются необходимым условием для дальнейшего роста производительности рабочих, производительности оборудования.

За годы сталинских пятилеток заводы по обработке цветных металлов подверглись значительной реконструкции. Более совершенное оборудование почти полностью заменило старые, малопродуктивные станки. Это еще в большей мере содействовало увеличению производительности труда на этих заводах.

В различные периоды подъема народного хозяйства возникали новые формы борьбы за более высокую производительность.

Успехи первой пятилетки в значительной степени зависели от охватившего весь Советский Союз социалистического соревнования, впервые зародившегося в 1929 г. в трубном цехе завода «Красный Выборжец». Предпосылкой к массовому охвату соцсоревнованием рабочих и служащих явился социалистический способ производства.

Начавшееся движение за увеличение производительности труда не остановилось, а, наоборот, стало принимать все более широкие размеры и воплощаться в новые формы. В 1935 г. в Донбассе, на шахте «Центральная Ирмино», забойщик Алексей Стаханов вместе со своей бригадой за одну смену вырубил 102 *t* угля вместо полагавшихся 7 *t*. Вслед за тов. Стахановым таких же поразительных результатов добились кузнец Горьковского автозавода тов. Бусыгин, ткачихи Дуся и Мария Виноградовы и др.

Стахановское движение охватило решительно все отрасли промышленности и сельского хозяйства. Благодаря ему в огромном большинстве случаев старые, «технически обоснованные» нормы, тормозившие рост производительности, были сломаны, а производственные планы предприятий пересмотрены. Таким образом стахановское движение вскрыло огромнейшие резервы увеличения производительности труда и производственных мощностей предприятий. Говоря о значении этого движения, тов. Молотов на XVIII съезде партии сказал, что «стахановское движение — один из самых замечательных итогов второй пятилетки.

Задачи ИТР и хозяйственников заключаются в том, чтобы орга-

низовать это движение, т. е. привлечь к участию в нем широкие массы трудящихся, создать все необходимые условия к повышению производительности, улучшению качества, снижению себестоимости.

Исключительное значение в развитии стахановского движения имеет техническое обучение рабочих. Для того чтобы дать высокую производительность труда при максимальном использовании оборудования, чтобы снизить себестоимость при одновременном улучшении качества продукции, экономно расходовать материалы и цветные металлы, — для этого необходимо прежде всего изучить и освоить технику своего дела.

Без технических знаний, без детального изучения своего механизма, технологии, без знакомства с наиболее рациональными методами и приемами работы — не может быть стахановского движения. Поэтому обязанностью каждого сознательного рабочего и работницы является окончание курсов техминимума.

Придавая исключительное значение техническому обучению в деле расширения стахановского движения, партия в одном из своих постановлений говорит: «Необходимо, наконец, сделать обучение техническому минимуму всеобщим и обязательным для всех рабочих и работниц, подчинив это важнейшее дело задаче подъема культурно-технического уровня рабочего класса до уровня работников инженерно-технического труда» (Декабрьский пленум ЦК ВКП(б) 1935 г.).

Вопрос о техническом обучении приобретает исключительное значение в период войны и в послевоенный период при восстановлении разрушенного фашистами хозяйства. В промышленность в дни войны пришли сотни тысяч юношей и девушек, а также и жен, мужья которых ушли на фронт. Этим новым рабочим необходимо обучить, расширить их технический горизонт и поднять техническую культуру.

Поэтому каждый рабочий и работница должны проникнуться сознанием того, что, только приобретая необходимый минимум технических знаний, он сможет работать производительно.

## **II. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **1. Общие мероприятия по технике безопасности**

Травматизм, т. е. несчастные случаи, сопровождающиеся повреждением организма, является в основном результатом недостаточного обеспечения рабочего места всеми необходимыми средствами, предписываемыми техникой безопасности, как, например, устройство ограждений, исправное состояние машин, станков и всех деталей, своевременное и регулярное осуществление санитарно-гигиенических мероприятий и т. д.

Однако, наряду с этим не малую роль играет и поведение самого рабочего. Надо учесть, что в период Отечественной войны производство пополнилось новыми кадрами. На заводы, фабрики и стройки пришли молодые рабочие, не имеющие длительных производственных навыков.

Между тем очень многое в области борьбы с травматизмом на производстве зависит от степени знакомства рабочего с оборудованием, от его умелого обслуживания своего станка или агрегата, от



его сознательного подхода к выполнению требований техники безопасности и от качества инструктажа в этой области. Поэтому одним из участков работы, с которым мастеру и бригадирю приходится повседневно иметь дело, является охрана труда и техника безопасности.

Выполнение целого ряда операций на станках может вызвать значительное количество несчастных случаев, если рабочие, обслуживающие станки, не будут своевременно и тщательно проинструктированы, если не будут проведены необходимые мероприятия по технике безопасности и не будет повседневного наблюдения и контроля за выполнением инструкций по технике безопасности.

У нас созданы все необходимые условия для максимального снижения профессиональных заболеваний и промышленного травматизма. Прежде всего трудовое законодательство защищает здоровье и жизнь трудящихся и направлено на борьбу с травматизмом. Советские законы строго карают тех, кто своими действиями или попустительством наносит ущерб здоровью трудящихся. На проведение санитарно-гигиенических мероприятий и на устройство всевозможных ограждений и приспособлений правительство отпускает значительные средства. В целях сохранения здоровья каждый трудящийся получает ежегодно 2—4 -недельный оплачиваемый отпуск. При болезнях и увечьях трудящиеся на все время болезни обеспечиваются пособием и бесплатным лечением. Широко развитая сеть домов отдыха и курортов также помогает сохранению здоровья трудящихся.

Вследствие того что вопросы охраны труда самым тесным образом связаны с технологией, организацией труда и производства, ответственность за состояние охраны труда возложена на руководителей предприятий и на инженерно-технических работников цехов. На обязанности ИТР лежит разработка и проведение в жизнь безопасной технологии и мероприятий для оздоровления и облегчения труда. Состояние охраны труда на предприятиях контролируется профсоюзами через технических и санитарных инспекторов, а также государственной санитарной инспекцией. Кроме того на каждом предприятии имеются общественные инспекторы труда, избираемые на общих собраниях рабочих. На обязанности инспекторов лежит проверка всевозможных оздоровительных мероприятий, проводимых руководителями предприятий. Органы инспекции труда имеют право предъявлять требования к администрации по устранению нарушений в области охраны труда и контролировать их выполнение.

Изучение производственного травматизма показывает, что травмы получают в результате следующих причин:

- 1) отсутствия ограждений и предохранительных устройств,
- 2) несовершенства оградительных устройств,
- 3) неисправного оборудования,
- 4) неисправного или несоответствующего условиям работы ручного инструмента и приспособлений,
- 5) недостатков организации и содержания рабочего места (теснота, темнота, скользкость пола и пр.),
- 6) неудовлетворительного состояния проходов и подсобных площадей,

7) нерациональных способов выполнения отдельных технологических операций, а также ремонтных и вспомогательных работ,

8) отсутствия или неисправности индивидуальных защитных приспособлений (кроме защитных очков),

9) отсутствия или несоответствия защитных очков, или неиспользования их,

10) применения рабочими неправильных (опасных) приемов работы: а) индивидуально, б) при групповых работах (несогласованность в действиях).

Более детальный разбор причин несчастных случаев и мер их предупреждения при работе на волочильном станке будет произведен в главе XI («Работа на волочильном станке»); здесь же вкратце опишем технику безопасности в зоне действия внутризаводского транспорта, при обслуживании подъемных устройств, движущихся частей механизмов и электрооборудования.

**Т р а н с п о р т.** Наиболее характерными видами несчастных случаев при работе на внутризаводском транспорте являются:

1) ушибы ног при падении грузов с тележек и платформ;

2) защемление ног или рук при несогласованной работе рабочих, занятых погрузкой или разгрузкой изделий;

3) ушибы и ранения при наезде вагонеток и тележек на рабочих, идущих впереди с другой вагонеткой;

4) наезды на людей при разгоне вагонеток, тележек и пр. на переездах, переходах и заворотах;

5) ушибы при перевертывании груженых вагонеток и тележек вследствие неравномерного размещения на них груза.

Ушибы и ранения на транспорте относятся к наиболее тяжелым: часто они сопровождаются переломами костей, вывихами и пр.

Для предупреждения несчастных случаев на транспорте необходимо прежде всего правильно организовать проходы и проезды, т. е. обеспечить достаточную их ширину; установить необходимые ограждения, которые исключали бы возможность попадания в зону действия транспорта посторонних лиц; снабдить переезды и проходы плакатами, предупреждающими о грозящей опасности. В местах наиболее оживленного движения, происходящего в различных направлениях (переезды через улицы и железнодорожные пути), необходимо установить светофоры и т. д. Пулы в цехах должны быть ровными, чистыми и нескользкими.

Согласно действующим правилам, ширина проходов между стенками должна быть не менее 1 м; ширина проходов для вагонеток при одностороннем движении должна равняться 1,5—2 м, а при двустороннем движении — 2,5—3,5 м.

Рабочие, занятые на транспорте, также должны выполнять определенные правила. Старший рабочий или бригадир, под руководством которого происходит транспортировка, должен проверить исправность вагонетки или тележки, проследить за правильным размещением груза, а также за тем, чтобы груз не превышал установленного для данной вагонетки или тележки веса.

Во время движения вагонеток ни в коем случае нельзя допускать их разгона и приближаться к впереди идущей вагонетке ближе чем на 5 м.

При ручной переноске тяжестей допускается нагружать на одного человека: для мужчин — не более 50 кг, для женщин — не более 20 кг. В исключительных случаях, при условии переноски груза по ровной местности на расстояние не более 60 м, допускается увеличивать нагрузку для мужчин до 80 кг.

**Подъемные устройства.** К подъемным устройствам относятся краны, тали, лебедки и блоки вместе с находящимися при них приспособлениями: цепями, канатами, тросами и разными захватами для груза.

Все подъемные устройства и приспособления рассчитываются для подъема определенной нагрузки, превышение которой категорически воспрещается. Наибольшая допустимая нагрузка должна быть четко обозначена на видном месте каждого подъемного устройства; на тросах, цепях и прочих приспособлениях допустимая нагрузка обозначается на прикрепляемых к ним бирках. Все подъемные устройства и приспособления должны периодически осматриваться и проверяться на прочность.

Ранения и ушибы при работе с подъемными устройствами происходят преимущественно вследствие падения грузов с высоты и защемления рук и ног при несогласованной работе рабочих.

Для предупреждения несчастных случаев необходимо выполнять следующие основные правила.

Перед началом работы крановщик должен проверить на холостом ходу исправность крана и осмотреть все приспособления. При переноске длинных изделий (труб, прутков) необходимо подхватывать их в двух точках, чтобы ни один конец их не перевешивал. Груз следует поднимать в отвесном положении и без рывков. Обслуживающие кран или таль рабочие ни в коем случае не должны становиться под перемещаемым грузом или находиться вблизи при его опускании. Крановщик, перемещая груз по цеху, должен избегать переноса груза над людьми. Во избежание разваливания изделий при укладке их в стеллажи или на стелюги необходимо пользоваться подкладками. Для согласования движений в работе при подъеме груза и при всех других операциях команду крановщику подает только старший рабочий или бригадир. По окончании работы ни в коем случае нельзя оставлять подъемные устройства под нагрузкой.

**Механизмы и оборудование с движущимися частями.** Основной особенностью всех механизмов и большинства оборудования является наличие в них движущихся частей.

Быстро вращающиеся детали механизмов с выступающими частями представляют большую опасность для обслуживающего персонала. Например, при работе на токарном станке, если рукава спецодежды у рабочего сильно порваны, кулачки патрона могут захватить болтающиеся концы рукава и вместе с ним затянуть руки в станок. Гладкие вращающиеся валы также обладают способностью захватывать спецодежду, а вместе с ней и рабочего. Захватывание спецодежды вращающимися валами (трансмиссией) обычно приводит к весьма тяжелым несчастным случаям. К группе тяжелых несчастных случаев относится также попадание работающих в зубчатые передачи (шестерни), которые обладают наибольшей способностью захватыва-

вать попадающие в них предметы (руки рабочих, части одежды и т. п.).

Для предупреждения несчастных случаев необходимо, насколько позволяет конструкция станка и приемы работы, ограждать вращающиеся части специальными устройствами, которые исключали бы возможность попадания в опасную зону частей тела и одежды работающих.

Особую опасность представляют ленточные и дисковые пилы, применяемые для резки цветных металлов, а также наждачные точила, у которых опасная зона по условиям работы не может быть полностью закрыта ограждением.

При неумелой работе на ленточной пиле возможны попадания рук под ленточное полотно, вследствие чего происходят порезы. Другая опасность при работе на пилах — это попадание в глаза металлической стружки. При работе на пилах необходимо проявлять особую осторожность и не слишком приближать руки к ленточному полотну или диску. Для защиты глаз от стружки на пилах устанавливаются стеклянные экраны, через которые пыльщики следят за резкой. При отсутствии экрана пыльщик обязан пользоваться предохранительными очками.

Наждачные круги, применяемые для заточки резцов, зубил, шаберов и прочего инструмента, также представляют опасность для работающих. Попадание рук под наждачный круг вызывает сильно рваные раны; куски разорвавшегося круга могут причинить рабочему сильные ушибы и ранения (отлетающие при заточке частицы круга засоряют глаза работающим и т. д.). Для предупреждения этих несчастных случаев необходимо следить, чтобы круг на две трети был закрыт прочным кожухом и чтобы зазор между кругом и подручником не превышал 3 мм. Так же, как и на ленточной пиле, лицо рабочего должно быть защищено стеклянным экраном; в случае же его отсутствия рабочий должен пользоваться предохранительными очками. Заметив бой круга, рабочий должен, не производя работы, заявить об этом мастеру.

**Э л е к т р о о б о р у д о в а н и е.** Электричество применяется для освещения, нагревания изделий в печах и главным образом как движущая сила. Электрический ток, проходя через организм человека, поражает внутренние органы (сердце, органы дыхания, нервную систему и т. п.), производит ожоги или же является причиной ушибов и ранений при падении пострадавшего с высоты. Степень поражения зависит от многих факторов и в частности от напряжения, от состояния кожного покрова человека, а также от состояния обуви рабочего и пола, на котором он находится. Безопасным для человеческого организма считается электрический ток напряжением до 12 вольт. Огромнейшее же большинство заводских электроустановок работает при напряжении 110, 220 и больше вольт.

Поражение электрическим током происходит обычно при неисправных выключателях и рубильниках, при повреждении изоляции проводов, при неисправности электрооборудования и осветительной арматуры и при неправильном обслуживании электроустановок. При прикосновении рукой к обнаженному проводу или контакту неисправного выключателя электрический ток проходит по организму

человека в землю. Если руки рабочего потны, а сам он стоит во влажной обуви на чугунном или сыром деревянном полу, то через рабочего пройдет ток большой силы, и поражение рабочего может быть очень значительным. В другом случае, когда руки рабочего сухи, а сам он стоит в сухой обуви и на сухом деревянном полу, через рабочего ток не пройдет, и никакого поражения не произойдет.

Во всех случаях, когда рабочие по роду своей работы вынуждены соприкасаться с электрооборудованием (монтеры, крановщики и пр.), им выдаются резиновые перчатки и галоши, которые, не пропуская электрического тока, предохраняют рабочего от поражения током. С этой же целью все электрооборудование должно быть заземлено, т. е. соединено при помощи оцинкованной железной проволоки с закопанным в земле оцинкованным листом железа или куском трубы.

В случае касания рукой открытых проводов или контактов у заземленного электрооборудования ток пройдет в землю не через рабочего, а по заземляющей проволоке, как наиболее легкому пути. Для переносных ламп и для местного освещения (например у станков) должен применяться электрический ток напряжением в 12—24 вольта.

Во избежание несчастных случаев и пожаров необходимо периодически производить осмотр и ремонт проводов, патронов, выключателей и т. п. Разумеется, эта работа должна производиться квалифицированными монтерами, но ни в коем случае не самими рабочими.

## 2. Производственная санитария

Наряду с применением безопасной техники администрация предприятий и профсоюзные организации должны создать в производстве надлежащие санитарно-гигиенические условия. Хорошее освещение, чистый воздух, нормальная температура, чистые стены, окна и полы не только оздоравливают труд, но и создают у рабочего бодрое настроение, улучшают его самочувствие и способствуют повышению производительности труда.

В предприятиях, где вопросам оздоровления труда не уделяется должного внимания, работающие страдают профессиональными заболеваниями, количество несчастных случаев возрастает, производительность падает.

Одним из самых вредных для здоровья факторов промышленного труда является пыль, образующаяся в процессе производства. Проникая в легкие, пыль разрушает дыхательные клетки. Помимо того пыль очень часто содержит в себе различные бактерии, которые являются источником многих заразных болезней. Поэтому на устранение пыли в производстве должно быть обращено особое внимание.

Другим также весьма вредным фактором являются всевозможные пары и газы, выделяемые в процессе работы травильными кислотными установками, электролитическими ваннами, пламенными нагревательными печами, отапливаемыми каменным углем, и т. п. При отсутствии специальных защитных устройств эти пары и газы заражают воздух и, проникая в легкие, разрушают организм человека. Так, например, работа в хромировочных мастерских без защитных средств вызывает воспаление носовой перегородки, а затем и прободение ее.

Чрезмерная влажность и насыщенность воздуха водяными парами предрасполагает рабочих к простудным заболеваниям и ревматизму.

Борьба с указанными вредными влияниями должна вестись прежде всего путем устройства местных отсосов, которые не допускали бы попадания в атмосферу цеха вредных паров, газов и пыли. Затем рекомендуется, где это возможно, мастерские с вредным производством переводить в отдельные изолированные помещения. И, наконец, совершенно необходимо для всякого производственного помещения устройство естественной или искусственной вентиляции.

Естественная вентиляция, т. е. проветривание, производится путем открывания дверей, окон, рам в потолочных фонарях и т. п. При искусственной вентиляции смена воздуха в помещении производится при помощи вентиляторов. Наиболее совершенной является приточно-вытяжная вентиляция — с подогревом и очисткой воздуха, поступающего в помещение.

В производствах, связанных с опасностью профессионального отравления, рабочим выдаются в качестве противоядия жиры или нейтрализующие средства.

В целях сохранения у рабочего хорошего самочувствия, достижения наибольшей его производительности и повышения качества работы необходимо поддерживать в помещении надлежащую температуру. Достигается это при помощи отопительных печей или нагревательных приборов (батарей), действующих от общей системы водяного, пароводяного или воздушного отопления. В цехах, где при нормальной работе выделяется много тепла (например в термических), рекомендуется для облегчения условий труда применять обдувочные вентиляторы. Для защиты рабочих от действия лучистой тепловой энергии, у окон печей необходимо устанавливать специальные экраны или водяные завесы.

Большое значение для безопасной работы имеет степень освещенности рабочего места, проходов, проездов, лестниц и т. п. При плохом освещении, как правило, количество несчастных случаев возрастает. Опасные места, не будучи своевременно замечены и устранены, причиняют работающим ранения и ушибы. При недостаточной освещенности рабочие приемы нарушаются, и это также ведет к несчастным случаям. Кроме того длительная работа при плохом освещении может вызвать близорукость.

Наконец, при плохом освещении рабочий, будучи вынужден напрягать зрение, теряет некоторое время на рассмотрение, снижает свою производительность и часто не может обеспечить необходимое качество изделий.

По существующим правилам освещенность того или иного рабочего места в зависимости от характера работы должна соответствовать определенной норме. Освещение может быть естественным, когда используется дневной свет, и искусственным (например, электрическое). Наилучшую освещенность можно получить при рассеянном освещении путем специальных фонарей, отражателей, а также окраски потолков и стен в белый цвет.

Освещение не должно иметь ярких светящихся точек и не должно создавать резких теней.

В целях улучшения освещенности целесообразно окрашивать в светлые тона также и станки.

Сильный производственный шум утомляет работающих и отрицательно сказывается на нервной и слуховой системе. Для снижения и устранения шума рекомендуется полностью изолировать в отдельные помещения агрегаты и установки, работа которых сопровождается сильным шумом (пневматические молотки, воздуходувки и т. п.). С той же целью рекомендуется применять в соответственных частях установки звукопоглощающие прокладки, глушители и т. п.

Для защиты самого рабочего от вредных влияний при некоторых работах ему выдается необходимая спецодежда. К таким работам относятся: работа с кислотами, раскаленными или расплавленными металлами, с электрическим током, работа у движущихся частей машин, работа в сырости и т. д. Как правило, спецодежда выдается только для тех частей тела, которые подвергаются вредному воздействию. Поэтому спецодеждой могут служить рукавицы, фартук, галоши и т. п.

Для оздоровления условий труда и обслуживания естественных надобностей работающих каждое предприятие, каждый цех должны быть оборудованы необходимым количеством раздевалок, душевых и умывальных помещений, комнатами для приема пищи, установками для снабжения питьевой водой и т. д.

Все более или менее значительные предприятия должны иметь врачебные кабинеты или амбулатории, где пострадавшим в результате несчастного случая может быть оказана необходимая помощь. Отдельные же производственные участки цехов и отдельные мастерские для оказания первой помощи при незначительных ранениях и ушибах, должны иметь аптечки, к которым прикрепляется один из работников цеха. В аптечке всегда должен находиться набор перевязочных материалов (марля, вата, бинт) и набор простейших медикаментов (иод, нашатырный спирт и пр.).

На случай тяжелых ранений и ушибов, когда пострадавший теряет способность самостоятельно передвигаться, в цехе следует иметь носилки. Аптечки и носилки, как правило, должны храниться на видном месте, и проходы к ним должны быть всегда свободны.

Каждый рабочий, вновь поступающий в цех, помимо получения производственного инструктажа и инструктажа по технике безопасности, должен быть ознакомлен с местонахождением аптечки, носилок и амбулатории, а также с лицом, прикрепленным к аптечке.

### **3. Противопожарные мероприятия**

Пожары в промышленных предприятиях наносят стране огромный материальный ущерб. В результате пожаров не только гибнут материальные ценности, но и срываются производственные планы, нарушается нормальная деятельность других предприятий. Кроме того, пожары иногда сопровождаются человеческими жертвами.

Борьба с пожарами может осуществляться путем предупреждения их и путем тушения. Естественно, что самым рациональным является первый способ. Средства, расходуемые на проведение всевозможных противопожарных мероприятий, с избытком оправдывают-

ся тем, что охраняемое предприятие может бесперебойно работать в течение ряда лет, не теряя своих ценностей в огне.

Все промышленные здания должны строиться из огнестойкого материала: камня, кирпича, железобетона. Применение для этой цели, а также для полов, потолков, лестниц и т. п., дерева и других горючих материалов нецелесообразно, так как все это представляет хороший материал для огня и обычно погибает во время пожара. Мастерские и кладовые, опасные в пожарном отношении, должны быть выделены в специально для них устраиваемые здания. Особенно это относится к легковоспламеняющимся жидкостям (бензин, керосин), которые опасны не только тем, что с трудом тушатся, но и в отношении взрывов. Так, например, при неосторожном обращении с огнем взрываются даже пустые бочки из-под бензина. Для безопасного хранения бензина целесообразно устраивать подземные резервуары, откуда выдача бензина может производиться путем давления на него какого-либо инертного газа (например углекислоты, которая не поддерживает горения).

Для спасения людей во время пожара все промышленные здания, особенно многоэтажные, должны быть снабжены достаточным количеством выходных дверей и лестниц. Все двери, ведущие к выходу и к лестницам, непременно должны открываться наружу. Кроме лестниц повседневного пользования, на случай пожара снаружи многоэтажных зданий необходимо устраивать железные лестницы, выход на которые может осуществляться через окна.

Все проходы и выходы из помещений должны быть снабжены надписями и фонарями, четко указывающими направление к выходу.

Электрическое оборудование и проводка должны находиться под постоянным наблюдением. Осмотр, проверку и ремонт их необходимо производить только квалифицированным монтером, но не самим рабочим. Особенно это относится к перегоревшим предохранительным пробкам во избежание неправильной замены их так называемыми «жучками», т. е. просто какой-либо проволокой.

Не допускается подвешивать проводку на гвозди и другие металлические предметы без надежной их изоляции. Не разрешается также вешать на выключатели, рубильники и другие приборы электропроводки одежду и вообще какие-либо вещи и предметы.

Для предотвращения пожаров от самовозгорания необходимо прежде всего организовать хранение промасленных тряпок, ветоши, спецодежды и пр. вдали от горючих материалов. Нельзя допускать сваливания промасленных тряпок на деревянном полу или в общей куче с другим мусором. Такие тряпки рекомендуется складывать в железные закрывающиеся ящики или ведра. Ежедневно, по окончании работы, накопившиеся тряпки необходимо вывозить из цеха и складывать в специально отведенное для них место, расположенное вдали от деревянных строений и заборов.

Чрезвычайно большое значение в борьбе с пожарами имеет время, проходящее от начала пожара до начала тушения. Чем раньше замечен пожар, тем скорее будет извещена пожарная команда и тем быстрее будет потушен огонь. Поэтому все предприятия обычно оборудуются электрической сигнализацией, дающей возможность немедленно



извещать пожарную команду о начавшемся пожаре. Схематически эта сигнализация представляет собой электрический звонок, установленный в помещении пожарной команды и соединенный при помощи проводов с кнопками-известителями, расположенными в различных местах на предприятии.

При пожаре следует разбить стекло ближайшего известителя и нажать кнопку, вследствие чего в помещении команды получится звонок, а нумератор, установленный вместе со звонком, покажет номер нажатой кнопки.

Все производственные помещения должны быть снабжены необходимыми огнегасительными средствами, которые могли бы быть использованы самими рабочими до прибытия пожарной команды. К числу таких средств относятся пожарные ведра, песок, пожарные краны, бочки с водой, огнетушители и т. п.

Для успешной борьбы с пожарами на многих предприятиях созданы добровольные пожарные дружины из рабочих этих предприятий. Рабочие, приобретая необходимые знания в дружине, приносят огромнейшую пользу, как промышленным предприятиям, так и в быту.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Указать основные причины несчастных случаев при работе: а) на транспортировке грузов, б) на механизмах с движущимися частями; в) у электромоторов, у осветительных и пусковых приборов.

2. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к производственным помещениям?

## III. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИЗ ФИЗИКИ И ХИМИИ

Кусок дерева, медная труба, лист железа, какой-нибудь камень и т. д. — все это физические тела. Материал, из которого состоят эти тела, называется веществом. Медная труба и медный прут — два различных тела; общим для них является вещество, из которого они изготовлены, т. е. медь.

Вещества могут быть в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Твердое тело имеет определенную форму. Жидкие тела не имеют определенной формы и принимают форму сосуда, в который они заключены. Газообразные тела, расширяясь, стремятся занять все свободное пространство.

Чтобы перевести вещество из твердого состояния в жидкое, из жидкого в газообразное, необходимо это вещество нагреть до определенной температуры, затратив какое-то количество тепла. При переходе из газообразного состояния в жидкое и из жидкого в твердое из вещества выделяется тепло, затраченное при нагревании.

В качестве примера, поясняющего сказанное, можно указать на воду, которая в зависимости от степени ее нагрева принимает твердое, жидкое или газообразное состояние. Точно так же ведут себя и все металлы и сплавы.

Все вещества, находящиеся в природе, делятся на простые и сложные. Простыми веществами называют такие, которые не могут быть разложены на составные части. Сложные вещества состоят из нескольких простых веществ — элементов.

Всего в настоящее время насчитывается около 90 элементов. Большая часть известных нам веществ относится к числу сложных.

Например вода представляет собой соединение двух веществ — газа водорода с газом кислородом; соляная кислота — соединение водорода с газом хлором; поваренная соль — соединение хлора с металлом натрием.

Такое соединение элементов, при котором получается новое, сложное вещество, по своим свойствам («качеству») не похожее на исходные элементы, называется х и м и ч е с к и м с о е д и н е н и е м, а сам процесс получения этого соединения — х и м и ч е с к и м я в л е н и е м. Примером химического явления может служить образование окалины на трубах во время их отжига. Металл трубы, будучи нагрет до определенной температуры, интенсивно соединяется с кислородом воздуха, попадающего в печь, в результате чего на поверхности трубы образуется окалина (пленка сгоревшего металла), по своим свойствам не похожая ни на металл, ни на кислород: металл сравнительно мягок и вязок, а окалина тверда и хрупка.

Кроме химических соединений, различают еще ф и з и ч е с к и е с м е с и, когда вещества, входящие в состав нового вещества, не теряют своих прежних свойств. Например, смесь графита с машинным маслом, употребляющаяся при прессовке труб на гидравлических прессах в качестве смазки, представляет собой физическую смесь, так как графит и масло при этом своих свойств не теряют и не изменяют.

Явление, в результате которого происходит перемещение какого-либо тела или изменение его состояния без изменения состава вещества, называется ф и з и ч е с к и м я в л е н и е м. Например, падение камня с высоты, свечение раскаленной нити в электрической лампочке, подъем ртути в термометре при нагревании и пр. — все это физические явления. К физическим явлениям относится также превращение воды из жидкого состояния в твердое (лед) или газообразное (пар).

Все элементы по их основным свойствам делятся на две большие группы: металлы и металлоиды. Большинство м е т а л л о в обладает рядом общих свойств, как-то: электро- и теплопроводностью, характерным металлическим блеском, относительно большим удельным весом, пластичностью, твердостью, прочностью и т. д. М е т а л л о и д ы, наоборот, не имеют этих свойств, хотя и обладают способностью при химическом соединении давать сходные новые вещества.

Э л е к т р о п р о в о д н о с т ь ю называется свойство вещества проводить электрический ток. Из промышленных металлов наибольшей электропроводностью обладают медь и алюминий. Поэтому большинство электропроводов делается из этих металлов.

Т е п л о п р о в о д н о с т ь ю называется свойство вещества проводить (передавать) тепло. Например, нагревая в горне один конец металлического стержня, мы через некоторое время заметим, как нагревается и другой конец, хотя и меньше, чем первый; второй конец нагревается за счет переданного металлическим стержнем тепла.

У д е л ь н ы м в е с о м называют вес в граммах одного кубического сантиметра вещества. Так, например, один кубический сантиметр воды весит 1 г, меди — 8,9 г, алюминия — 2,7 г, железа — 7,8 г и т. д.

Следовательно, удельный вес этих веществ равен:

Воды . . . . .	1,0
Меди . . . . .	8,9
Алюминия . . . . .	2,7
Железа . . . . .	7,8

Сравнивая удельный вес воды, меди и алюминия, мы видим, что алюминий, например, в 2,7 раза тяжелее воды и в 3-с лишним раза легче меди. Зная удельный вес и размеры какого-либо предмета, легко подсчитать вес этого предмета.

Пусть требуется определить вес медной полосы шириной 5 см, толщиной 2 см и длиной 160 см. Объем такой полосы будет равен  $5 \times 2 \times 160 = 1600 \text{ см}^3$ .

Зная, что 1 см<sup>3</sup> меди весит 8,9 г, найдем вес всей полосы:

$$8,9 \times 1600 = 14240 \text{ г} = 14,24 \text{ кг.}$$

Пластичностью называется способность вещества под действием внешней силы (удара, давления) изменять свою форму без разрушения. Этим свойством широко пользуются в кузнечном, штамповочном, прокатном, прессовом и волочильном деле. В некоторых случаях, для увеличения пластических свойств металла, его нагревают до определенной температуры.

Пластические свойства вещества можно характеризовать его удлинением при разрыве. Например, если растягивать медный прут, то он будет удлиняться до тех пор, пока не разорвется. Если первоначальная его длина была 200 мм, а общая длина двух разорванных кусков равна 300 мм, то удлинение составит:

$$\frac{300 - 200}{200} 100 = 50 \%$$

Твердостью называется способность вещества сопротивляться проникновению в него других более твердых веществ при вдавливании и царапании, при этом отпечаток будет тем больше, чем мягче испытуемое вещество.

Прочность — это способность вещества сопротивляться разрыву, сжатию, срезу, излому и кручению. Прочность выражается числом, показывающим величину нагрузки в килограммах на 1 мм<sup>2</sup> сечения, при которой данное вещество может разрушиться (разорваться, срезаться, согнуться и т.д.). Так, например, если медная проволока, сечение которой равно 1 мм<sup>2</sup>, разорвется при нагрузке 20 кг, а железная проволока такого же сечения разорвется при 40 кг, то прочность меди будет 20 кг на 1 мм<sup>2</sup>, а железа — 40 кг на 1 мм<sup>2</sup>.

Наиболее часто механические свойства металлов и сплавов проверяются путем растяжения образцов до разрыва на специальных машинах. Нагрузка на образец при этом обычно измеряется в килограммах. Для определения прочности испытуемого материала необходимо нагрузку, при которой разорвался образец, разделить на площадь поперечного сечения образца, выраженную в квадратных миллиметрах. Полученная величина, называемая временным сопротивлением при разрыве, характеризует прочность материала.

При испытании на растяжение проверяется также и относительное

удлинение, подсчитываемое по вышеуказанному способу (см. пример с медным прутом).

Свойства металлов будут нами подробно рассмотрены далее, здесь же вкратце ознакомимся с некоторыми металлоидами.

**У г л е р о д** — вещество, входящее составной частью в большинство химических соединений, из которых построены тела растений и животных. Кроме того углерод является основной составной частью каменного угля, нефти и пр. В свободном состоянии углерод встречается в природе только в виде графита и алмаза. Графит — непрозрачное темносерое кристаллическое вещество, легко раслаивающееся на тончайшие чешуйки. Благодаря этой способности графит применяется для изготовления карандашей. Алмаз — также кристаллическое, преимущественно прозрачное вещество. Алмаз — самое твердое из известных нам веществ, благодаря чему он применяется для резки стекла и шлифовки твердых сплавов. Граненые алмазы определенной формы называются бриллиантами.

**К и с л о р о д** — бесцветный газ, не имеющий запаха; по весу он немного тяжелее воздуха. Кислород не горит, но горение поддерживает. Само горение есть не что иное, как химическое соединение какого-либо вещества (топлива) с кислородом. Соединение металла с кислородом называют **о к и с л е н и е м**, а в обыденной жизни — **р ж а в л е н и е м**.

Все случаи соединения кислорода с какими-либо веществами сопровождаются выделением тепла, только в одних случаях (как, например, сжигание топлива в печи) тепло выделяется сравнительно быстро, в других же (окисление металлов в обычных условиях) тепло выделяется чрезвычайно медленно.

Кислород весьма распространен в природе: значительные количества его содержатся в атмосфере воздуха, в воде и во всевозможных соединениях.

**С е р а** — желтое, полупрозрачное кристаллическое вещество. Сера встречается в природе в свободном состоянии и в виде соединений с железом, медью, цинком и другими элементами.

В чистом виде сера применяется редко; соединения же серы имеют громадное распространение и служат для различных целей. Так, в современной технике широко пользуются серной кислотой, гипсом, алебастром; в военном деле — в качестве отравляющих веществ, в сельском хозяйстве — для борьбы с вредителями и т. д. В производстве металлов и сплавов сера представляет собой вредную примесь, так как она значительно ухудшает механические свойства изделий.

**Ф о с ф о р** — твердое, бесцветное, прозрачное вещество, без особого усилия разрезаемое ножом. Фосфор легко воспламеняется; поэтому он применяется при производстве спичек и в военном деле для зажигательных снарядов.

В большинстве сплавов фосфор, как и сера, представляет собой вредную примесь. В некоторых цветных сплавах, предназначенных для изготовления пружин, примесь фосфора является желательной, так как он увеличивает упругие свойства сплава.

**К р е м н и й** — темнобурые вещество; в свободном состоянии

в природе не встречается. Песок, глина и большинство горных пород состоят из различных соединений кремния.

Из соединений кремния вырабатывают кирпичи, глиняные и фарфоровые изделия, стекло, цемент и т. д.

Кремний является полезной составной частью некоторых сортов сталей и бронз. Кремнистые сплавы устойчивы против действия некоторых кислот.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется веществом?
2. Чем отличается простое вещество от сложного?
3. Чем отличается физическое явление от химического?
4. Что называется удельным весом?
5. Каким способом определяется прочность материала?
6. Что такое временное сопротивление разрыву; в каких единицах оно выражается и как подсчитывается?
7. В каких единицах выражается относительное удлинение?

## IV. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

В технике принято делить металлы на черные и цветные. К числу черных металлов относят железо и его сплавы — всевозможные стали и чугуны (табл. 1), к числу цветных (табл. 2) все другие металлы, наибольшим распространением из которых пользуются медь, алюминий, цинк, свинец, олово и т. д. Эти металлы применяются как в чистом виде, так и в качестве составных частей различных сплавов. Целый ряд ценных свойств делает эти металлы незаменимыми во многих случаях практики. Следует иметь в виду, однако, что сравнительно высокая стоимость, иногда и дефицитность цветных металлов обязывают быть очень осторожным в их расходовании. По этой причине за последние годы в машиностроении стали широко использоваться всевозможные заменители.

В трубном производстве в чистом виде обрабатываются только медь, алюминий и свинец, остальные металлы, как-то: цинк, олово, никель, и др., входят в сплавы с медью и алюминием в больших или меньших количествах.

Рассмотрим основные свойства некоторых цветных металлов.

### 1. Цветные металлы

**Медь** — мягкий, ковкий и тягучий металл розово-красного цвета; температура плавления меди  $1083^{\circ}$ , удельный вес 8,9. Медь является хорошим проводником электричества и тепла, вследствие чего она находит большое применение в электротехнической, химической, авиационной и автотракторной промышленности. Главная масса меди применяется в сплавах с другими металлами — цинком, оловом, алюминием и т. д.

**Цинк** — металл синевато-белого цвета; температура плавления  $419^{\circ}$ , удельный вес 7,14. При обыкновенной температуре цинк хрупок, а при температуре  $130—190^{\circ}$  настолько вязок и тягуч, что из него легко можно прокатывать листы и тянуть проволоку. Образующаяся на поверхности цинка пленка окислов предохраняет цинк от дальней-

шего окисления. Этим свойством цинка пользуются для покрытия им железа (оцинкование) с целью предохранения его от ржавления. Кроме того цинк применяется в электротехнике для изготовления гальванических элементов и в типографском деле. Наибольшая масса цинка, однако, употребляется в сплавах с медью.

**О л о в о** — металл белого цвета, весьма тягучий и ковкий, температура плавления  $232^{\circ}$ , удельный вес 7,28. Застывая, олово образует крупные кристаллы; при сгибании чистого олова слышен треск, происходящий от трения кристаллов друг о друга. Олово применяется для изготовления подшипниковых сплавов, припоев и в пищевой промышленности — для лужения посуды и жести.

**А л ю м и н и й** — ковкий и тягучий металл серебристо-белого цвета; температура плавления его  $658^{\circ}$ , удельный вес 2,7. Покрываясь на воздухе тонким слоем окиси, алюминий тем самым как бы защищается от дальнейшего окисления. Благодаря своей легкости по сравнению с другими металлами, алюминий находит большое применение в авиации, а вследствие сравнительно высокой электропроводности применяется в электротехнике в виде проводов. Кроме того алюминий входит в сплавы с медью и идет на изготовление посуды для домашнего обихода.

## 2. Сплавы цветных металлов

Многие металлы, находясь в расплавленном состоянии, легко смешиваются между собой, образуя однородную жидкость — **р а с т в о р**. При застывании этого раствора образуется твердое веще-

Таблица 1

Химический состав инструментальных сталей

Марка стали	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Никель	Примерная область применения
У10А	0,95—1,09	0,15—0,25	50,30	—	—	—	—	Ножи, резы, волоочильный инструмент.
7Х3	0,60—0,75	0,20—0,40	0,30	3,2—3,8	—	—	—	Шпильки для прессов.
3ХВ8	0,22—0,35	0,20—0,40	0,35	2,2—2,7	7,5—9,0	0,20—0,50	—	Матрицы и иглы для горячей прессовки.
5ХВС	0,46—0,58	0,20—0,40	0,45—0,75	1,1—1,4	2,2—2,7	—	—	Втулки для контейнеров при горячей прессовке.
РФ1	0,68—0,80	0,40	0,40	3,8—4,6	17,5—19,0	1,0—1,4	0,20	Быстрорежущая для резцов.

## Сплавы из цвет

Название сплава	Марка	Химический состав				
		медь	цинк	олово	свинец	никель
Томпак . . .	ЛТ96	95—97	—	—	—	—
Латунь торго- вая . . .	Л62	60,5—63,5	Осталь- ное	—	—	—
» конденса- торная .	Л68	67—70	»	—	—	—
» морская	ЛО62-1	61—63	»	0,7—1,1	—	—
» то же .	ЛО70-1	69—71	»	1—1,5	—	—
» автомат- ная (мушц) .	ЛС59-1	57—60	»	—	0,8—1,9	—
» марган- цовистая	ЛМц	57—60	»	—	—	—
» железо- марган- цовистая	ЛЖМц 59-1 ПТ	57—60	»	0,3—0,7	—	—
Бронза . . .	БрАЖМц 10-3-1,5 (БАЖМ) <sup>2</sup>	Остальное	—	—	—	—
»	БрОФ6-0,1 (КАРО) <sup>2</sup>	»	—	6—7	—	—
Мельхиор . .	МН-30	»	—	—	—	30—32
Дуралюминий	Д 1	3,8—5,0	—	—	—	—

## ных металлов

в %					Сопро- тивление разрыву 2 кг/мм <sup>2</sup>	Удли- нение <sup>1</sup> %	Область применения
алюми- ний	железо	марга- нец	магний	фосфор			
—	—	—	—	—	—	—	Трубы радиаторные
—	—	—	—	—	32	50	Трубы для химичес- кой и сахарной про- мышленности, тепло- холодильное оборудо- вание, аппаратостро- ение.
—	—	—	—	—	30	60	Трубы конденсатор- ные, теплотехничес- кие аппараты, радиа- торы.
—	—	—	—	—	35	30	Полосы и прутки для морского судо- строения.
—	—	—	—	—	30	50	Трубы для кораб- лестроения, конденса- торные установки.
—	—	—	—	—	35	40	Прутки и профили для станков-автомат- ов во всех областях металлопромышленно- сти.
—	—	1,2	—	—	40	32	Машино-и корабле- строение, автоматиче- ские телефонные станции.
0,1—0,2	0,6— 1,2	0,5—0,8	—	—	42	35	Прутки и трубы для корабле-и авиа- строения, детали с антикоррозийными и антифрикционными свойствами.
9—11	2—4	1—2	—	—	60	15	Прутки и трубы для машино-и авиа- строения, детали вы- сокой прочности и с антифрикционными свойствами.
—	—	—	—	0,1— 0,25	38	50	Прутки в моторо- и машиностроении.
—	—	—	—	—	38	50	Трубы для конденса- торных установок в кораблестроении.
Осталь- ное	—	0,4—0,8	0,4— 0,8	—	23	20	Авиапромышлен- ность и судостроение

<sup>1</sup> Механические свойства сплавов даны в отожженном состоянии.<sup>2</sup> В скобках указано применяющееся на заводах обозначение сплава.

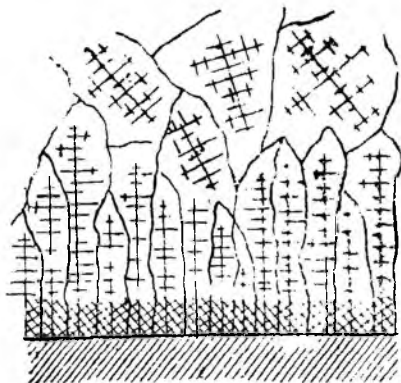
ство — сплав. В сплав могут входить два, три и больше металлов и металлоидов.

Из сказанного становится ясной разница между металлом и сплавом: металл — это простое вещество, а сплав — сложное вещество, представляющее соединение одного металла с другим.

Необходимо заметить, однако, что имеются такие пары металлов, которые, находясь в жидком состоянии, не смешиваются между собой стремясь разделиться на два самостоятельных слоя жидкого металла.

Как пример металлов, практически не сплавляющихся друг с другом, можно указать пары: свинец — алюминий, свинец — железо и др.

Все металлы и сплавы имеют кристаллическое строение (структуру), т. е. состоят из плотно сросшихся кристаллических зерен. В этом легко убедиться, если посмотреть на излом какого-либо твердого металла или сплава. Например, при рассматривании невооруженным глазом излома чугуна мы заметим довольно крупные кристаллы чугуна, а на изломе стали — мелкие кристаллы стали.



Фиг. 1. Схема образования кристаллов

Образование кристаллов происходит при застывании расплавленного металла в изложнице, т. е. при переходе его из жидкого состояния в твердое. В первый момент металл застывает около стенок и дна изложницы, затем сверху, и в последнюю очередь, по мере охлаждения, застывают более глубокие слои металла.

Процесс образования кристаллических зерен можно представить в следующем виде. У стенок изложницы появляются первые частицы застывшего металла. Из этих частиц, называемых центрами кристаллизации, по трем направлениям, пересекающимся под прямыми углами, начинают расти кристаллические оси. От этих осей, также под прямыми углами, растут новые оси и т. д. В результате получается как бы скелет кристалла в форме «дерева» с ветвями, между которыми застывает и остальная масса жидкого металла (фиг. 1) Форма таких кристаллов называется дендритной, т. е. древоподобной.

При застывании металла одновременно возникает большое количество центров кристаллизации. Поэтому рост отдельного кристалла может продолжаться только до тех пор, пока он не встретится с соседними растущими кристаллами. Образование новых центров кристаллизации и рост кристаллов прекращаются только по застывании всей массы жидкого металла.

Между структурой металла и его физическими и химическими свойствами существует определенная зависимость.

Так, например, известно, что металлы и сплавы с мелкокри-



сталлическим строением обладают большей прочностью, чем с крупнокристаллическим строением. Известны также и способы, благодаря которым можно изменять структуру, а вместе с ней и свойства металлов и сплавов в желаемом направлении. Поэтому изучению структуры уделяют большое внимание.

Таблица 3

**Механические свойства сплавов меди с цинком в литом состоянии**

Название металлов и сплавов	Содержание, %		Сопротивление разрыву, кг/мм <sup>2</sup>	Удлинение, %	Твердость
	меди	цинка			
Медь . . . . .	100	—	20	35	35
Томпак . . . . .	90	10	25	40	55
Полутомпак . . . . .	80	20	26	40	60
Конденсаторная латунь . . . . .	67	33	33	40	70
Торговая латунь . . . . .	62	38	42	30	90
Мушкетерская латунь . . . . .	58	42	45	25	100
Цинк . . . . .	—	100	2	—	30

Применение сплавов в технике позволило значительно расширить свойства металлов. Объясняется это тем, что металлы изменяют свои свойства в зависимости от присутствия в них присадок. Например, свойства стали (сплава железа и углерода) изменяются от количества содержащегося в ней углерода. Механические свойства латуни зависят от содержания в ней меди и цинка. Из табл. 3 видно, что с увеличением содержания в меди цинка сопротивление разрыву и твердость до некоторого предела возрастают, а удлинение падает. Так, у т о р г о в о й л а т у н и, с содержанием меди 62% и цинка 38%, сопротивление разрыву составляет 42 кг/мм<sup>2</sup>, между тем как у чистой меди оно равно 20 кг/мм<sup>2</sup>, увеличение прочности торговой латуни произошло за счет добавки к меди цинка.

Требования, предъявляемые к сплавам, весьма разнообразны; поэтому различны и способы получения нужных свойств в сплавах. К цветным сплавам, идущим на изготовление труб и прутков, обычно предъявляются следующие требования:

1) Высокое сопротивление разрыву и большая твердость при достаточно большом удлинении; этому требованию удовлетворяет большинство сплавов меди с цинком, оловом, алюминием и другими металлами, а также сплавы алюминия с медью, марганцем, магнием и др.

2) Антикоррозийные свойства, т. е. способность сплава сопротивляться разрушающему действию кислот, щелочей, солей и т. д.; этими свойствами обладают сплавы, содержащие олово и никель.

3) Антифрикционные свойства, т. е. способность сплава понижать трение и сопротивляться износу от трения; данным требованиям наиболее удовлетворяют сплавы меди с оловом, алюминием, железом и пр.

4) Способность сплава давать мелкую сыпучую стружку при обработке ее на станках-автоматах; этим свойством обладают латунные сплавы после незначительных добавок к ним свинца.

Медноцинковые сплавы с высокими механическими и другими свойствами обладают еще тем преимуществом, что они удешевляют стоимость изделия, так как стоимость цинка меньше стоимости меди и поэтому медноцинковый сплав стоит дешевле того же количества меди.

Всего цветных сплавов насчитывается несколько тысяч, однако наибольшее применение в производстве цветных труб и прутков имеют всего три десятка. Эти сплавы делятся на четыре основные группы: латуни, бронзы, мельхиоры и легкие сплавы.

Кроме присадок, в сплавы могут входить в незначительных количествах и некоторые примеси. Эти примеси, так же как и специальные присадки, оказывают определенное влияние на качество металла или сплава. Во избежание ухудшения механических, физических и других свойств металла или сплава количество этих примесей ограничивается тем или иным пределом.

Наиболее часто встречающимися вредными примесями в цветных металлах и сплавах, обрабатываемых давлением, являются: висмут, сурьма, свинец, сера, кислород и др. Действие этих примесей на металлы и сплавы различно.

**В и с м у т** даже в самых незначительных количествах делает медь и ее сплавы хрупкими, совершенно не поддающимися обработке. Поэтому содержание висмута в меди, латунях и бронзах ограничивается 0,002—0,003%.

**С у р ь м а** оказывает действие подобное висмуту, но в несколько меньшей степени. Поэтому сурьмы в меди и латунях может быть больше. Так, например, в меди марки М-2 и латуни ЛС59-1 содержание сурьмы допускается до 0,01%, а в меди марки МЗ — даже до 0,05%.

**С в и н е ц** в количестве 0,4% делает медь хладноломкой и красноломкой, вследствие чего содержание его в меди ограничивается сотыми долями процента. Влияние свинца на обрабатываемость латуни зависит от содержания в ней меди. Так, например, незначительная примесь свинца и латуни Л68 (67—70% меди) делает горячую обработку давлением невозможной; поэтому содержание свинца в ней ограничивается 0,03%. Латунь же с небольшим содержанием меди, например ЛС59-1 (57—60% меди), несмотря на наличие в ней почти 2% свинца, обрабатывается хорошо. В последнем случае свинец вводится для получения при механической обработке латуни ломкой (сыпучей) стружки.

**С е р а** уже в незначительных количествах делает медь хрупкой и склонной к образованию пузырей и плен; в меди содержание серы допускается до 0,005—0,01%.

**К и с л о р о д**, давая химическое соединение с медью (закись меди), способствует образованию в ней мелких трещин; присутствие закиси меди в латунях и бронзах ухудшает их механические свойства. Содержание кислорода в меди допускается до 0,08—0,1%.

В ОСТах, кроме указания допустимых примесей, ограничивается также их сумма. Так, например, в меди марки М<sub>1</sub> сумма всех примесей не должна превышать 0,1%, в сплаве Л68—0,25% и т. д.

Латунями называют сплавы меди с цинком; содержание меди в этих сплавах колеблется в пределах 60—95%, а цинка — 40 и 4%.

В состав латуни иногда вводят в небольших количествах олово, марганец, алюминий, железо и никель, сильно увеличивающие ее прочность и сопротивляемость окислению. В частности, свинец способствует облегчению резания латуни и получению гладкой и чистой поверхности.

В производстве радиаторных труб, потребляемых в большом количестве авиационной и танковой промышленностью, наибольшим применением пользуется сплав (ЛГ96). Этот сплав, состоящий из 96% меди и 4% цинка, отличается значительной вязкостью и хорошо поддается обработке давлением.

Бронзами обычно называют сплавы с оловом, алюминием, железом и пр. металлами. Наличие этих металлов в сплаве делает последний очень твердым, упругим, крепким, хорошо сопротивляющимся истиранию, благодаря чему бронза применяется для изготовления подшипников, пружин и других деталей для станков и аппаратов.

Так, например, для манометрических трубок применяют оловянно-фосфористую бронзу БрСФ4-0,25, состоящую из 4% олова, 0,25% фосфора и меди.

Мельхиом называют сплав меди с никелем и некоторыми другими металлами. Этот сплав меди отличается большой пластичностью и антикоррозийностью.

В указанных выше сплавах медь является основой, другие же металлы (цинк, олово, никель) — присадками.

Кроме сплавов на медной основе имеется довольно обширная группа так называемых легких сплавов, основой для которых является алюминий и магний, как, например, дуралюминий, электрон. Благодаря малому удельному весу алюминия (2,7) и магния (1,74), их сплавы обладают также незначительным весом. Прочность этих сплавов после соответственной обработки поднимается до прочности некоторых сортов сталей.

Отрицательным свойством дуралюминия является его сравнительно слабая стойкость против воздействия окружающей среды, вызывающей на поверхности изделия из дуралюминия коррозию, т. е. разрушение поверхности.

В целях защиты поверхности применяют покрытие алюминием, который благодаря наличию на его поверхности окисной пленки хорошо противостоит воздействию окружающей среды, предохраняясь сам и предохраняя дуралюминий.

Легкие сплавы находят большое применение в авиационной, где вес и прочность имеют особое значение.

Химические анализы наиболее употребительных сплавов, обрабатываемых давлением, обозначения (маркировки), механические свойства и примерные области применения этих сплавов, приведены в таблице 2.

Марка сплава должна содержать в себе условное обозначение названия сплава и примерное содержание входящих в него металлов.

Например, сплав, состоящий из 62% меди и 38% цинка, принято обозначать так: Л62. Буква Л указывает название сплава «латунь», а число 62 — содержание меди. Зная, что это латунь, т. е. сплав меди с цинком, легко определить содержание в нем цинка: оно будет равно  $100 - 62 = 38\%$ . Возьмем другой пример — сплав БрАЖМц 10—3—1,5 (или, как его называют, БАЖМ). Первые две буквы Бр обозначают, что этот сплав «бронза»; следующие буквы А, Ж и Мц являются начальными буквами названий входящих в сплав металлов — алюминия, железа и марганца; цифры 10—3—1,5 указывают на процентное содержание этих металлов в сплаве.

Некоторые сплавы, содержащие олово, как-то: ЛО62-1 и ЛО70-1, находят большое применение в морском судостроении; поэтому в заводской практике принято называть их «морскими» сплавами.

### 3. Черные металлы и их сплавы

Как указывалось выше, к числу черных металлов обычно относят железо и его сплавы — всевозможные стали и чугуны.

Железо представляет собой металл, наиболее широко применяемый во всех сферах народного хозяйства и в быту; его потребление в виде стали и чугуна из года в год неуклонно растет. Так, например, в 1932 г. в СССР было выплавлено чугуна 6,2 млн. т, а в 1937 г. — 14,5 млн. т; стали было выплавлено соответственно 5,9 и 17,7 млн. т.

Получить чистое железо очень трудно; этим отчасти объясняется, что в технике применяется исключительно углеродистое железо, т. е. сплав железа с углеродом.

Различают три вида этих сплавов: собственно железо — с содержанием углерода до 0,05%, сталь — с содержанием углерода от 0,05 до 1,7% и чугун — с содержанием углерода от 2,5 до 4,5%. Продукт с содержанием углерода от 1,7 до 2,5% в практике имеет ограниченное применение и иногда носит название сталистого чугуна.

По своему составу стали делятся на углеродистые и специальные. Углеродистые стали состоят из железа и углерода и в свою очередь делятся на «мягкие» (с содержанием углерода до 0,3—0,4%) и «твердые» (содержащие от 0,4 до 1,7% углерода). Такое деление основано главным образом на свойстве сталей принимать закалку, т. е. повышать твердость при быстром охлаждении от температуры 720—750°. Закачиваются только стали, содержащие свыше 0,3% углерода, и тем лучше, чем больше в них углерода.

Мягкие стали в обыденной жизни и в технике часто называются «железом», так как по своим свойствам они близки к чистому железу, которое совершенно не поддается закалке подобно меди и другим металлам.

Специальные стали, кроме железа и углерода, содержат в себе ряд других специальных присадок — вольфрам, никель, хром и т. д. Введение в сталь этих присадок улучшает механические свойства сталей (увеличивает их прочность, вязкость и т. д.) и придает

им ряд других ценных свойств (например способность сохранять закалку при высоких температурах, огнестойкость и пр.).

В зависимости от рода присадок и их процентного содержания стали получают соответствующие названия: хромистые, вольфрамовые и т. д. Все стали этой группы называются иногда легированными.

Рассмотрим некоторые наиболее употребительные в трубном деле сорта углеродистых и специальных (легированных) сталей, а также их особые свойства, приобретаемые за счет придаваемых сталям присадок (табл. 3).

**Углеродистые стали У8А и У10А** содержат кроме железа от 0,8 до 1,6% углерода. Эти стали после закалки приобретают значительную твердость, являющуюся одним из основных показателей качества волоочильного инструмента.

**Хромистая сталь.** Хром в качестве присадки сильно увеличивает твердость стали, но уменьшает ее вязкость. Особо ценные свойства этой стали, — это ее высокая «износоупорность» (сопротивление истиранию) и стойкость против окисления (ржавления). Из этой стали изготавливаются главным образом режущие инструменты, калибры, волоочильные матрицы и головки, а также штампы и шпинтоны, для горячей прессовки. Для последних с успехом применяется хромистая сталь марки 7ХЗ, состоящая из 0,6 — 0,75% углерода, 3,2—3,8% хрома, 0,2—0,4% марганца; разницу до 100% составляет железо.

**Хромовольфрамовая сталь.** Специальными присадками в этом виде сталей являются хром, вольфрам и ванадий. Наиболее употребительными при прессовке труб горячим способом являются стали 3ХВ8, 5ХВС и др. В частности для игл и матриц при прессовке труб применяется сталь марки 3ХВ8, в состав которой, как это видно из табл. 3, кроме углерода и марганца входит 2,2—2,7% хрома, 7,5—9,0% вольфрама и 0,20—0,50% ванадия. Вольфрам и ванадий предохраняют сталь от потери твердости при нагреве инструмента в процессе работы.

**Чугуны** делятся на серые и белые. Серый чугун получается при заливке расплавленного металла в земляные формы; при этом чугун получается мягким и в изломе серым. Серый чугун легко обрабатывается резцом и применяется, главным образом, для отливки стечнин, фундаментных плит и других деталей, не подвергающихся ударам в работе. При заливке расплавленного чугуна в металлическую форму (изложницу) получается белый чугун; такой чугун обладает большой твердостью и с трудом обрабатывается резцом. Наибольшей твердостью обладают наружные слои отливки. Поэтому белые чугуны находят применение при изготовлении таких деталей, где требуется наибольшая твердость поверхности (например прокатных валков).

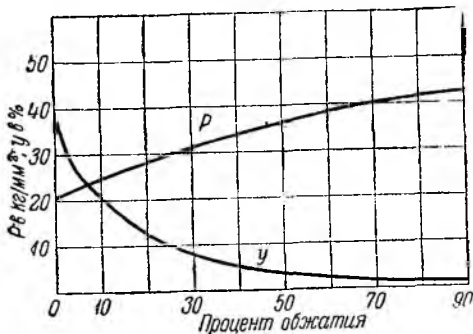
### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие металлы относятся к черным металлам и какие — к цветным?
2. Что такое сплав?
3. Чем отличается металл от сплава?
4. С какой целью металлы часто используют в виде сплавов?
5. Как изменяются механические свойства меди от прибавления к ней цинка?

6. Что называют латунями, бронзами и легкими сплавами?
7. Чем отличается железо от стали?

## V. ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ ПРИ ХОЛОДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ОТЖИГЕ

Почти каждому приходилось неоднократно убеждаться в том, что мягкая железная или медная проволока при неоднократных повторных изгибах в одном и том же месте становится жестче. Будучи сплюснута в холодном состоянии в тонкую полоску, она также становится прочнее. То же наблюдается и при волочении проволоки, труб и прутков. Это явление упрочнения металлов (и сплавов) носит название наклепа или нагартовки. Само же изменение формы, достигаемое путемковки, прокатки, прессовки, волочения, гнутья и пр., называется деформацией.



Фиг. 2. Влияние величины обжатия на механические свойства красной меди.

При деформации, наряду с увеличением прочности, наблюдается падение пластических свойств металла, т. е. он становится более хрупким и менее пригодным к холодной обработке давлением. По достижении некоторой предельной твердости и одновременном снижении пластичности дальнейшая деформация становится невозможной: металл разрушается (рвется, трескается). Явление наклепа свойственно большинству металлов и сплавов, хотя и в различной степени. Так, например, латунные сплавы наклепываются быстрее чем медь; олово, свинец и цинк при нормальной температуре совершенно не поддаются наклепу. Увеличение прочности и уменьшение пластических свойств металла происходит пропорционально степени холодного обжатия, т. е. чем больше металл обжат (например проволочен с большего диаметра на меньший), тем больше становится его сопротивление разрыву и тем меньше удлинение. Эта зависимость может быть выражена графически в виде кривой. На фиг. 2 по горизонтальной оси отложена степень обжатия (в процентах), а по вертикальной оси — сопротивление разрыву (в  $\text{кг/мм}^2$ ) и удлинение (в процентах). Изображенные кривые относятся к деформации меди.

Рассмотрим значение этих кривых. В первый момент, до деформации (0% обжатия), сопротивление разрыву равно  $20 \text{ кг/мм}^2$ , а удлинение — 40%. При 30% обжатия  $P$  возрастает до  $30 \text{ кг/мм}^2$ , а удлинение падает примерно до 7%. При 90% обжатия  $P$  возрастает до  $44 \text{ кг/мм}^2$ , а удлинение падает до 3%.

Такой характер изменения механических свойств при холодной деформации присущ большинству металлов. В табл. 4 приведены

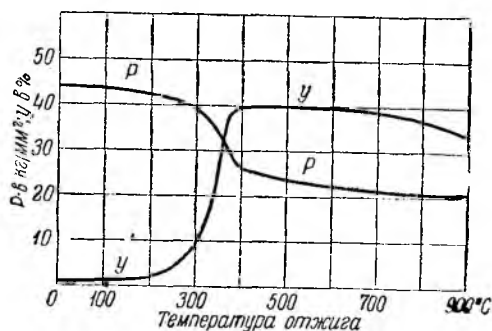
данные о тех пределах, в которых, примерно, могут изменяться механические свойства цветных металлов и сплавов.

Таблица 4

Изменение механических свойств цветных металлов и сплавов при наклепе

Название металлов и сплавов	Отожженные			Наклепанные			Примечание
	сопротивление разрыву, кг/мм <sup>2</sup>	удлинение, %	твёрдость	сопротивление разрыву, кг/мм <sup>2</sup>	удлинение, %	твёрдость	
Медь . . . . .	22	40	40	44	3	130	Не наклепываются
Цинк . . . . .	15	20	40	15	20	40	
Олово . . . . .	2	40	5	2	40	5	
Свинец . . . . .	1,8	45	4	1,8	45	4	
Алюминий . . . . .	6	40	15	20	40	55	
Никель . . . . .	40	45	90	80	3	210	
Сплав Л62 . . . . .	32	50	50	65	3	130	
Сплав Л68 . . . . .	30	60	45	60	4	130	
Сплавы ЛО70-1 . . . . .	30	50	50	60	3	120	
Дуралюминий . . . . .	23	20	50	60	1—2	130	

После некоторой величины обжатия металл может так сильно наклепаться, т. е. стать настолько жестким, что его нельзя будет дальше обрабатывать давлением (например волочением). Для придания металлу прежних пластических свойств необходимо, как говорят, «снять наклеп», т. е. отжечь металл. Отжиг заключается в нагреве металла до определенной температуры, выдержки при этой температуре и охлаждении, после чего металлу возвращаются все его свойства, которыми он обладал до деформации, т. е. он становится мягче, сопротивление разрыву снижается, а удлинение возрастает.



Фиг. 3. Влияние температуры отжига на механические свойства меди

Для полного отжига необходимо, чтобы медь была нагрета до 700°, латунные сплавы примерно до 600—650°, и дуралюминий до 350—370°. Отжиг, предусматривающий полное снятие наклепа, называется нормальным отжигом.

Металл, приобретя таким образом пластические свойства, может быть вновь подвергнут волочению. На фиг. 3 приведен график изменения механических свойств меди при отжиге. По горизонтальной оси показаны температуры отжига, а по вертикальной — сопротивление разрыву  $P$  (в кг/мм<sup>2</sup>) и  $y$  — удлинение (в %).

Как видно из диаграммы, до температуры  $200^{\circ}$ , кривые идут горизонтально, а начиная с  $300$  и до  $400^{\circ}$ , резко изменяют свое направление. По характеру этих кривых можно судить, что в металле при температуре  $400^{\circ}$ , происходят коренные изменения его механических свойств, так как сопротивление разрыву падает до  $25 \text{ кг/мм}^2$ , а удлинение возрастает почти до  $40\%$ . При дальнейшем повышении температуры  $R$  медленно падает, достигая при  $700^{\circ}$ , величины  $22 \text{ кг/мм}^2$ , удлинение же изменяется при этом незначительно.

Увеличение температуры свыше  $750\text{—}800^{\circ}$  вызывает уменьшение прочности и пластичности металла, т. е. ведет к ухудшению его качества. Это явление в практике обычно называют перегревом.

Благодаря способности металла полностью восстанавливать после отжига свои первоначальные свойства, количество чередований наклепа с отжигом может быть неограниченным. Необходимо однако заметить, что явление наклепа наблюдается только при холодной деформации, так как деформация металла в горячем состоянии сопровождается немедленным отжигом за счет тепла обрабатываемого изделия.

Кроме указанных выше способов изменения механических свойств (деформация и отжиг), применяются и другие способы обработки — закалка и отпуск. Обычно закалка и отпуск применяются при обработке сталей, дуралюминия и небольшого количества сплавов на медной основе, так как большинство из них, как равно и металлы, закалки не принимает.

Процесс закалки стали заключается в нагреве ее примерно до  $800^{\circ}$  и затем в быстром ее охлаждении (например в холодной воде). Температура нагрева стали и охлаждающая среда подбираются в зависимости от марки стали, размеров изделия и его назначения. В качестве охлаждающей среды применяются также растительные и минеральные масла, расплавленные соли, расплавленный свинец и т. д.

Сталь после закалки становится чрезвычайно твердой и хрупкой. Применение хрупкой стали, особенно там, где работа сопровождается ударами, нецелесообразно, так как такая сталь будет трескаться, разрушаться. Поэтому для уменьшения хрупкости и увеличения вязкости сталь подвергают отпуску, т. е. нагреву примерно до  $200\text{—}300^{\circ}$ , и затем медленному или быстрому охлаждению. Увеличивая температуру отпуска, можно достигнуть того, что закаленное изделие, совершенно потеряет приобретенную твердость, т. е. сделается таким, каким было до закалки. В этом случае, как говорят, изделие отожжется.

Закалка дуралюминия, представляющая собой также быстрое охлаждение нагретого до  $495\text{—}505^{\circ}$  изделия, в холодной воде или на воздухе отличается от закалки стали тем, что упрочнение дуралюминия происходит не сразу, а в течение некоторого времени. Обычно резкое нарастание механических свойств происходит в первые 12 час. после закалки; затем оно замедляется и через  $6\text{—}7$  суток практически прекращается.

Это явление улучшения механических свойств сплавов в течение сравнительно длительного времени принято называть старением (см. табл. 5).



Таблица 5

Изменение механических свойств дуралюминия в процессе старения

Время старения	Временное сопротивление разрыву, кг/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %
0,5 часа	37,1	02,2
2,5 »	38,8	21,2
1 сутки	42,5	21,7
6 суток	43,7	20,5
7 »	43,7	22,4

В результате закалки механические свойства дуралюминия резко возрастают. Так, например, если он в отожженном состоянии имел временное сопротивление разрыву 23 кг на 1 мм<sup>2</sup>, удлинение 20% при твердости в 50 единиц по Бринелю, то после закалки и старения (отпуска) сопротивление разрыву возрастает до 45 кг/мм<sup>2</sup>, а твердость до 110—120 единиц при неизменном удлинении.

При нагреве дуралюминия непосредственно после закалки до 120—180° время старения сокращается до 3—4 часов. Такой вид старения принято называть искусственным старением в отличие от естественного, когда последний происходит при комнатной температуре.

При температурах ниже нуля процесс старения замедляется или совершенно прекращается.

Из того факта, что прочность дуралюминия при быстром охлаждении значительно возрастает, необходимо сделать вывод, что дуралюминиевые изделия, предназначенные для волочения или прокатки, после нормального отжига должны охлаждаться медленно, т. е. так, чтобы не могла произойти закалка дуралюминия. Для этой цели обычно строят конвейерные печи, обеспечивающие необходимую скорость охлаждения, или же покрывают железными листами с асбестом.

Металлы, медь и алюминий, а также большинство сплавов на медной основе после нормального отжига могут быть сразу охлаждены в холодной воде без опасения их закалки. Латунные сплавы с содержанием цинка более 35% подвергать резкому охлаждению не рекомендуется.

При волочении труб и прутков в металле возникают внутренние напряжения, т. е. такие внутренние силы, которые стремятся разрушить изделие. Эти силы при резких колебаниях температуры окружающей среды, особенно в зимнее время, достигают такой величины, что на изделии появляются поперечные или продольные трещины. Это явление, называемое с е з о н н о й болезнью, свойственно только латунным сплавам. Кроме того, необходимо отметить, что наклеп и внутренние напряжения в латуни вызывают резкое падение сопротивляемости латуни коррозии, т. е. разрушению поверхности металла вследствие химического воздействия окружающей среды (паров, газов, жидкостей).

Средством борьбы с этим явлением служит легкий отжиг, т. е. нагрев изделий до температуры 300—350°. Механические качества изделий при этом улучшаются: внутренние напряжения снимаются, удлинение возрастает, а сопротивление разрыву и твердость снижаются лишь незначительно, оставаясь достаточно высокими.

Легкому отжигу подвергают только готовые изделия перед отправкой их на склад готовой продукции.

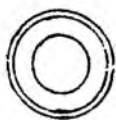
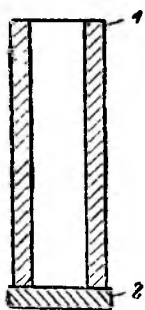
### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое наклеп?
2. Как изменяется временное сопротивление разрыву с увеличением наклепа?
3. Что такое нормальный отжиг и как он влияет на механические свойства металлов и сплавов?
4. Чем отличается закалка от отжига?
5. Что такое легкий или низкотемпературный отжиг?
6. В каких случаях применяется нормальный отжиг и в каких легкий?
7. Что такое «старение» дуралюминия?
8. Можно ли ускорить процесс «старения» и как?

## VI. ПОЛУЧЕНИЕ ТРУБНОЙ И ПРУТКОВОЙ ЗАГОТОВКИ

Для получения готовой трубы или прутка металл должен пройти через следующие стадии обработки:

- а) отливку болванки,
- б) прессовку из нее трубной или прутковой заготовки,
- в) волочение прессованной заготовки до требуемого размера.



Фиг. 4. Изложница с поддоном.  
1 — изложница,  
2 — поддон.

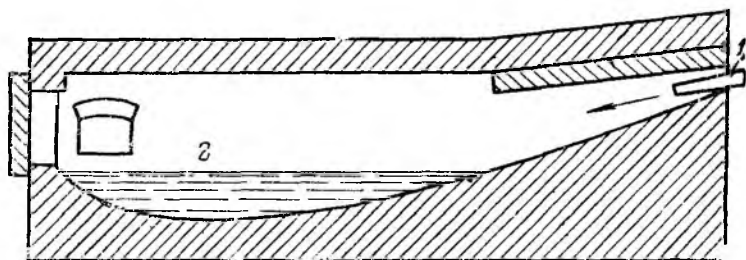
### 1. Получение литой болванки

Процесс получения литой болванки заключается в том, что расплавленный металл или сплав выливается в особую металлическую форму — изложницу, где он и застывает. Изложница для круглых болванок представляет собой толстостенную металлическую трубу, закрываемую снизу поддоном (фиг. 4). После того как металл затвердеет, изложницу поднимают, открывают поддон, и болванка сравнительно легко выпадает из изложницы.

При отливке болванок из меди, последняя плавится в пламенных печах (фиг. 5), отапливаемых мазутом. При этом в качающихся печах разлив металла производится путем наклона печи. В процессе плавки металл подвергается окислению и дразнению для удаления из него вредных примесей. Окисление производится при помощи воздуха, вдуваемого в расплавленный металл через железную трубу, обмазанную снаружи огнеупорной глиной. Образующиеся на поверхности металла шлаки удаляются из печи специальными деревянными скребками. Дразнение металла, преследующее цель перевода закиси меди в чистую

медь, производится при помощи сырых жердей или бревен, опускаемых в металл. Для проверки качества металла берутся пробы. Готовый металл первоначально выливают из печи в ковш, а затем из ковша в изложницу.

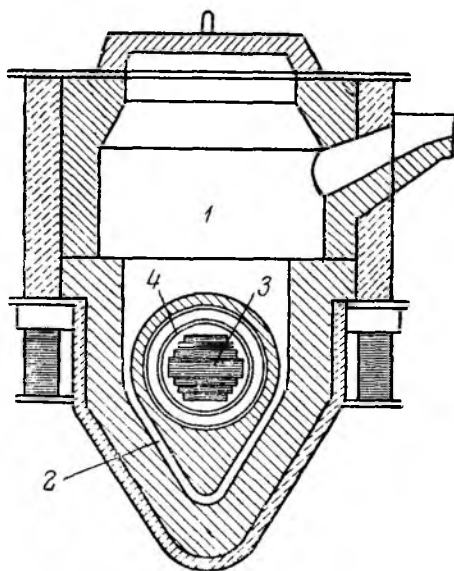
Для отливки болванок из цветных сплавов предварительно требуется составить ш и х т у, т. е. произвести навеску тех металлов и в той пропорции, как это требуется для заданного сплава.



Фиг. 5. Плавильная печь.  
1 — мазут, 2 — расплавленный металл.

Например, для получения 500 кг сплава Л62 необходимо было бы взять 62% меди и 38% цинка, т. е.  $500 \times 62 : 100 = 310$  кг меди и остальные  $500 - 310 = 190$  кг (или  $500 \times 38 : 100 = 190$  кг) цинка. Эти навески меди (310 кг) и цинка (190 кг) в данном случае будут являться шихтой для сплава Л62.

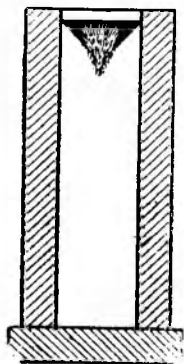
Плавка медно-цинковых сплавов производится в электрических индукционных печах «Аякс» (фиг. 6). Печь имеет форму полого цилиндра 1, поставленного вертикально. В дне печи имеется углубление — канал 2 в виде замкнутого кольца, расположенного также вертикально. Внутри этого кольца расположена первичная обмотка трансформатора 4 из медного провода, по которой во время работы проходит электрический ток. Перед пуском печи в работу, если она до этого времени долго бездействовала, необходимо предварительно залить в печь некоторое количество расплавленного металла, достаточное для того, чтобы канал был



Фиг. 6. Электрическая индукционная печь «Аякс»

1 — плавильное пространство, 2 — канал, 3 — сердечник трансформатора, 4 — первичная обмотка.

заполнен металлом доверху. Сверху расплавленного металла забрасывается подготовленная шихта. При включении тока температура металла, находящегося в канале, еще более повышается, и металл расплавляет находящуюся над ним шихту. После снятия шлака приступают к разливке металла и в изложницы. Разливка производится путем наклона печи. Из печи выливается только тот металл, который находится над каналом, металл же, находящийся в канале, остается для производства следующей плавки. Из этих печей отливают болванки диаметром от 85 до 400 мм и длиной до 1500 мм.



Фиг. 7. Образование усадочной раковины в слитке.

Во всех случаях отливки расплавленных металлов в изложницы в верхней части слитка получается усадочная раковина. Это явление объясняется тем, что расплавленный металл застывает в первую очередь на дне и у стенок изложницы, образуя таким образом твердую корку, внутри которой находится еще жидкий металл. Благодаря неизбежному уменьшению объема металла при застывании, в середине верхней части слитка образуется усадочная раковина, иногда пронизывающая слиток до половины его высоты и больше. Для уменьшения усадочной раковины рекомендуется в процессе литья, по мере усадки металла, доливать слиток, но это возможно лишь до тех пор, пока металл в изложнице находится еще в жидком состоянии.

На фиг. 7 показан поперечный разрез слитка (в изложнице) в верхней части которого видна усадочная раковина. Верхняя часть слитка (с усадочной раковинной) называется литниковой частью и является самой нездоровой его частью.

Наиболее распространенными видами брака литейного происхождения являются:

- а) пузыри и свищи, образующиеся в болванке от застрявшего при литье в металле воздуха и от несгоревшей смазки;
- б) шлаковые включения, попадающие в металл при плохой очистке металла во время литья;
- в) непопадание в анализ, т. е. несоответствие сплава установленному химическому анализу в результате неправильно составленной шихты.

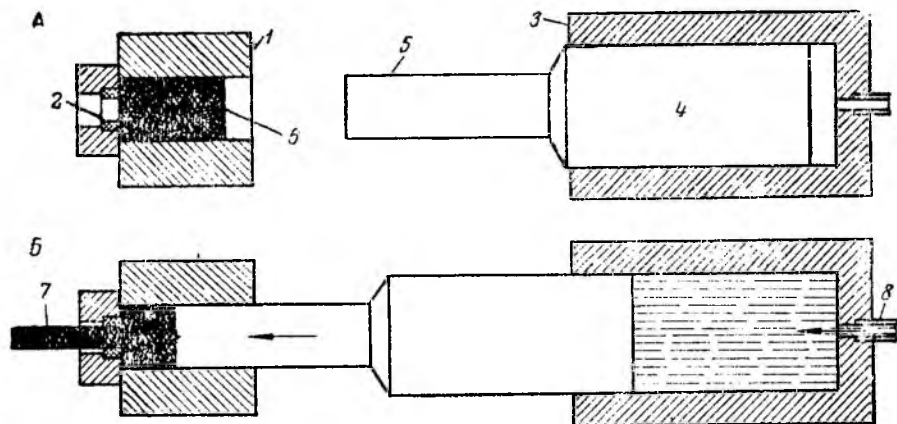
Качество болванок, кроме того, может зависеть и от других причин: от температуры металла, скорости литья, смазки изложниц и т. д.

Перед отправкой в прессовый цех болванки просматриваются и разбираковыаются. Все видимые пороки (трещины, пузыри, шлаковые включения и т. д.) удаляются при помощи шарошки, а литниковая часть отрезается на дисковой пиле при резке болванки на части длиной по 200—600 мм. На всех болванках, отправляемых из литейных цехов в прессовый, должны быть поставлены марки сплава.

## 2. Получение прессованной прутковой и трубной заготовки

Вся трубная и прутковая заготовка, поступающая на волочильные станки, в настоящее время получается исключительно методом прессовки на специальных мощных гидравлических прессах. Ранее для производства труб диаметром 150 мм и выше применялась штамповка труб из листов; более мелкие трубы, диаметром до 150 мм, изготовлялись кривой вальцовкой на стане Маннесмана.

Прессование заключается в том, что металл, будучи нагрет до соответственной температуры, под действием больших сжимающих сил вытекает из замкнутого пространства через очко матрицы. На фиг. 8 показаны основные части гидравлического пресса: контейнер 1, пред-



Фиг. 8. Схема действия гидравлического пресса при прессовке прутка.

А — положение до прессовки, Б — момент прессовки; 1 — контейнер, 2 — матрица, 3 — главный цилиндр, 4 — плунжер, 5 — шплинтон, 6 — болванка, 7 — пропрессованный пруток, 8 — отверстие для подачи воды высокого давления.

ставляющий собой полый толстостенный цилиндр, в который закладывается подлежащая прессовке болванка; матрица 2, через которую вытекает металл при прессовке; главный цилиндр 3, внутри которого при помощи воды высокого давления создается давление,двигающее плунжер 4 вместе с шплинтоном 5 в сторону контейнера. Благодаря большой площади плунжера и высокому давлению воды (обычно 200 атмосфер или, что то же, 200 кг на 1 см<sup>2</sup>), шплинтон, войдя в контейнер, начинает сдавливать болванку 6 с огромнейшей силой, достигающей нескольких сот и даже тысяч тонн. В зависимости от соотношения рабочих площадей плунжера и шплинтонного удельное давление на слиток, т. е. давление, приходящееся на 1 см<sup>2</sup> поперечного сечения слитка, достигает от 2000 до 12 000 кг. Под действием этих сил разогретый металл болванки вытекает из контейнера через очко матрицы в виде длинного прутка (фиг. 8, положение Б). При этом поперечное сечение прутка 7 будет соответствовать форме очка матрицы, т. е. если очко было круглое, то и пруток будет круглый; при шестигранном очке форма прутка будет также шестигранной и т. д.

Прессовка трубной заготовки отличается от описанного способа лишь тем, что на конце шплинтон укрепляется игла, которая в момент прессовки занимает центральное положение в матрице, образуя с ней таким образом кольцевой зазор. Через этот зазор при прессовке металл вытекает из контейнера в виде трубы. На фиг. 9 в положении *Б* изображен момент прессовки трубы *8*, наружный диаметр которой соответствует размеру очка матрицы, а внутренний — диаметру иглы.

При помощи прессовки можно получать трубы, прутки, полосы и профили различных сечений, которые нельзя получить каким-либо другим способом обработки. В этом одно из важнейших преимуществ прессовки. Наиболее распространенными сечениями прутков являются: круг, квадрат, прямоугольник и шестигранник. Размеры прутков колеблются от 2—3 до 150 мм. Трубная заготовка, как правило, имеет круглое сечение, хотя не исключена также возможность прессовки труб квадратных и шестигранных.

Конструктивно прессы делятся на вертикальные и горизонтальные. Вертикальные прессы строятся мощностью от 300 до 1500 т и предназначаются преимущественно для прессовки труб диаметром от 20 до 50 мм с толщиной стенки от 1,25 до 5 мм. Они строятся с прошивным устройством и без него, но вертикальные прессы с прошивным устройством, вследствие сложности конструкции и необходимости иметь более высокие здания, пользуются небольшим распространением. При прессовке трубной заготовки на вертикальном прессе без прошивного устройства шплинтон и игла движутся одновременно; поэтому при прессовке сплошных слитков или шашек сначала производится прошивка их иглой, а затем выпрессовывание металла из контейнера.

Фиг. 9. Вертикальный гидравлический пресс.

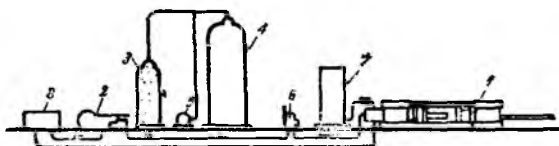
*А* — положение до прессовки, *Б* — момент прессовки; 1 — контейнер, 2 — матрица, 3 — матрицедержатель, 4 — игла, 5 — шплинтон, 6 — главный цилиндр, 7 — полая шашка, 8 — отпрессованная труба.

Горизонтальные прессы строятся мощностью от 600 до 5000 т и в основном предназначаются для прессовки труб диаметром от 30 до 350 мм при минимальной толщине стенки 2—5 мм, а также для прессовки прутков и профилей всевозможных размеров и сечений.

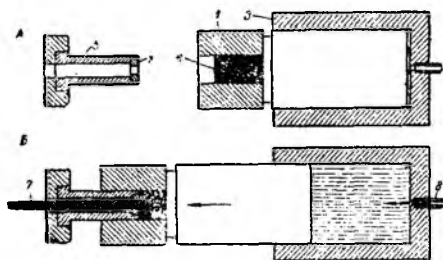
Наиболее распространены горизонтальные прессы мощностью от 1000 до 5000 т с отдельным прошивным устройством, позволяющим игле двигаться самостоятельно, независимо от шплинтон. Благодаря этому в первый момент прессовки трубной заготовки болванка под воздействием шплинтон раздается до размеров контейнера, а затем прошивается иглой, после чего происходит выпрессовывание металла из контейнера. Независимость движений шплинтон и иглы снижает количество брака по разностенности заготовки.

Движущей силой в прессах является вода высокого давления,

подаваемая по трубам от специальной силовой установки (фиг. 10). Основными частями этой установки являются: 1) гидравлический пресс, 2) насос высокого давления с приводом от электромотора, 3) водяной баллон для воды высокого давления, 4) воздушный баллон с сжатым воздухом (до 200 ат), 5) компрессор для периодического подкачивания воздуха, 6) дистрибутор — аппарат правления прессом, 7) виндкesselь — водяной баллон для воды низкого давления, 8) сливной бак для отработанной воды.



Фиг. 10. Силовая установка.



Фиг. 10а. Обратный метод прессовки прутка.

А — положение до прессовки, Б — момент прессовки; 1 — контейнер, 2 — матрица, 3 — главный цилиндр, 4 — плунжер, 5 — шплинтон, 6 — болванка, 7 — пропрессованный пруток, 8 — подача воды высокого давления.

Насос 2 и баллоны 3 и 4, представляющие собой аккумуляторную установку, служат для создания запаса воды высокого давления и для поддержания в сети равномерного давления. Количество насосов и баллонов зависит от количества и мощности прессов.

При работе пресса половина времени идет на прессовку, другая же половина — на вспомогательные операции (отделение прессостатка от изделия, подача слитка и пр.), во время которых вода высокого давления не расходуется. Поэтому для более полного использования насосов, работающих обычно непрерывно, устанавливаются водяные баллоны, куда в промежутки между прессовками поступает вода высокого давления. Во время прессовки этот запас воды расходуется вместе с водой, поступающей от насосов. Таким образом запас воды в баллонах периодически изменяется в зависимости от работы прессов.

Постоянство давления достигается установкой воздушных баллонов, соединяемых в верхней своей части трубой с водяными баллонами. При помощи компрессора воздух в баллонах сжимается до 200 ат; это же давление действует на воду. Во время расхода воды часть воздуха переходит из воздушных баллонов в водяные, причем дав-

ление несколько понижается. При остановках прессов вода от насосов поступает в баллоны и вновь сжимает воздух. Таким образом, в зависимости от работы или остановки прессов, давление в баллонах и в сети то уменьшается, то увеличивается. Чтобы эти колебания были незначительными, емкость воздушных баллонов берут примерно в 10 раз больше емкости водяных баллонов.

В целях экономии воды высокого давления, как более дорогой благодаря затраченной на нее электроэнергии, холостые и обратные ходы плунжеров, действие клинового затвора, отделение ножами прессостатка от изделия и т. д. производятся водой низкого давления. Для этой цели служит отработанная вода высокого давления, отводимая после прессовки в виндкессель, откуда она при давлении в 5—10 ат используется для указанных выше целей.

По завершении всего цикла прессовки вода возвращается в сливной бак, откуда вновь поступает в насосы, аккумуляторную установку и т. д. На фиг. 10а стрелками показано направление движения воды.

В качестве заготовки для горизонтальных прессов служат литые болванки, поступающие из литейных цехов. В этом случае для получения трубной или прутковой заготовки болванка подвергается однократному нагреву с последующей прессовкой. Для вертикальных же прессов, ввиду трудности получения доброкачественных отливок сравнительно небольшого диаметра (60—80 мм), в большинстве случаев болванки получают путем разрезки на части (на шашки) болтов, отпрессованных на горизонтальных прессах. Диаметры этих болтов берутся несколько меньше диаметров соответствующих контейнеров. Этот метод двойной прессовки на горизонтальном и вертикальном прессах имеет ряд существенных недостатков, выражающихся в увеличенном расходе топлива, электроэнергии, рабочей силы, механизмо-часов и увеличенных потерях металла в виде отходов и угара.

Для уменьшения расхода игл при прессовке и снижения брака по разностенности часто пользуются полыми (со сквозным отверстием) болванками. При прессовке полых болванок игла не производит прошивки и, следовательно, не подвергается продольному изгибу, кроме того в этих случаях игла в меньшей степени испытывает растягивающие усилия. Полые болванки применяются преимущественно на вертикальных прессах при прессовке тяжело прессуемых сплавов (Л68, ЛО70-1, мельхиор) и заготовок с относительно небольшим внутренним диаметром.

Нагрев болванок и шашек перед прессовкой производится в электрических и нефтяных печах. Температура нагрева устанавливается в зависимости от степени деформации и пластических свойств самого металла. Так, например, при прессовке на 1500-т прессе медных труб с толщиной стенки 2—3 мм температура нагрева болванки берется равной 850°; при толщине стенки 3,5 мм и выше — 800°, при прессовке труб всех размеров из сплава Л62 — 700°, и т. д.

Кроме описанного метода прессовки труб и прутков, называемого прямым методом прессовки, имеется еще так называемый обратный метод прессовки, применяемый преимущественно для прессовки прутков. Разница между ними заключается в том, что



при прямом методе прессовки металл течет через матрицу в направлении движения шплинтонa, а при обратном методе металл течет через матрицу, укрепленную в неподвижном полом шплинтоне. В процессе работы контейнер вместе с болванкой под воздействием плунжера 4 движется в сторону шплинтонa 5 (фиг. 10), в который металл болванки вытекает через матрицу 2.

Благодаря различному характеру истечения металла при прессовке обратный метод по сравнению с прямым имеет следующие преимущества:

а) при обратном методе требующаяся для прессовки сила примерно на 30% меньше, чем при прямом методе;

б) количество отходов при обратном методе меньше, чем при прямым.

Прессы с обратным методом прессовки отличаются сложностью конструкции и меньшим удобством в эксплуатации, что является их недостатком.

При прессовке труб и прутков прямым методом наблюдаются следующие виды брака:

1) Запрессовка окалина в изделие. Окалина, образующаяся на болванке в момент ее нагрева, под действием больших сдавливающих сил и особого характера истечения металла из контейнера запрессовывается в изделие. Чаще всего это происходит при прессовке медных труб и прутков.

Мерой борьбы с этим видом брака служит очистка перед прессовкой контейнера и болванки от окалины и приставших твердых частиц, соблюдение режима нагрева болванки и пр. Для латунных сплавов применяется метод прессовки с рубашкой, заключающийся в том, что шплинтон во время прессовки выдавливает через матрицу только среднюю часть болванки, оставляя в контейнере наружные слои болванки в виде тонкой корки-рубашки. Таким образом в изделие попадает наиболее здоровая часть болванки. Прессовка этим же методом меди в большинстве случаев не удается.

2) Пузыри. Применяемые для охлаждения прессового инструмента смазка и вода, будучи запрессованы в металл, образуют пузыри, располагающиеся по поверхности изделия. Для предупреждения этого вида брака рекомендуется избегать обильного применения смазки при прессовке сплошных шашек на вертикальных прессах и не допускать попадания воды в контейнер на горизонтальных прессах.

Газовые включения, образующиеся в слитке при литье, также могут дать при прессовке пузыри.

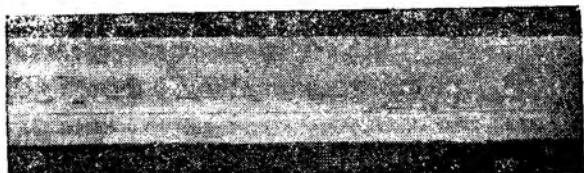
Запрессованная окалина и пузыри обычно вскрываются при последующей обработке в виде пленов (фиг. 11 и 12).

Также брак в виде плен получается на передних концах труб при работе на вертикальных прессах. Этот вид брака наблюдается обычно в тех случаях, когда прессовка труб производится без удаления из контейнера прессостатка, или, как говорят, отхода от предыдущей трубы. Неудаленный отход выпрессовывается со следующей шашкой и располагается на переднем конце трубы в виде чехла (фиг. 11).

3) У т я ж к а. Так называются расслоения и свищи, образующиеся в заднем конце трубы или прутка. У труб она располагается в середине стенки в виде трещины, а у прутков — в центре в виде свища. На фиг. 13 и 14 изображены утяжки на прутке и на трубе.



Фиг. 11. Плены, обнаруженные на трубе непосредственно после прессовки.

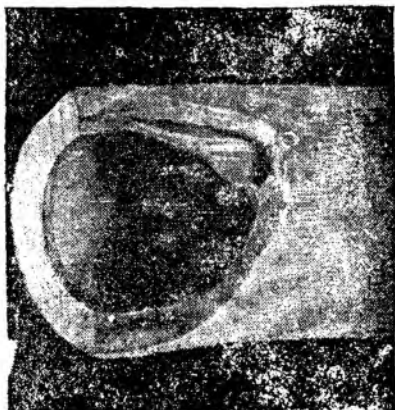


Фиг. 12 Плены, вскрывшиеся на трубе в процессе волочения.

Этот вид брака наблюдается преимущественно на сплавах БАЖМ, ПТ и некоторых других; на меди утяжки обычно не бывает. Явление утяжки наблюдается только при прямом методе прессовки и объ-



Фиг. 13. Утяжка на прутке.



Фиг. 14. Утяжка на трубе.

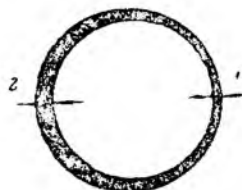
ясняется особым характером истечения металла из контейнера, при котором в середину заднего конца изделия попадают наружные окисленные слои болванки.

Эффективных мер борьбы с утяжкой при прямом методе прессовки пока не найдено. Для уменьшения утяжки болванку прессуют не всю, а 10—15% ее длины оставляют в контейнере в виде так называемого прессостатка. Эта мера борьбы с утяжкой ведет к значительным отходам металла. При обратном методе прессовки утяжка не получается.

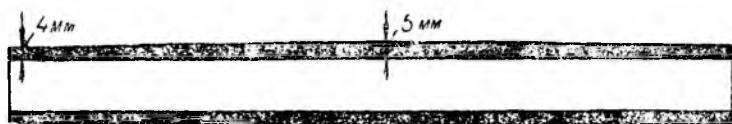
4) Разностенность по сечению трубы, т. е. различная толщина стенки по окружности трубы (фиг. 15). Этот вид брака получается в результате неправильной установки иглы (когда игла находится не в центре матрицы), неравномерного нагрева болванки (когда одна сторона болванки нагрета больше, чем другая), неправильной центровки и подрезки болванок и т. д.

5) Разностенность по длине трубы. Такая разностенность характеризуется тем, что толщина стенок на концах трубы оказывается меньше, чем в середине (фиг. 16). Разностенность по длине получается при работе на вытянутой игле, т. е. на такой игле, которая в средней своей части по длине сделалась тоньше, чем на конце и у основания. Такую форму приобретает перегретая игла в результате вытяжки ее вытекающим через матрицу металлом. Мерой предупреждения брака в этом случае является надлежащее охлаждение иглы и своевременная ее смена.

Указанную разностенность необходимо различать от разностенности, получающейся в результате применения игл с небольшим конусом, что делается в целях облегчения съема труб с игл при прессовке.



Фиг. 15. Разностенная труба (толщина стенки 2 больше толщины стенки 1).

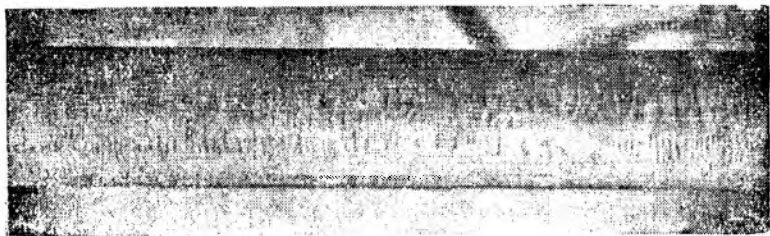


Фиг. 16. Разностенность трубы по длине.

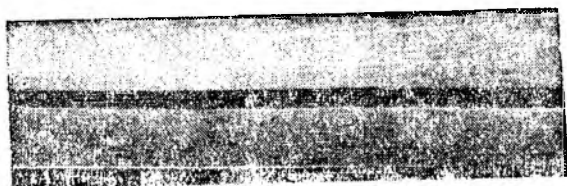
6) Несоблюдение заданных размеров. Обычно это происходит при неправильной сборке инструмента (матриц и игл) и при отсутствии наблюдения за его работой. У прессовых матриц размер очка с каждой последующей прессовкой изменяется. Объясняется это тем, что металл матрицы под действием высокой температуры и давления затекает в очко матрицы и таким образом либо уменьшает его размер, либо увеличивает (когда металл матрицы раздается). Ясно, что если своевременно такая матрица не будет заменена исправной, изделия как немерные пойдут в брак.

7) Трещины. Высокая температура нагрева болванок перед прессовкой и большая скорость истечения металла из матрицы, а также

работа на вытянутой игле способствуют образованию поперечных и продольных трещин (фиг. 17 и 18). При чрезмерно большом перегреве



Фиг. 17. Поперечные надрывы на трубе.



Фиг. 18. Трещина на трубе.

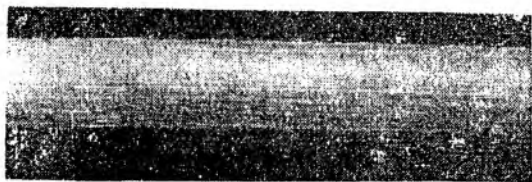
и большой скорости прессовки связь между частицами металла нарушается и изделия выходят из матрицы отдельными кусками.



Фиг. 19. Забоина на прутке до волочения.



Фиг. 20. Прессованная полоска, перекрученная в результате неправильного захвата клещами.



Фиг. 21. Продольные царапины на трубе.

ническим повреждением, в результате чего на изделиях остаются забоины и вмятины (фиг. 19). Наибольшая доля этих повреждений происходит при захватывании клещами горячих изделий во время оттачивания их от пресса к пиле или ножницам. При этом в случае неправильного захватывания изделий на них образуются петли и скручивания (фиг. 20).

Этот вид брака наблюдается при прессовке труб из фосфористой бронзы, дуралюминия и других сплавов.

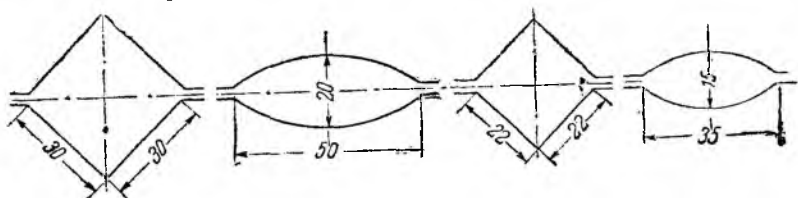
Продольные трещины могут получаться также вследствие недогрева болванок, что наиболее часто бывает на трубах сплава ЛО70-1 и Л68.

8) Забоины и вмятины. Отпрессованные изделия, будучи в горячем состоянии, легко подвергаются меха-

9) Ц а р а п и н ы. Вследствие неравномерного износа игли матриц, образования на них трещин, налипания металла и окалины состоящие поверхности инструмента ухудшаются. Эти поверхностные дефекты оставляют на прессуемых изделиях след в виде задиров и царапин (фиг. 21).

Для получения прутковой и трубной заготовки, кроме указанного выше прессового способа, существует способ прокатки:

Прокатка прутковой заготовки производится в валках, на бочке которых имеется ряд кольцевых выточек-калибров. Размеры калиб-



Фиг. 22. Форма калибров в валках для прокатки прутковой заготовки.

ров подобраны таким образом, что болванка, переходя из одного калибра в другой, постепенно уменьшается в своем сечении, соответственно увеличиваясь по длине. Количество проходов зависит от размеров прокатываемых изделий и принятых обжатий. Так, например, прокатка медных болванок, называемых вайербарсами, с размера  $90 \times 95$  мм на размер ка-

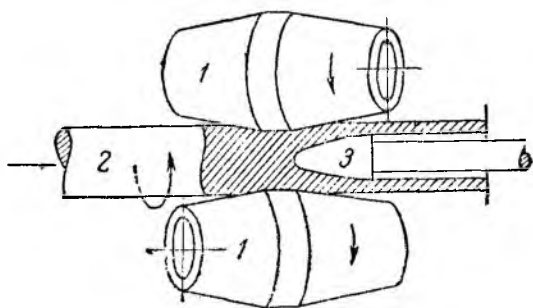
танки  $\Phi 6,5-7$  мм производится в 14 проходов.

С целью достижения возможно больших обжатий металла промежуточным калибрам придается чаще всего форма чередующихся квадрата и овала (фиг. 22).

При прокатке круглой, квадратной, шестигранной и другой прутковой заготовки, последнему отделочному калибру придается соответствующей формы сечение. Как правило, вся прутковая прокатка производится в горячем состоянии. Для охлаждения валков и удаления с прокатываемого металла окалины прокатка производится с обильной поливкой валков и металла водой. Полученная таким образом прутковая заготовка поступает на волочение проволоки, профилей или используется для других целей.

Прокатка трубной заготовки производится также в горячем состоянии на станках Маннесмана или Штифеля.

Принцип работы станов Маннесмана заключается в прокатке круглой болванки между двумя косо поставленными валками 1, вращающимися в одну сторону (фиг. 23). Такая установка валков



Фиг. 23. Схема вздвигного расположения валков, болванки и оправки в стане Маннесмана.

придает болванке 2 вращательное и поступательное движение. Для предохранения болванки от выскакивания из промежутка между рабочими валками болванка поддерживается третьим, холостым валком. Благодаря бочкообразной форме рабочих валков металл болванки скручивается, а внутри самой болванки образуется полость. При движении болванки вперед неровности в полости болванки сглаживаются оправкой 3, укрепленной на неподвижном стержне. Таким образом, благодаря прошивке и раскатке болванки, получается трубная заготовка. Такая заготовка вследствие оставшихся на ней спиральных следов от прокатки нуждается в волочении. Необходимость волочения вызывается также и тем, что сортамент труб, прокатываемых на станах Маннесмана, сравнительно ограничен.

Новейшие станы Маннесмана, особенно четырехвалковые фирмы ЗАК, позволяют прокатывать трубную заготовку толщиной стенки 3—5 мм и наружным диаметром от 40 до 260 мм.

Из цветных металлов хорошо поддаются маннесмановской прокатке медь и латунные сплавы с 63—65 и 70% меди. Прокатка сплава ЛО70-1, алюминия и дуралюминия затруднительна. Станы Маннесмана пользуются широким распространением на заводах черной металлургии.

Работа станов Штифеля принципиально мало чем отличается от работы станов Маннесмана. В некоторых конструкциях станов Штифеля вместо валков применяются диски со скошенными рабочими поверхностями.

### 3. Влияние заготовки на качество готовых труб и прутков

Значительная доля брака литейного и прессового происхождения может быть обнаружена только при обработке заготовки в волочильном цехе. Так, например, большинство п у з ы р е й и р а к о в и н обнаруживается лишь после волочения, когда эти дефекты вытянутся и вскрыются в виде плен. Точно также ш л а к о в ы е в к л ю ч е н и я и з а п р е с с о в а н н а я о к а л и н а выходят на поверхность изделия лишь после двух, трех и более волочений.

Крупные плены, располагающиеся на переднем конце труб при прессовке с неудаленным из контейнера отходом, при первом же волочении, если они не были своевременно обнаружены и удалены, вызывают обрывы захватки, следовательно, задержку в работе станков. Кроме того, эти плены вызывают увеличенный против обычного, расход металла.

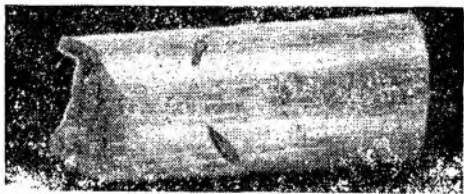
Количество плен и включений и их размеры достигают иногда такой величины, что никакой обработкой спасти изделие не удастся. и тогда оно идет в окончательный брак. Борьба с этим видом брака занимает в волочильном цехе довольно значительную группу рабочих — шабровщиков и обрубщиков и, кроме того, увеличивает время обработки изделия. При этом не исключена возможность попадания скрытых мелких плен в изделие, что безусловно снижает их качество.

Влияние у т я ж к и на качество готовой продукции сказывается сравнительно мало, так как она легко обнаруживается после специальной ломки задних концов и поэтому в годную продукцию большей

частью не попадает. Влияние утяжки на выход годного чрезвычайно велико, так как ломка задних концов сопровождается огромными потерями металла в виде кусков длиной 200—300 мм и более, отрезаемых от каждого прутка. Эта операция задалживает дисковые пилы и гидропресс с соответственным штатом рабочих.

Разностенность по поперечному сечению трубы при дальнейшей ее обработке (волочении и обточке после задачи) обычно уменьшается, достигая допустимой величины. Волочение разностенных труб наготово требует более тщательного подбора волочительного инструмента с учетом установленных допусков и имеющейся разностенности. Вообще разностенность, хотя бы в пределах допуска, является отрицательным качеством, так как она снижает прочность изделия и ведет к неэкономному использованию металла. Поэтому в целом ряде случаев из-за невозможности устранить разностенность изделия идут в брак или перетяжку на другие размеры.

Разностенность по длине обычно ведет к увеличенному количеству обрывов труб при первом волочении. Вызывается это тем, что средняя (по длине) часть трубы с более толстой стенкой подвергается большему обжатию, чем концы, вследствие чего напряжение в переднем конце в этот момент достигает наибольшей величины, и труба рвется. Обрывы по разностенности наносят цеху значительный ущерб, так как снижают производительность станков и выход годного, особенно на мерной продукции.



Фиг. 24. Незатянувшиеся при волочении забоины на прутке.

При выпуске наготово из оборванной трубы не получается требуемой длины, и труба идет в брак или на перетяжку. Обрывы, кроме материального ущерба, влекут за собой несчастные случаи.

Несоблюдение размеров по толщине стенки, диаметру, длине и весу заготовки приводит в волочительном цехе к потере металла из-за недостаточной или, наоборот, излишней меры, к обрывам, изменению схемы обработки и прочим неполадкам.

Задирь, забоины, царапины и риски на заготовке, если они незначительны, в процессе волочения могут быть устранены, но более глубокие дефекты, особенно на прутках, подвергающихся однократному волочению (фиг. 24), часто являются причиной забракования изделий.

Кривая и мятая заготовка резко снижает производительность на механизмах для изготовления захваток и на волочительных станках, так как обработка кривых изделий сопряжена с массой лишних движений. Особенно это сказывается на волочительных станках, когда приходится с силой набивать кривые трубы на болт. Кривизна на медной трубной заготовке ведет к снижению качества травки и промывки, так как в места изгибов труб травильный раствор и вода часто не попадают, вследствие чего труба внутри остается непротравленной

и непромытой. Кроме того после промывки внутренняя поверхность кривых труб сохнет довольно медленно. Смазка кривых труб во время волочения получается также неудовлетворительной. Все это вместе взятое ведет к обрывам, задирам, царапинам. В результате возникают простои и другие ненормальности в работе.

Перегрев болванок перед прессовкой выявляется на изделиях в виде мелкой сыпи до и после волочения. Особенно часто это явление наблюдается на латунных сплавах (турбинные лопатки и трубы) после 4—6 проходов. Изделия из перегретого металла идут в окончательный брак из-за пониженных механических свойств и пониженной сопротивляемости такого металла разрушающему действию окружающей среды (кислоты, щелочи, горячий пар и пр.).

Несоответствие сплава химическому анализу обычно вызывает изменение механических и других свойств изделия. Этот вид брака может получиться в результате неправильно составленной шихты, неправильного ведения плавки, а также смешивания болванок и отходов различных сплавов в литейном и в других цехах.

Брак по химическому анализу иногда обнаруживается в волочильном цехе при ковке захваток и волочении, когда изделие неожиданно начинает трескаться и рваться. Чаще всего это наблюдается на трубах, ошибочно отпрессованных из автоматного мунца, марганцовистой бронзы и др. В большинстве же случаев указанный брак обнаруживается при химическом анализе и при испытании механических свойств готовой продукции, когда получаемые результаты не укладываются в установленные нормы.

При использовании для шихты отходов и брака прессовых и волочильных цехов имеется угроза загрязнения сплавов железом. Эту угрозу создают стальные сверла, иглы и матрицы, а также волочильные головки и кольца, попадающие в отходы вместе с недосверленными и недопрессованными шашками или болванками и с оборванными трубами.

Из изложенного видно, что прессованная заготовка, поступающая в волочильный цех, по своему качеству весьма неоднородна и в большей или меньшей степени поражена тем или иным видом брака. Для устранения брака волочильный цех расходует рабочую силу, вспомогательные материалы, электроэнергию и дополнительно загружает оборудование.

Своевременное обнаружение брака, правильная оценка его характера и величины, а также удачно примененный метод его исправления в значительной степени сокращают непроизводительную трату средств на обработку изделия. При неправильном и неумелом отношении к браку качество продукции будет снижаться, а показатели волочильного цеха (выход годного, себестоимость и пр.) будут ухудшаться. Поэтому для своевременного обнаружения брака обязанностью каждого мастера, бригадира, рабочего, является самый тщательный осмотр поступающей из прессового цеха заготовки и наблюдение за ней в процессе работы.



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каких металлов и сколько необходимо взять, чтобы составить шихту для 1000 кг сплава ЛТ96 и 500 кг ЛО70-1?
2. Перечислить наиболее распространенные виды брака литейного происхождения.
3. В чем заключается процесс прессования?
4. Что является движущей силой при прессовании?
5. В каких единицах выражается давление жидкости?
6. Чем отличается прессовка труб от прессовки прутков?
7. Перечислить виды брака прессового происхождения.

## VII. ВОЛОЧИЛЬНОЕ ДЕЛО

### 1. Общие понятия о волочении

Трубная и прутковая заготовка, поступающая от гидравлических прессов, в большинстве случаев не может быть пущена в дело без дополнительной обработки из-за чрезмерной кривизны, неточности в размерах, пониженных механических свойств и т. п. Кроме того далеко не все размеры, на какие промышленность предъявляет требования, могут быть получены непосредственно с прессов. Вследствие этого значительная часть заготовок (по сортаменту) после прессовки подвергается волочению.

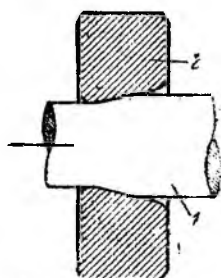
Волочением называется один из видов холодной обработки, посредством которого изделиям придается необходимый размер и точность, улучшаются их механические свойства и вид поверхности, т. е. придаются такие качества, которые нельзя получить на прессе.

Процесс волочения состоит в том, что заготовка протягивается через сужающееся отверстие кольца, размеры которого берутся несколько меньше сечения заготовки. Предположим, что пруток диаметром 20,5 мм протягивается через кольцо, диаметр отверстия которого равен 20 мм. В результате волочения диаметр прутка уменьшится на 0,5 мм и сделается равным 20 мм.

На фиг. 25 изображена схема волочения прутка 1; стрелкой показано направление волочения. Само волочение происходит следующим образом. Откованный конец прутка (захватка) вставляется в кольцо 2, укрепленное в рамке волочильного станка, и зажимается между плашками тележки, после чего крюк тележки включается в движущуюся цепь. Под влиянием тянущего усилия пруток проходит через кольцо и становится тоньше и длиннее. В результате волочения диаметр прутка уменьшится и будет точно соответствовать внутреннему размеру кольца; механические свойства металла (вследствие наклепа) улучшатся, т. е. сопротивление разрыву увеличится, и кроме того пруток делается прямым, а поверхность его гладкой.

Волочению поддаются только те металлы и сплавы, которые обладают достаточной пластичностью, т. е. способностью под действием внешних сил изменять свою форму без разрушения.

Прежде чем приступить к рассмотрению способов волочения труб.

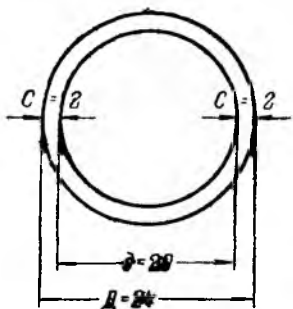


Фиг. 25. Волочение прутка.

познакомимся со способом обозначения и нахождения их размеров.

На некоторых заводах принят способ обозначения размеров труб при помощи наружного и внутреннего диаметров, соединенных знаком умножения ( $\times$ ).

Так, например, труба с наружным диаметром 24 мм и внутренним 20 мм по этому способу должна быть обозначена следующим образом: 24  $\times$  20 мм. На других же заводах для обозначения размеров труб пользуются указанием наружного диаметра и толщины стенки. Так, например, труба 24  $\times$  20 мм, имеющая стенку толщиной 2 мм, была бы обозначена так: 24  $\times$  2 мм. Мы в дальнейшем будем пользоваться первым способом.



Для нахождения толщины стенки необходимо произвести некоторые вычисления. На фиг. 26 показано сечение трубы размером 24  $\times$  20 мм. Как видно из рисунка, наружный диаметр трубы  $D$  равен внутреннему диаметру  $d$ , увеличенному на две толщины стенки  $C$ , т. е.

$$D = d + 2C.$$

Фиг. 26. Определение толщины стенки трубы  $C$  по внутреннему диаметру  $d$  и наружному диаметру  $D$ .

Вычитая из наружного диаметра внутренний, находим, что на долю двух стенок остается 4 мм. Полагая, что толщина стенки кругом одинакова, делим 4 мм пополам и находим, что толщина одной стенки будет равна 2 мм.

В дальнейшем толщину стенки будем определять по формуле:

$$C = \frac{D - d}{2},$$

где  $C$  — толщина стенки трубы в мм;  $D$  — наружный диаметр трубы в мм;  $d$  — внутренний диаметр трубы в мм.

Решим пример по этой формуле. Допустим, что надо определить толщину стенки у трубы 32  $\times$  26 мм. Подставив указанные размеры в формулу, найдем:

$$C = \frac{D - d}{2} = \frac{32 - 26}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ мм.}$$

Когда известны наружный диаметр и толщина стенки, но неизвестен внутренний диаметр, последний можно определить по формуле:

$$d = D - 2C = 32 - 2 \cdot 3 = 32 - 6 = 26 \text{ мм.}$$

Следовательно, для нахождения внутреннего диаметра надо из наружного диаметра вычесть две толщины стенки; полученная разность будет равна внутреннему диаметру.

Наконец, если известны только внутренний диаметр и толщина стенки и неизвестен наружный диаметр, его можно найти по формуле:

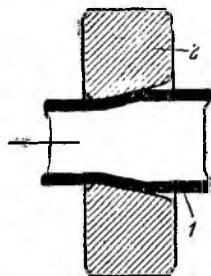
$$D = d + 2C = 26 + 2 \cdot 3 = 26 + 6 = 32 \text{ мм,}$$

т. е. к внутреннему диаметру трубы надо прибавить две толщины стенки; полученная сумма будет равна наружному диаметру.

## 2. Способы волочения труб

Выше мы рассмотрели самый простой способ волочения — волочение прутка. Что же касается волочения труб, то для этого существует два основных метода: волочение без оправки и волочение на оправке, причем последний способ имеет несколько вариантов.

**Волочение без оправки.** На фиг. 27 приведена схема волочения трубы 1 по этому способу. Внешне этот способ ничем не отличается от способа волочения прутков. При волочении без оправки наружный и внутренний диаметры после прохождения кольца 2 уменьшаются, толщина стенки изменяется незначительно (в большую или меньшую сторону), а длина трубы увеличивается.

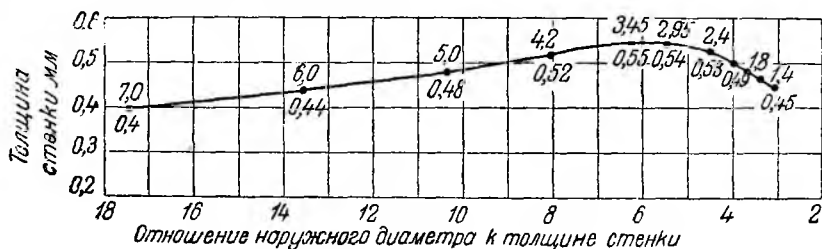


Фиг. 27. Волочение трубы без оправки.

В огромном большинстве случаев это изменение толщины стенки не учитывают, и считаются с ним только при производстве несколько необычных по своим размерам труб, когда применение оправок оказывается невозможным. Таковы, например, капиллярные трубки, т. е. с весьма малым внутренним диаметром, крупные толстостенные трубы с относительно небольшим внутренним диаметром, а также трубы, длина которых значительно превышает полезную длину цепного волочильного станка.

Основным фактором, влияющим на изменение толщины стенки в этом случае является размер заготовки, выраженный в виде отношения наружного диаметра ее ( $D$ ) к толщине стенки ( $C$ ), т. е.  $\frac{D}{C}$ .

Если это отношение больше 5—6, то толщина стенки при безоправоч-



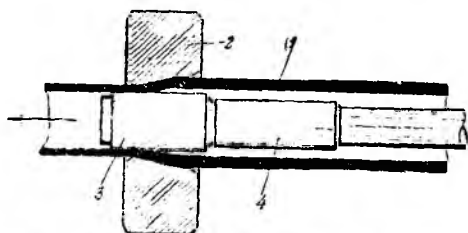
Фиг. 28. Изменение толщины стенки в зависимости от уменьшения отношения наружного диаметра к толщине стенки при волочении труб без оправки. Над чертой показаны наружные диаметры, а под чертой — толщины стенок.

ном волочении увеличивается, если же меньше 5—6, то толщина стенки уменьшается. На фиг. 28 приведен график изменения толщины стенки при безоправочном волочении капиллярной трубки с размера  $7,0 \times 6,2$  мм на размер  $1,4 \times 0,5$  мм. Построенная кривая наглядно

показывает, как с уменьшением отношения  $\frac{D}{C} \approx \frac{7}{0,4} = 17,5$  до  $\frac{3,45}{0,55} \approx 6,3$  с 0,4 до 0,55 мм и затем при дальнейшем уменьшении  $\frac{D}{C} \approx 6,3$  до  $\frac{1,4}{0,45} \approx 3$  толщина стенки возрастает с 0,55 до 0,45 мм.

Механические свойства металла и внешний вид труб при волочении без оправки улучшаются, но внутренняя поверхность их при значительном количестве волочений становится матовой, что в некоторых случаях, например при изготовлении мельхиоровых труб является браком.

**Волочение на оправке.** Наиболее распространенным способом волочения является волочение на короткой оправке (фиг. 29). При этом оправка 3 (головка) укрепляется в мундштуке 4.



Фиг. 29. Волочение трубы на оправке.

1 — труба, 2 — волочильное кольцо, 3 — оправка, 4 — мундштук.

Основное отличие этого способа от волочения без оправки заключается в том, что наряду с уменьшением наружного и внутреннего диаметров в этом случае происходит уменьшение толщины стенки.

Предположим, что труба размером 28 × 22 мм протягивается на оправке 19 мм через кольцо диаметром 24 мм.

В результате волочения наружный диаметр трубы уменьшится с 28 мм до 24 мм, а внутренний диаметр с 22 мм до 19 мм, вследствие чего стенка с 3 мм утонится до 2,5 мм.

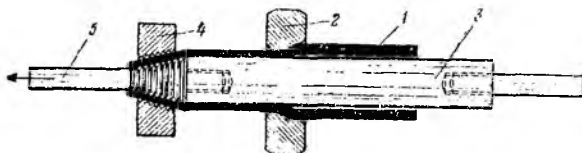
Произойдет это от того, что кольцевой зазор, образующийся между внутренней поверхностью цилиндрической части кольца и головкой (24—19) : 2 = 2,5 мм, меньше толщины стенки заготовки, и потому при волочении стенка вынуждена будет вытянуться, сделаться тоньше.

Во все время волочения трубы оправка остается неподвижной, так как она прочно укреплена на волочильном болте. Внутренний диаметр трубы после волочения будет равен наружному диаметру оправки.

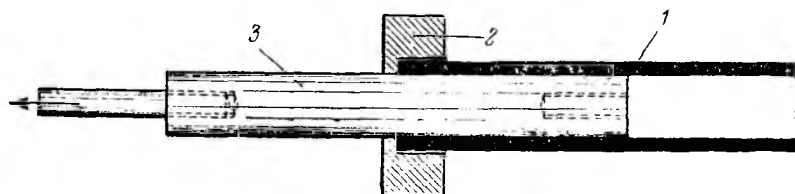
Волочение на стержне (на длинной оправке) состоит в том, что труба 1, свободно надетая на хорошо отполированный стержень 3, вместе с этим стержнем протягивается через кольцо 2 (фиг. 30). Внутренний и наружный диаметры, толщина стенки и механические свойства при этом способе изменяются точно так же, как и при волочении на короткой оправке. Снятие трубы со стержня производится при помощи съемного кольца 2 с уступом, в которое вставляется стержень 3 с протянутой трубой 1 так, как это показано на фиг. 31. При тяге за стержень в обратном направлении труба упрется в выступ кольца и останется неподвижной, а стержень свободно пройдет через кольцо. Таким способом удается снимать трубы не длиннее 1—1,5 м;

более длинные трубы могут быть сняты только на специальных машинах.

Способ волочения на стержнях применяется преимущественно при изготовлении тонкостенных труб относительно большого диаметра, например от  $30,4 \times 30$  мм до  $50,6 \times 50$  мм и др., когда возникают опасения, что под действием растягивающих сил трубы будут рваться и прогибаться внутрь. При волочении на неподвижной оправке труба пре-



Фиг. 30. Волочение трубы на стержне.  
1 — труба, 2 — волочильное кольцо, 3 — стержень,  
4 — обжимное кольцо, 5 — штырь с головкой.



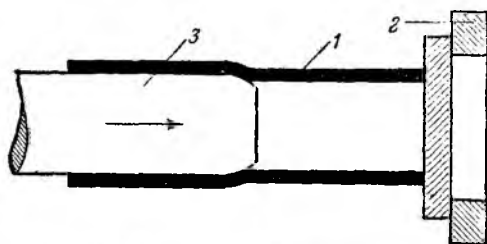
Фиг. 31. Снятие трубы со стержня после волочения.

одолевают силы трения о кольцо и об оправку, а при волочении на стержне — главным образом о кольцо, так как трение между трубой идвигающимся вместе с ней стержнем сравнительно невелико, и поэтому возможность обрывов уменьшается. Обрывов будет меньше и потому, что при волочении на стержнях вместо непрочных захваток у тонкостенных труб применяется особое приспособление, состоящее из обжимного кольца 4 и штыря с головкой 5, ввернутого в стержень 3 (фиг. 30).

**Раздача труб.** Наибольший диаметр трубной заготовки, который можно получить на гидравлических прессах, равен 280 мм при толщине стенки 10 мм. Между тем сортамент заказываемых заводом труб часто содержит размеры, значительно превышающие размеры заготовки (например  $346 \times 340$  мм). Такие трубы обычными методами волочения получить невозможно. Поэтому в таких случаях пользуются методом предварительной раздачи, т. е. увеличения наружного диаметра заготовки настолько, чтобы он значительно превышал размер заданных труб. Так, например, для труб с диаметром 340 мм заготовку потребовалось бы раздать с размера 280 мм до 400 мм. После раздачи трубы подвергаются обычному волочению.

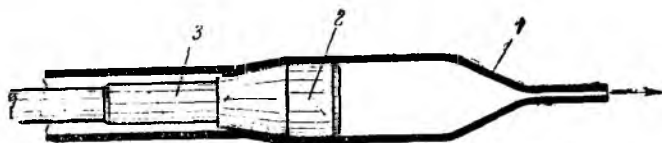
Раздача крупных труб производится на гидравлических прессах по схеме, указанной на фиг. 32. Во время раздачи один конец трубы 1 упирается в крестовину пресса 2, а в другой конец трубы вдвигается стержень 3 с закругленным концом. Благодаря тому, что диаметр стержня берется примерно на 10—25 мм больше внутреннего диаметра

заготовки, последняя раздается. Снятие заготовки со стержня принципиально ничем не отличается от способа, изображенного на фиг. 31. Для облегчения снятия заготовок со стержней последние делают с небольшим конусом, равным примерно 1,5—2 мм на трехметровую длину стержня. Таким способом рядом последовательных раздач заготовка может быть увеличена до требуемого размера.



Фиг. 32. Раздача трубы на стержне.

Кроме указанного способа раздачи труб на стержне, существует способ раздачи на оправке (фиг. 33). Заключается он в следующем. На конце трубы, вместо обычных кованных захваток, изготавливаются так называемые ласки, т. е. клинообразные или прямые вырезы (см. фиг. 82). Трубу 1 с ласками надевают на волочильный болт, после чего на конце болта, в мундштуке 3, укрепляют специальную кони-



Фиг. 33. Раздача трубы на оправке.

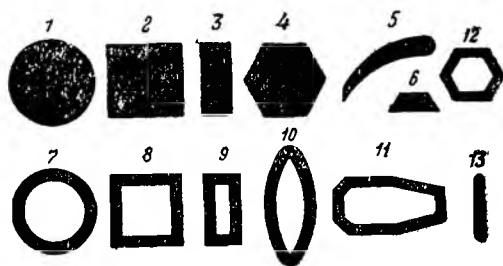
ческую оправку 2. Затем ласки загибают так, чтобы оправка оказалась охваченной ими кругом и чтобы оставались еще свободные концы ласок, достаточные для использования их в качестве захваток. При волочении оправка будет проходить через трубу, тем самым увеличивая ее размер (фиг. 33). Этот способ раздачи применяется в тех случаях, когда внутренний диаметр трубы слишком мал, чтобы можно было производить дальнейшее волочение с целью утонения стенки.

Пусть, например, требуется протянуть трубу с размера 24,2 × 20 мм (толщина стенки 2,1 мм) на размер 24 × 20 мм (толщина стенки 2,0 мм). Тянуть эту трубу непосредственно с одного размера на другой нельзя, так как оправка не войдет в трубу. Поэтому первоначально следует эту трубу раздать, предположим, до внутреннего диаметра 22 мм, а затем уже тянуть на заданный размер.

**Ф а с о н н о е в о л о ч е н и е.** Все перечисленные способы волочения труб предусматривают только изменение их размеров, без изменения формы (круглой). Но наряду с этим в трубном производстве довольно часто встречаются заказы на фасонные трубы (например: овальные, эллиптические, квадратные и т. п.). Для получения таких, труб первоначально изготавливают соответствующего размера круглые трубы, которые затем подвергают волочению в матрицы фасонного сечения или прокатке между парой роликов, на цилиндрической поверхности которых делаются соответствующей формы углубления.

В зависимости от профиля труб и их размеров волочение производится в один или два прохода, с оправкой или без оправки. Так, например, эллиптические трубы с размером осей  $8,5 \times 27$  мм и с толщиной стенки 0,5 мм тянутся из круглого сечения  $19,3 \times 18,3$  мм за один проход, без оправки. Квадратные трубы в большинстве случаев тянутся в два прохода. На первом проходе круглая труба протягивается, без оправки, через осадочную матрицу, которая придает трубе приблизительную форму квадрата с закругленными углами. Второй проход производится на квадратной оправке в квадратную матрицу, после чего сечение трубы принимает форму квадрата с острыми углами или слегка закругленными, если это предусмотрено заказом.

Шестигранные и другие тонкостенные (0,1—0,2 мм) трубки обычно тянутся с круглого сечения на оправке сразу в две матрицы. Первая по направлению волочения матрица берется круглого сечения, вторая— фасонного. Оправка (круглая)



Фиг. 34. Сечения фасонных прутков и труб.

устанавливается таким образом, что ее конец незначительно выступает из первой матрицы и далеко не доходит до цилиндрической части фасонной матрицы. При такой установке инструмента трубка протягивается через первую круглую матрицу с уменьшением толщины стенки и диаметров, а через вторую фасонную — с изменением формы.

Волочение фасонных прутков и профилей — квадратных, шестигранных, трапециoidalных и более сложных (турбинные лопатки)— принципиально не отличается от волочения круглых прутков. Основные затруднения по производству этих профилей встречаются при изготовлении волочильного инструмента и захваток на прутках. Последнее относится главным образом к сложным профилям.

На фиг. 34 приведены наиболее распространенные сечения прутков и труб, подвергаемых волочению.

**Стр о ж к а** — операция, производимая на волочильном станке. Назначение строжки состоит в том, чтобы путем сострагивания удалить с труб и прутков плены и неглубокие трещины.

Строжку производят при помощи стальных колец с острой гранью на их внутренней поверхности (см. фиг. 104). При протягивании через кольцо трубы или прутка с них сострагивается стружка толщиной от 0,1 до 0,3 мм; вместе со стружкой удаляются и поверхностные дефекты. После ряда строжек изделие, чистое и свободное от плен и трещин, подвергают волочению.

Прессованные изделия перед строжкой должны быть предварительно протянуты, иначе из-за их кривизны толщина сострагиваемой стружки будет неравномерной.

### 3. Понятие об осадке, съеме, обжатии и вытяжке

С уменьшением наружных размеров изделия и толщины стенки труб уменьшается и площадь их поперечного сечения. Это уменьшение площади может быть большим или меньшим в зависимости от условий протяжки. Меняя соответствующим образом инструмент, можно одну и ту же заготовку подвергнуть различной степени деформации, т. е. в разной степени изменить основные ее размеры. Для количественного сравнения различных степеней деформации пользуются понятиями «обжатие» и «вытяжка», однако в практике часто пользуются понятием об осадке и съеме.

Осадка и съем, взятые отдельно от основных размеров изделия, не определяют степени деформации, как обжатие и вытяжка, но зато позволяют бригадире или мастеру, а часто и рабочему, довольно быстро составить или проверить несложную калибровку. Для составления калибровок по обжатиям или вытяжкам требуется произвести подсчеты, сравнительно сложные для рабочего и бригадира; для составления же калибровок по осадке и съему достаточно запомнить их величины, установленные практикой.

В целях уяснения вводимых понятий и связанных с ними явлений ознакомимся сначала с осадкой и съемом, а затем с обжатием и вытяжкой.

О с а д к о й при волочении труб принято называть уменьшение внутреннего диаметра трубы за один проход. Так, например, если труба до волочения имела размер  $36 \times 31$  мм, а после волочения имеет  $30 \times 26$  мм, то произведенная осадка равна разности внутренних диаметров до и после волочения, т. е.  $31 - 26 = 5$  мм.

Возьмем другой пример. Труба до волочения имела размер  $256 \times 246$  мм, а после волочения имеет  $252 \times 243$  мм. Осадка в этом случае равна  $246 - 243 = 3$  мм. Осадку можно было бы подсчитывать и по наружному диаметру, но практически это менее удобно, так как величина осадки, определенная по внутреннему диаметру, позволяет более правильно судить о том, насколько легко или тяжело будет надеваться труба на оправку.

С ъ е м о м называется уменьшение толщины стенки за один проход при волочении трубы на оправке. Таким образом съем характеризует только величину изменения толщины стенки при волочении и он может быть определен путем вычитания последующей толщины стенки из первоначальной. В рассмотренном выше примере с трубой  $36 \times 31$  мм первоначальная толщина стенки  $C_0$  была равна:

$$\frac{36 - 31}{2} = 2,5 \text{ мм,}$$

а после волочения трубы на размер  $30 \times 26$  стала равной:

$$C_1 = \frac{30 - 26}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Поэтому съем в данном случае будет равен:  $C_0 - C_1 = 2,5 - 2 = 0,5$  мм.

Осадка и съем при волочении уменьшают площадь поперечного



сечения трубы и, следовательно, увеличивают ее длину. Для характеристики произведенных изменений пользуются понятиями об обжатии и вытяжке. Величина обжатия выражается в процентах и подсчитывается по следующей формуле:

$$E = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad E = \frac{A_1 - A_0}{A_1} \cdot 100\%, \quad (I)$$

где  $E$  — обжатие в %;  $P_0$  — площадь сечения трубы (или прутка) до волочения в  $\text{мм}^2$ ;  $P_1$  — площадь сечения трубы (или прутка) после волочения в  $\text{мм}^2$ ;  $A_0$  — длина изделия до волочения в метрах и  $A_1$  — длина изделия после волочения, в метрах.

Таким образом, обжатие называется отношение разности площадей до и после волочения к первоначальной площади, выраженное в процентах.

Определим процент обжатия при волочении трубы с размера  $36 \times 31$  мм на размер  $30 \times 26$  мм. Сначала найдем по таблице (см. приложение I) соответствующие этим размерам площади. Для размера  $36 \times 31$  мм площадь  $P_0$  равна  $263 \text{ мм}^2$ , а для размера  $30 \times 26$  мм площадь  $P_1$  равна  $176 \text{ мм}^2$ . Подставив найденные величины в формулу (I), получим:

$$E = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \cdot 100 = \frac{263 - 176}{263} \cdot 100 = \frac{87 \cdot 100}{263} = 33,1\%.$$

Следовательно, обжатие в нашем примере будет равно  $33,1\%$ . Полученная величина является количественным выражением произведенной деформации.

В производственной обстановке при волочении труб и прутков применяется более простой метод определения степени деформации — путем подсчета вытяжки.

Вытяжка показывает во сколько раз увеличилась длина изделия после волочения. Для нахождения вытяжки необходимо длину изделия  $A_1$ , получившуюся после волочения, разделить на первоначальную длину  $A_0$ . Полученное частное и будет вытяжкой. Следовательно, обозначив вытяжку буквой  $K$ , получим:

$$K = \frac{A_1}{A_0}. \quad (II)$$

Поясним сказанное примером. Пусть длина трубы до волочения  $A_0$  была равна  $5$  м, а после волочения увеличилась до  $A_1 = 6,5$  м; определим вытяжку.

Подставив числовые значения в формулу (II), найдем:

$$K = \frac{A_1}{A_0} = \frac{6,5}{5} = 1,3.$$

Это значит, что длина изделия после волочения увеличилась в  $1,3$  раза.

При определении вытяжки этим способом нужно иметь в виду, что длина трубы или какой-то ее отрезок, отмеченный до волочения рисками, должны быть взяты без длины захваток, так как последние в процессе волочения не вытягиваются.

Кроме указанного способа, вытяжка может быть определена при помощи площадей поперечного сечения изделий, взятых до и после волочения, по формуле:

$$K = \frac{\Pi_0}{\Pi_1}. \quad (III)$$

Эта формула в отличие от предыдущей показывает, во сколько раз уменьшилась площадь сечения при волочении.

Подставив в эту формулу числовые значения, найденные выше, получим вытяжку:

$$K = \frac{\Pi_0}{\Pi_1} = \frac{263}{176} = 1,495.$$

Следовательно, при волочении трубы с размера  $36 \times 31$  мм на размер  $30 \times 26$  мм ее длина увеличивается в 1,495 раза.

Наконец, вытяжка может быть определена с помощью наружных и внутренних диаметров трубы до волочения и после волочения по формуле:

$$K = \frac{(D_0 + d_0)(D_0 - d_0)}{(D_1 + d_1)(D_1 - d_1)}. \quad (IV)$$

При подсчете вытяжек в производственной обстановке эта формула наиболее удобна.

Определим по этой формуле вытяжку для указанной выше трубы  $36 \times 31$  мм, протянутой на размер  $30 \times 26$  мм.

$$K = \frac{(D_0 + d_0)(D_0 - d_0)}{(D_1 + d_1)(D_1 - d_1)} = \frac{(36 + 31)(36 - 31)}{(30 + 26)(30 - 26)} = \frac{67 \cdot 5}{56 \cdot 4} = \frac{335}{224} = 1,495.$$

Как видим, результат получился тот же, что и выше.

Для уяснения изложенного решим еще такую задачу:

Труба, длиной 4 м, до волочения имела размер  $50 \times 44$  мм, а после волочения имеет  $45 \times 40$  мм. Требуется определить толщину стенки до и после волочения, осадку, съем, обжатие, вытяжку и длину после волочения.

Р е ш е н и е:

1. Толщина стенки  $C_0$  до волочения будет равна:

$$C_0 = \frac{50 - 44}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ мм.}$$

2. Толщина стенки  $C_1$  после волочения будет равна:

$$C_1 = \frac{45 - 40}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

3. Осадка будет равна:

$$d_0 - d_1 = 44 - 40 = 4 \text{ мм.}$$

4. Съем будет равен:

$$3 - 2,5 = 0,5 \text{ мм.}$$

5. Для определения обжатия найдем сначала площади сечения трубы. В таблице (приложение I) для размера  $50 \times 44$  мм площадь не указана, поэтому найдем ее по формуле:

$$P_0 = 0,785 \cdot (D_0^2 - d_0^2) = 0,785 \cdot (50^2 - 44^2) = 0,785 \cdot (2500 - 1936) = \\ = 0,785 \cdot 564 = 443 \text{ мм}^2.$$

Основанием этого расчета служит формула для определения площади круга:  $\frac{\pi D^2}{4}$ , где  $\pi$  является отношением длины окружности к ее диаметру равное 3,14. Величина 0,785 представляет частное от деления  $\pi$  на 4, т. е.  $3,14 : 4 = 0,785$ .

Для размера  $45 \times 40$  мм площадь по таблице равна  $334 \text{ мм}^2$ , т. е.  $P_1 = 334 \text{ мм}^2$ .

Зная площади, найдем обжатие:

$$E = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \cdot 100 = \frac{443 - 334}{443} \cdot 100 = \frac{109 \cdot 100}{443} = 24,6\%.$$

6. Найдем вытяжку:

$$K = \frac{P_0}{P_1} = \frac{443}{334} = 1,33.$$

7. Длина трубы, увеличившись после волочения в 1,33 раза, будет равна:

$$A_0 \cdot K = 4 \text{ м} \cdot 1,33 = 5,32 \text{ м.}$$

#### 4. Составление калибровок

Для получения готовой трубы надлежащего качества и размеров необходимо дать прессованной заготовке по крайней мере двойную, а иногда и большую вытяжку. За один проход дать такую вытяжку невозможно, так как прочность переднего (протянутого) конца трубы оказывается недостаточной, чтобы выдержать те растягивающие напряжения, которые возникают при волочении. Поэтому для получения готовой трубы обычно дают заготовке 3—4 и более волочений. Вообще в целях сокращения проходов целесообразно производить волочение с возможно большими вытяжками (или обжатиями) при минимальном количестве обрывов. При производстве труб и прутков из цветных металлов обжатие за один проход, в зависимости от сплава, степени наклепа, диаметра изделия и толщины стенки, берется в пределах 12—35% и реже выше. Осадку для труб всех диаметров берут обычно в пределах 2—5 мм. Брать осадку менее 2 мм нецелесообразно, так как надевание труб на болт в таких случаях сопряжено с некоторыми затруднениями. Что же касается осадки более 5 мм, то в этих случаях возникает опасность получения за-

боек (холостых концов), так как оправка, значительно отличаясь по диаметру от внутреннего диаметра трубы, захватывается трубой с некоторым опозданием, вследствие чего на трубе получается забойка. Величина съема берется в зависимости от толщины стенки, сплава и его состояния (наклепа). В табл. 6 и 7 приведены ориентировочные данные о допустимом съеме при волочении труб и прутков.

Таблица 6

Максимально допустимый съем при волочении труб

Толщина стенки, мм	Съем на медных и алюминиевых трубах, мм	Съем на латунных и дуралюминиевых трубах	
		первый проход после отжига, мм	второй проход по- сле отжига и прессо- ванная заготовка, мм
До 1,0	0,2	0,2	0,1
От 1,0 до 1,5	0,3	0,3	0,15
» 1,5 » 2,0	0,4	0,4	0,2
» 2,0 » 3,0	0,5	0,5	0,25
» 3,0 » 5,0	0,6—0,8	0,6	0,3
» 5,0 и выше	0,8—1,0	0,8	0,4

Таблица 7

Съем принятый при волочении прутков

Диаметр гото- вого изделия, мм	Съем, мм	Примечание
До 8	0,6	Допустимый съем для сплава БАЖ не более 0,5 мм.
От 9 до 14	0,8	Для прутков сплава Капо диаметром 25 мм и выше съем равен 1 мм; при строжке диаметр уменьшается на 0,5 мм.
» 14 и выше	1,0	

Приведенные в табл. 6 данные о максимально допустимом съеме при волочении труб приемлемы только в случае незначительных осадок; при повышенных же осадках, во избежание обрывов труб, величина съема должна быть соответственно уменьшена. Что же касается волочения прутков, то обжатия, указанные в табл. 7, могут быть увеличены без опасения обрывов, так как величина этих обжатий в основном преследует цель только калибровки прессованных прутков и некоторого повышения их механических свойств. При волочении фасонных прутков, когда кроме механических свойств и качества поверхности требуется наиболее точное выполнение профиля прутка, количество проходов и величина обжатий увеличиваются.

Составление калибровки, т. е. схемы волочения, может быть про-

изведено с целью получения заданной трубы из имеющейся заготовки или же с целью нахождения наивыгоднейших размеров заготовки для получения заданной трубы. Рассмотрим первый случай.

Предположим, имеется медная трубная заготовка размером  $28 \times 22$  мм, которую требуется протянуть на размер  $14 \times 9$  мм. Определим возможное количество проходов. Учитывая, что общее уменьшение толщины стенки в данном примере незначительно, т. е. что оно равно  $\frac{(28-22) - (14-9)}{2} = 0,5$  мм, осадку мы сможем взять около 4—5 мм. Таким образом общую осадку с размера  $28 \times 22$  мм на размер  $14 \times 9$  мм, равную  $22 - 9 = 13$  мм, можно будет сделать в три прохода.

Разбив общую осадку (13 мм) по проходам, получим: осадка первого прохода равна 4 мм, второго — 4 мм и третьего — 5 мм. Следовательно, внутренние диаметры трубы по проходам будут соответственно равны: у заготовки  $d_0 = 22$  мм, на первом проходе  $d_1 = 18$  мм, на втором проходе  $d_2 = 14$  мм и на третьем проходе  $d_3 = 9$  мм.

Определив внутренние диаметры, мы сможем пометить изменение толщины стенок по проходам. Ввиду того что общее уменьшение толщины стенки, равное 0,5 мм, незначительно, можно это уменьшение произвести за первые два прохода, взяв на каждый проход по 0,25 мм. Следовательно, толщина стенки по проходам будет: у заготовки  $C_0 = 3$  мм, на первом проходе  $C_1 = 2,75$  мм, на втором проходе  $C_2 = 2,5$  мм и на третьем проходе  $C_3 = 2,5$  мм, т. е. на последнем проходе толщина стенки останется без изменения.

Зная внутренние диаметры и толщины стенок, легко подсчитать наружные диаметры по проходам следующим образом:

Первый проход:  $D_1 = d_1 + 2C_1 = 18 + 2 \cdot 2,75 = 18 + 5,5 = 23,5$  мм.

Второй проход:  $D_2 = d_2 + 2C_2 = 14 + 2 \cdot 2,5 = 14 + 5 = 19$  мм.

Третий проход:  $D_3 = d_3 + 2C_3 = 9 + 2 \cdot 2,5 = 9 + 5 = 14$  мм.

Окончательно калибровка примет следующий вид:

Заготовка . . . . .	$28 \times 22$ мм	Второй проход . . . . .	$19 \times 14$ мм.
Первый проход . . . . .	$23,5 \times 18$ »	Третий . . . . .	$14 \times 9$ »

Для проверки калибровки необходимо подсчитать получившиеся обжатия. Воспользовавшись для этой цели указанными выше формулами (I) и (IV), найдем следующие обжатия: на первом проходе  $E = 23,7\%$ , на втором  $E = 27,8\%$  и на третьем  $E = 30,7\%$ .

Как видим, процент обжатий по проходам получился нормальный. Поэтому можно считать, что калибровка составлена правильно.

На основании полученных результатов составим общую схему волочения (см. табл. 8).

Рассмотрим второй случай составления калибровки. Пусть требуется протянуть трубную заготовку сплава ЛО70-1 с размера  $35 \times 30$  мм на размер  $16 \times 14$  мм.

При составлении калибровки на латунные трубы необходимо иметь в виду, что пластические свойства латуни с каждым последующим волочением резко понижаются, а поэтому изделия с целью вос-

Таблица 8

Схема волочения медных труб размера  $28 \times 22$  мм на размер  $14 \times 9$  мм

№ проходов	Диаметры		Осадка $d_0 - d_1$ , мм	Толщина стенок $S$ , мм	Съем, мм	Обжатие $E$ , %	Вытяжка $K$	Примечание
	наружный $D$ , мм	внутренний $d$ , мм						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-й	28 23,5	22 18	— 4	3 2,75	— 0,25	— 23,7	— 1,31	Волочение с оправкой То же Волочение без оправки
2-й	19	14	4	2,5	0,25	27,8	1,38	
3-й	14	9	5	2,5	—	30,7	1,44	

становления пластических свойств через 1—2 прохода должны подвергаться нормальному отжигу.

По этой причине в табл. 6 приведены данные о допустимом съеме при волочении отожженных и тянутых латунных труб, причем в первом случае съем взят больше, а во втором меньше.

Пользуясь табл. 6, для нашего примера наметим следующий порядок уменьшения толщины стенки по проходам: 2,5—2,4 — отжиг — 1,65—1,4 — отжиг — 1,15—1,0 мм.

В соответствии с намеченными пятью проходами разобьем общую осадку с 30 до 14 мм с таким расчетом, чтобы осадка после отжигов, в целях облегчения надевания труб на болт, была больше. В рассматриваемом примере целесообразно наметить следующий порядок уменьшения внутренних диаметров: 30—25 — отжиг — 21—19 — отжиг — 16—14 мм.

На основании этих предварительных данных составили схему волочения (табл. 9).

Таблица 9

Схема волочения труб сплава Л070-1 с размера  $35 \times 30$  мм на размер  $16 \times 14$  мм

№№ проходов и отжигов	Диаметры		Толщина стенок $S$ , мм	Осадка до $d_0 - d_1$ , мм	Съем, мм	Обжатие $E$ , %	Вытяжка $K$	Примечание
	наружный $D$ , мм	внутренний $d$ , мм						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	35	30	2,5	—	—	—	—	Волочение с оправкой то же то же то же то же
1-й	29,2	25	2,1	5	0,4	30,7	1,438	
Отжиг	—	—	—	—	—	—	—	
2-й	24,3	21	1,65	4	0,45	34,4	1,525	
3-й	21,8	19	1,4	2	0,25	23,6	1,310	
Отжиг	—	—	—	—	—	—	—	
4-й	18,3	16	1,15	3	0,25	31,0	1,448	
5-й	16	14	1,0	2	0,15	24,0	1,315	

По тому же принципу составляются схемы волочения дуралюминиевых труб, но только с той разницей, что отпрессованная трубная заготовка, для снятия внутренних напряжений, перед волочением подвергается нормальному отжигу, а перед последним волочением, с целью повышения их прочности,— закалке. Для устранения кривизны и овальности, появляющихся на трубах в результате закалки, в схему обработки указанных труб вводят дополнительную операцию «калибровку», т. е. волочение без оправки и, следовательно, без уменьшения толщины стенки.

Обжатие, происходящее при калибровке за счет уменьшения диаметра, обычно не превышает 3—5%.

В табл. 10 приведена схема волочения дуралюминиевых труб размером  $66 \times 60$  мм из заготовки  $80 \times 70$  мм.

Таблица 10

Схема волочения дуралюминиевых труб с размера  $80 \times 70$  мм на размер  $66 \times 60$  мм

№№ проходов и отжигов	Диаметры		Толщина стенки С, мм	Осадка $d_0 - d_1$ , мм,	Съем, мм	Обжатие E, %	Вытяжка К	Примечание
	наружный D, мм	внутренний d, мм						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	80	70	5	—	—	—	—	
Отжиг	—	—	—	—	—	—	—	
1-й	77,0	68	4,5	2	0,5	13,0	1,150	Волочение с оправкой То же
2-й	75,4	67	4,2	1	0,3	8,4	1,092	
Отжиг	—	—	—	—	—	—	—	
3-й	72,4	65	3,7	2	0,5	15,0	1,176	»
4-й	70,8	64	3,4	1	0,3	9,8	1,110	»
Отжиг	—	—	—	—	—	—	—	
5-й	68	62	3,0	2	0,4	14,7	1,172	»
Закалка	—	—	—	—	—	—	—	
Калибровка	66	60	3,0	2	0	3,0	1,032	Волочение без оправки

Составление калибровок на трубы, изготавливаемые путем безоправочного волочения, обычно производится на основании опытных данных или по аналогии с уже имевшимися случаями волочения подобных труб, хотя размеры заготовки и калибровка могут быть определены путем расчета. Ниже, в качестве примера, приводится схема волочения капиллярных трубок размером  $1,4 \times 0,5$  мм (табл. 11).

Первая часть схемы волочения трубок с оправкой (до 11-го прохода) по существу ничем не отличается от рассмотренных выше схем. Начиная же с 12-го прохода при безоправочном волочении, толщина стенки вначале увеличивается с 0,40 до 0,55 мм (15-й проход), а затем вновь уменьшается с 0,55 до 0,45 мм. Вторая часть схемы (с 12-го по 21-й проход) изображена на графике фиг. 28.

При составлении схем обработки труб, идущих с раздачей, предварительно определяется размер, до которого должна быть увели-

Схема волочения капиллярных трубок из марганцовистой меди  
с размера  $27 \times 23$  мм на размер  $1,4 \times 0,5$  мм

№ проходов	Диаметры		Толщина стенки С, мм	Осадка $d_0 - d_1$ , мм	Съем, мм	Обжатие E, %	Вытяжка K	Примечания
	наружный D, мм	внутрен- ний d, мм						
1	27	23	2	—	—	—	—	Волочение с оправкой
2	24,4	21	1,7	2	-0,3	22,82	1,295	
3	21,84	19	1,42	2	-0,28	24,87	1,330	
4	20,30	18	1,15	1	-0,27	24,04	1,317	
5	18,84	17	0,92	1	-0,23	25,13	1,334	
6	18,0	16,5	0,75	0,5	-0,17	28,13	1,390	
7	17,2	16	0,60	0,5	-0,15	22,02	1,282	
8	15	14	0,50	2	-0,10	27,21	1,372	
9	12,64	11,7	0,47	2,3	-0,03	21,09	1,267	
10	10,38	9,5	0,44	2,2	-0,03	23,55	1,309	
11	7,84	7	0,42	2,5	-0,02	28,7	1,402	
	7,0	6,2	0,40	0,8	-0,02	15,21	1,180	
12	6,0	5,12	0,44	1,08	+0,04	7,47	1,080	Волочение без оправки
13	5	4,04	0,48	1,08	+0,04	11,33	1,127	
14	4,2	3,16	0,52	0,88	+0,04	11,89	1,135	
15	3,45	2,35	0,55	0,81	+0,03	16,66	1,200	
16	2,95	1,87	0,54	0,48	-0,01	18,20	1,222	
17	2,40	1,34	0,53	0,53	-0,01	23,96	1,315	
18	2,0	0,98	0,51	0,36	-0,02	23,15	1,300	
19	1,80	0,82	0,49	0,16	-0,02	15,48	1,184	
20	1,60	0,66	0,47	0,16	-0,02	17,33	1,210	
21	1,40	0,50	0,45	0,16	-0,02	19,55	1,242	

Примечание. Знак минус (—) в графе «съем» обозначает уменьшение, а знак плюс (+) — увеличение толщины стенки за один проход.

чена заготовка. При нахождении этого размера пользуются данными, применяемыми при построении схем волочения.

Пусть, например, требуется составить схему раздачи и волочения медных труб с размера  $280 \times 260$  мм на размер  $312 \times 300$  мм.

Толщина стенки после раздачи останется почти без изменения, т. е. 10 мм, а после обточки, которой подвергаются большинство труб диаметром свыше 300 мм, толщина стенки уменьшится до 9 мм. Толщина стенки готовой трубы  $312 \times 300$  мм — 6 мм. Следовательно, общий съем будет равен  $9 - 6 = 3$  мм.

При съеме по 0,75 мм за один проход потребуется  $3 : 0,75 = 4$  волочения и кроме того потребуется один калибровочный проход непосредственно после обточки, т. е. волочение с одной осадкой. Осадку на этом проходе возьмем равной 8 мм, а на остальных четырех проходах по 3 мм. Тогда общая осадка будет равна  $8 + 4 \times 3 = 20$  мм. Следовательно, внутренний диаметр трубы  $d$  после раздачи будет



равен 320 мм, а наружный  $D = d + 2l = 320 + 20 = 340$  мм. Для получения этого размера заготовку  $280 \times 260$  мм потребуется раздать примерно 3—4 раза, в зависимости от размеров имеющихся стержней. После обточки размер заготовки будет  $338 \times 320$  мм, толщина стенки — 9 мм.

На основании этих предварительных расчетов составим схему раздачи и волочения труб (табл. 12).

Таблица 12

Схема раздачи и волочения медных труб с размера  $280 \times 260$  мм на размер  $312 \times 300$  мм

№ операций	Наименование операций	Диаметр		Осадка $d_0 - d_1$ , мм	Раздача $d_1 - d_0$ , мм	Толщина стенки $C$ , мм	Съем, мм	Обжатие $E$ , %	Вытяжка $K$
		наружный $D$ , мм	внутренний $d$ , мм						
1	Заготовка	280	260	—	—	10	—	—	—
2	Раздача I	300	280	—	20	10	—	7,0	1,075
3	» II	320	300	—	20	10	—	6,4	1,070
4	» III	340	320	—	20	10	—	6,0	1,063
5	Обточка	338	320	—	—	9	—	—	—
6	Волочение I	330	312	8	—	9	—	26	1,027
7	» II	325,5	309	3	—	8,25	0,75	9,4	1,102
8	» III	321	306	3	—	7,5	0,75	10,2	1,112
9	» IV	316,5	303	3	—	6,75	0,75	11,0	1,124
9	» V	312	300	3	—	6,0	0,75	12,2	1,138

Примечание. Вытяжка на операциях раздачи показана отрицательной, так как трубы во время раздачи по длине становятся короче.

При расчете калибровок для прутков, как указывалось выше, обычно пользуются данными, приведенными в табл. 7. Благодаря тому что прессовкой удается получить прутки с размерами, весьма близкими к размерам готовых изделий, прутковая заготовка обычно подвергается не более как однократному волочению. Этим достигается необходимая прямизна, точность в размерах, качество поверхности, а также и заданные механические свойства. В некоторых случаях, когда прессованная заготовка бывает покрыта массовыми пленами и трещинами, или в тех случаях, когда к пруткам предъявляются повышенные требования в отношении механических свойств и качества поверхности, прутки подвергают волочениям и строжке.

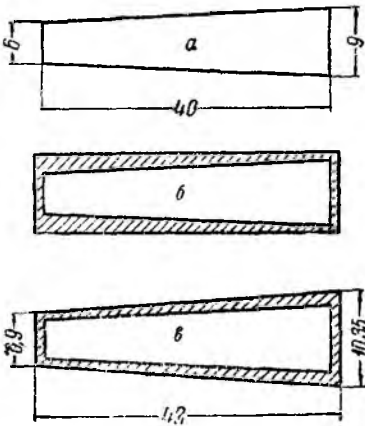
В качестве подобного примера в табл. 13 приведена схема обработки прутков диаметром 32 мм из бронзы Каро. От этих прутков требуется, чтобы их поверхность была чистой, без плен и трещин, временное сопротивление разрыву было не менее 50 кг/мм<sup>2</sup>; удлинение — не менее 15% и твердость по Бринелю в пределах 130—200 ед.

Указанное в схеме уменьшение диаметра прутков за счет строжки на 2,5 мм и суммарная вытяжка при волочении в 1,29 раза обеспечивают получение прутков необходимого качества.

## Схема волочения и строжки прутков из бронзы Каро

№ про-ходов	Наименование операций	Диаметр	Вытяжка
1	Волочение	39,5	1,083
2	Строжка	37	1083
3	»	36,5	
4	»	36	
5	»	35,5	
6	»	35	1,059
7	Волочение	34	1059
8	»	33	1,061
9	»	32	1,062
			1,290

Расчет калибровок для различных профилей производится с учетом их размеров в различных частях сечения. Допустим, что требуется получить способом волочения профиль трапециoidalного сечения  $6 \times 9 \times 40$  (фиг. 35, а). Если бы этот профиль мы стали тянуть из заготовки прямоугольного сечения,



Фиг. 35. Выбор заготовки для про-лосы размером  $6 \times 9 \times 40$  мм.

а — сечение требуемого профиля,  
б — сечение прямоугольной заготовки,  
в — сечение профильной заготовки.

как это показано на фиг. 35, б, то изделие после волочения получилось бы изогнутым в виде серпа. Чтобы избежать искривления профиля после волочения, необходимо, чтобы сечение заготовки по форме соответствовало сечению готового профиля. Размеры сечения заготовки подбираются так, чтобы обжатия или вытяжки во всех частях сечения были по возможности одинаковыми. Величина вытяжки при этом находится путем подбора. Расчет заготовки производится в два приема: сначала определяется толщина заготовки, а затем ширина.

Примем для нашего примера вытяжку равной 1,15, т. е. допустим, что профиль после волочения удлинится за счет уменьшения его толщины в 1,15 раза. Умножив эту вытяжку на размеры готового профиля,

получим размеры заготовки (толщину):

$$6 \cdot 1,15 = 6,9 \text{ мм}$$

$$9 \cdot 1,15 = 10,35 \text{ »}$$

Ширину заготовки для данного профиля можно взять равной 42 мм, что при волочении на размере 40 даст вытяжку прутка за счет уменьшения ширины в  $42 : 40 = 1,05$  раза.

Таким образом, окончательные размеры заготовки будут равны  $6,9 \times 10,35 \times 42$  мм или после округления  $7 \times 10,5 \times 42$  мм. На фиг. 35, в изображены профили заготовки и готового прутка, причем заштрихована та часть сечения заготовки, которая должна быть снята с нее путем волочения.

Чтобы проверить правильность принятых размеров, необходимо подсчитать суммарную (общую) вытяжку. Для этого нужно вытяжку по толщине умножить на вытяжку по ширине, полученный результат и будет суммарной вытяжкой. Следовательно, в нашем примере она будет равна:

$$1,15 \cdot 1,05 = 1,208.$$

Если бы суммарная вытяжка оказалась слишком большой или слишком малой, то путем соответственного подбора вытяжек за счет изменения толщины и ширины заготовки можно было бы получить желаемую вытяжку. В практической работе, в зависимости от сплава, его состояния и размеров профиля, суммарную вытяжку берут в пределах от 1,15 до 1,30.

По указанному выше способу производится расчет заготовки и калибровки на любое количество проходов. В некоторых случаях, как, например, при расчете заготовки для турбинных лопаток, у которых размеры толстой части профиля в несколько раз превышают размеры тонкой части, вытяжку для этих участков на первых проходах берут неодинаковой, а именно для толстой части несколько меньше чем для тонкой.

На практике иногда наблюдаются случаи, когда правильно составленная калибровка изменяется. Одной из причин изменения калибровки может явиться увеличенное количество обрывов на некоторых проходах. В таких случаях на этих проходах обжатие уменьшают за счет увеличения их на других проходах.

Калибровка может быть изменена также в зависимости от наличия инструмента и других условий.

При выборе прессованной заготовки для какого-либо определенного размера готовых труб руководствуются следующим:

а) прежде всего надлежит установить возможность получения с гидравлических прессов заготовки требуемого размера;

б) количество брака в заготовке должно быть сведено к минимуму;

в) размер заготовки (диаметр, толщина стенки и длина) должен быть наиболее выгодным в отношении выходов годного, последующих резок на пилах и т. д.;

г) металл во время волочения должен достаточно вытянуться, чтобы вскрылись пузыри, шлаковые включения и запрессованная окалина;

д) металл во время волочения должен приобрести требуемые механические свойства;

е) количество волочений и вспомогательных операций должно быть возможно меньшим.

## 5. Усилие волочения

Чтобы протянуть трубу или пруток через кольцо, необходимо к захватке приложить определенную силу. Эта сила, называемая

усилием волочения, расходуется на изменение формы изделия (деформацию), трение металла об инструмент и на нагревание инструмента и самого изделия.

Изучение вопроса об усилии волочения имеет большое практическое значение. Действительно, чем меньше будет усилие волочения, т. е. чем меньше будет напряжение в переднем (протянутом) конце, тем больше может быть дано обжатие, тем меньше будет обрывов и тем меньше будет затрата энергии на волочение.

Усилие волочения, как и всякая сила, измеряется единицами веса в данном случае тоннами или килограммами. Для определения усилия волочения употребляют специальные приборы — динамометры, включаемые между тележкой и цепью волочильного станка, или мездозы, подкладываемые под волочильное кольцо и под пятку волочильного болта, если волочение производится на оправке. В первом случае прибор показывает натяжение цепи, во втором — давление изделия на кольцо и натяжение болта. По показаниям этих приборов судят о величине той силы (усилия волочения), с которой изделие протягивается через кольцо.

При работе на волочильном станке об относительной величине усилия волочения грубо можно судить по натяжению цепи: при незначительных усилиях цепь натягивается слабо (провисает), а при больших усилиях цепь натягивается сильно, и провисание едва заметно. Частые обрывы изделий говорят о том, что усилие волочения значительно превышает прочность переднего конца изделия.

Для сравнения напряжений, возникающих при волочении в переднем конце прутка или трубы, пользуются понятием о **н а п р я ж е н и и** в о л о ч е н и я. Оно показывает величину напряжения, которое испытывает при волочении каждый кв. миллиметр поперечного сечения изделия. Величина напряжения волочения зависит от усилия волочения и площади сечения переднего конца изделия и находится по формуле:

$$H = \frac{B}{P_1},$$

где  $H$  — напряжение волочения в  $кг/мм^2$ ;

$B$  — усилие волочения в  $кг$ ;

$P_1$  — площадь сечения изделия после волочения в  $мм^2$ .

При неблагоприятных условиях протяжки напряжение волочения может стать равным сопротивлению разрыву, и тогда происходит разрыв изделия. Поэтому в целях снижения напряжения волочения необходимо стремиться к уменьшению усилия волочения.

Усилие волочения зависит от целого ряда факторов, различных по своему значению: механических свойств обрабатываемого металла, величины обжатия, размера изделий, профиля и состояния рабочих поверхностей инструмента, состояния поверхности изделий, смазки, скорости и т. д.

Рассмотрим значение каждого фактора в отдельности.

Между механическими свойствами обрабатываемого металла и усилием волочения существует определенная зависимость: чем больше сопротивление разрыву, чем крепче и тверже ме-

талл, тем значительнее требующееся усилие волочения. Практически это может быть проверено так. Возьмем две трубы одинакового сплава и размера, но различные по своему состоянию, т. е. пусть одна труба будет наклепанной (твердой), а другая — отожженной (мягкой). При волочении этих труб, пользуясь измерительными приборами, мы заметим, что усилие волочения наклепанной трубы будет больше, чем отожженной. Сказанное подтверждается и рядом опытных данных. Так, например, производилось волочение медной отожженной проволоки с сопротивлением разрыву  $24 \text{ кг/мм}^2$  и наклепанной с сопротивлением разрыву  $27 \text{ кг/мм}^2$ . Та и другая проволока протягивались с диаметра  $6,02 \text{ мм}$  на диаметр  $5,01 \text{ мм}$  в совершенно одинаковых условиях. Произведенные замеры показали, что усилие волочения отожженной проволоки равно  $B_1 = 285 \text{ кг}$ , а наклепанной  $B_2 = 395 \text{ кг}$ . Зная, что сечение проволоки диаметром  $5,01 \text{ мм}$  равно  $19,7 \text{ мм}^2$ , легко подсчитать напряжение волочения. Для отожженной проволоки оно будет равно:

$$H_0 = \frac{B_1}{\Pi_1} = \frac{285}{19,7} = 14,5 \text{ кг/мм}^2,$$

а для наклепанной

$$H_1 = \frac{B_2}{\Pi_1} = \frac{395}{19,7} = 20 \text{ кг/мм}^2.$$

Как видим, наклепанная проволока с увеличенным сопротивлением разрыву потребовала большего усилия волочения, а это в свою очередь повлияло на увеличение напряжения волочения.

Прямая зависимость существует также между усилием волочения и величиной обжатия, т. е. с увеличением обжатия усилие волочения возрастает.

В повседневной практике часто приходится наблюдать, что обрывы являющиеся показателем чрезмерно возросшего усилия волочения, прекращаются после некоторого облегчения калибровки, т. е. уменьшения обжатия за счет съема или осадки.

Влияние инструмента на усилие волочения может быть рассмотрено в зависимости от угла волочения, ширины цилиндрической части, формы волочильного очка (канала) и качества полировки.

Под углом волочения (углом фильеры) подразумевается угол, образующийся между осью изделия, или параллельной ему линией, и боковой конической поверхностью отверстия. На фиг. 37 этот угол помечен буквой  $a$ .

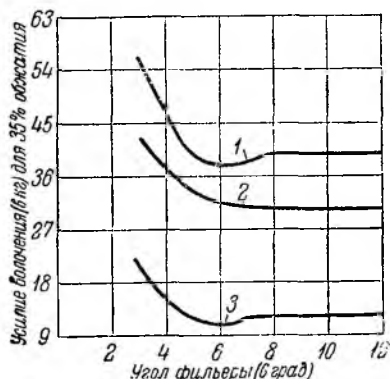
Зависимость усилия волочения от угла волочения представлена на фиг. 36 рядом кривых. Эти кривые показывают, что для всех рассмотренных металлов усилие волочения достигает наибольшей величины при угле волочения, равном  $3^\circ$ . По мере увеличения угла усилие волочения снижается, и примерно при  $6^\circ$  оно достигает наименьшей величины. При дальнейшем увеличении угла усилие волочения вновь возрастает. На основании этих кривых и ряда других установлено, что при волочении пруткового материала с обжатиями примерно до  $35\%$  наивыгоднейшим является угол в  $6-8^\circ$ . Оптимальный угол воло-

чения при этом будет зависеть от степени деформации и сил трения, возникающих на поверхности соприкосновения металла и волочительного очка, причем с увеличением степени деформации и сил трения оптимальный угол возрастает.

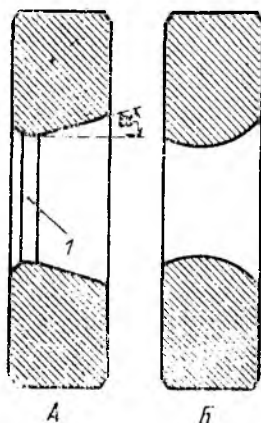
В случае волочения труб на оправке угол волочения возрастает до  $10\text{--}12^\circ$  за счет добавочных сил трения, возникающих на поверхности соприкосновения металла и оправки.

Для толстостенных труб угол волочения берется по нижнему пределу, а для тонкостенных — по верхнему пределу, возрастая в некоторых случаях до  $15^\circ$ .

На фиг. 37 изображены в разрезе два кольца: одно с прямой формой входной части очка А, а другое — с радиальной Б. Специально проведенные испытания и повседневные наблюдения за работой колец приводят к выводу, что усилие волочения при прямой форме конусной части очка меньше, чем при радиальной. Если, например, при



Фиг. 36. Влияние угла фильеры на усилие волочения цветных металлов.  
1 — латунь, 2 — медь, 3 — алюминий.



Фиг. 37. Волочительные кольца.  
А — с прямым очком, Б — с радиальным очком; 1 — цилиндрическая часть, а — угол волочения.

$20\%$ -ном обжатии при волочении через прямое очко усилие равно  $27\text{ кг}$ , то при волочении через радиальное очко усилие возрастает на  $22\%$ .

Количественное влияние цилиндрической части кольца (фиг. 37) на усилие волочения вполне еще не установлено, но вообще известно, что чем меньше цилиндрическая часть, тем меньше усилие волочения. Практически нецелесообразно делать цилиндрическую часть меньше  $0,5\text{--}1,0\text{ мм}$ , так как вследствие трения она быстрее изнашивается бы и, следовательно, кольцо скорее бы вышло из строя.

При волочении труб и прутков замечено, что величина цилиндрической части влияет на кривизну протянутого изделия, т. е. чем она больше, тем изделия получаются прямее. Поэтому в кольцах и матрицах, предназначенных для волочения прутков, цилиндрическую часть делают в пределах  $3\text{--}5\text{ мм}$ . Вопрос о возрастании усилия воло-

чения при этом не имеет существенного значения, так как это возрастание вполне окупается более облегченной правкой, а иногда и вообще ее отсутствием. На трубных кольцах цилиндрическую часть, как правило, делают не более 1—2 мм, потому что в этом случае с возрастанием усилия волочения неизбежно возрастают случаи обрывов труб. Только в некоторых случаях (например при волочении тонкостенных, но большого диаметра труб — размером 73 × 70 мм, 121 × 118 мм и пр.), когда правка готовых труб сопряжена с риском их смятия, цилиндрическую часть делают равной примерно 10—15 мм; зато и обжатия в этих случаях даются минимальные.

Весьма заметное влияние на усилие волочения оказывает качество полировки инструмента: чем мельче следы обработки (продольные или поперечные риски), тем меньше усилие волочения. Плохая полировка, создавая дополнительное трение, увеличивает усилие волочения.

В равной мере на усилие волочения влияет и состояние поверхности волочимых изделий. Оставшаяся после травки окалина, образующаяся на изделиях при прессовке или во время отжига, и остатки серной кислоты в случае плохой промывки, также увеличивают силы трения между изделием и инструментом и, следовательно, увеличивают усилие волочения.

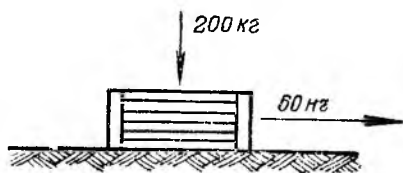
Весьма большое влияние на уменьшение усилия волочения оказывает смазка. Назначение смазки заключается в том, чтобы уменьшать силы трения между изделием и инструментом. Смазка, располагаясь непрерывной прослойкой между трущимися поверхностями, облегчает скольжение одной поверхности по другой и таким образом уменьшает усилие волочения.

Для относительного сравнения сил трения пользуются понятием о коэффициенте трения. Коэффициентом трения называется отношение силы трения к силе давления движущегося тела на поверхность, по которой оно перемещается. Допустим, что для передвижения ящика с грузом (фиг. 38) общим весом 200 кг потребовалось к ящику приложить силу, равную 60 кг. При этих условиях коэффициент трения будет равен:

$$\frac{60}{200} = \frac{3}{10} = 0,3,$$

т. е. сила трения в этом случае составляет 0,3 силы давления. Чем меньше коэффициент трения, тем меньше будет сила, требующаяся для перемещения груза.

Коэффициент трения зависит от материала трущихся поверхностей и смазки между ними. Так, например, коэффициент трения латуни по стали без смазки равен 0,14, а при смазке он уменьшается до



Фиг. 38. Действие сил, определяющих коэффициент трения

0,06 — 0,08. Для иллюстрации влияния смазки на усилие волочения может служить табл. 14.

Таблица 14

Влияние смазки на усилие волочения

Волочимый материал	Обжатие <i>E</i> , %	Усилие волочения <i>B</i> , кг		
		при смазке лучшим маслом	при лучшей жидкой смазке	при смазке масляной смесью
Алюминий . . . . .	20	4,3	5,9	8,5
Медь . . . . .	20	5,9	11,8	18,5
Бронза . . . . .	20	14,0	25,0	27,6
Латунь . . . . .	20	19,5	19,5	—

Из таблицы видно, что при одном и том же обжатии усилие волочения для различных металлов различно и что для одного и того же металла оно изменяется в зависимости от качества смазки.

Влияние скорости на усилие волочения сказывается лишь только в пределах 10 м в минуту; при более высоких скоростях, практически применяемых при волочении цветных труб и прутков, усилие волочения остается неизменным. Поэтому стахановские методы увеличения скоростей волочения не влияют на усилие волочения, как это многие предполагают.

В целях же предотвращения обрывов необходимо чтобы волочильные станы были оборудованы пружинящими тележками, обеспечены высококачественным инструментом, смазкой и т. д.

## 6. Смазка при волочении

Как было указано выше, основное назначение смазки заключается в уменьшении сил трения между изделием и инструментом и в предохранении их поверхностей от взаимного царапания. Отсутствие царапин удлиняет срок службы инструмента и способствует получению изделия с более точными размерами и чистой поверхностью.

Смазка должна заметно уменьшать силы трения и, кроме того, достаточно легко и быстро приставать к трущимся поверхностям. Лучшими смазками являются растительные масла: сурепное, льняное и касторовое, но вследствие дороговизны этих масел для волочения цветных труб и прутков употребляют всевозможные жировые эмульсии и минеральные масла.

В практике некоторых заводов для смазки при волочении применяются жировые эмульсии, машинное масло, гудрон и (редко) животный жир. Жировые эмульсии и минеральные масла подбираются для смазки в зависимости от материала и размера изделий и принятых обжатий и прочих условий волочения.

Для смазки медных, латунных и других труб диаметром до 50—60 мм применяются эмульсии, примерный состав которых указан в табл. 15. Для более же крупных труб, а также дуралюминиевых



Состав эмульсий для волочения труб

№№ по пор.	Назначение эмульсии	Состав, %					Вода
		Мыло 60 %-ное	Мыло нафт.	Масло растит.	Олеинов. кислота	Сода кальц.	
1	Для тонкостенных труб из спл. ЛТ96 и марганцовистой меди на первых проходах . . . . .	0,3	—	0,12	0,12	0,01	остальное — до 100 %
2	То же на последних проходах . . . . .	0,3	—	0,4	0,4	0,04	
3	То же на всех проходах . . . . .	—	—	0,04	0,6	0,01	То же
4	Для медных и латунных труб . . . . .	0,8	—	0,12	0,12	0,01	»
5	Для мельхиоровых труб . . . . .	1,5	—	1,0	0,5	—	»
6	То же . . . . .	—	1,5	0,4	0,4	0,03	»
7	Для дуралюминиевых труб . . . . .			касторовое раствори- мое масло 30			»

и мельхиоровых, на первых проходах применяется машинное масло или мазут. Применение этих смазок для латунных труб диаметром до 60 мм, особенно тонкостенных, не допускается, так как масло и мазут, сгорая на концах труб в виде факела, перегревают их и тем самым портят изделия.

На толстостенных, а также вообще на крупных латунных и медных трубах явления пережога концов обычно не наблюдается, тем более что медные трубы подвергаются отжигу только начиная с диаметра 120—140 мм и выше.

Приготовление эмульсии производится в центральной эмульсоварке, откуда она в горячем виде (при температуре 40—50°) по трубам подается к волочильным станкам. Смазывание труб производится методом погружения их в установленные около станков баки («корыта»), наполняемые эмульсией. Отработанная эмульсия из корыта, также по трубам возвращается в эмульсоварку для обновления или полной замены.

Удобство применения эмульсии заключается в том, что она довольно быстро смазывает наружную и внутреннюю поверхности труб. К недостаткам эмульсии относится то, что руки и частично одежда волочильщиков, работающих с эмульсией, постоянно бывают мокрыми. Вследствие плохой промывки труб после травки эмульсия загрязняется серной кислотой (купоросом), принимая постепенно зеленоватую окраску. Работа с такой эмульсией вызывает дребезжание труб и обрывы их, а также разъедание рук рабочих. Разъедание рук происходит и при сильно щелочной эмульсии.

Некоторые из указанных выше недостатков применения эмульсии могут быть устранены путем устройства автоматической смазки, как это практикуется на некоторых заводах. Метод этот заключается в том, что смазка из центральной эмульсоварки подается по трубопроводу в гибкий шланг, а из него через полый волочильный болт поступает внутрь трубы. На конце волочильного болта, у места крепления оправки, по окружности располагается ряд наклонных отверстий, через которые в сторону оправки выбрасываются под давлением струйки эмульсии, смазывающие внутреннюю поверхность трубы. Наружная поверхность трубы смазывается эмульсией, выбрасываемой струйками из отверстий полого кольца, укрепленного рядом с волочильным кольцом и также соединенного гибким шлангом с трубопроводом. Благодаря специальному устройству, эта система смазки начинает автоматически действовать только с момента начала волочения; по окончании волочения эмульсия автоматически выключается.

Автоматическая смазка применима при волочении большинства цветных труб и прутков всех размеров.

Преимущество этого метода заключается в полном устранении потерь времени на подготовку смазки, в более совершенном смазывании поверхности изделий и в избавлении рабочего от необходимости соприкасаться с эмульсией.

С внедрением в производство автоматической смазки эмульсией надобность в других смазках в значительной степени отпадает.

Смазка внутренней поверхности крупных труб машинным мас-

лом и мазутом производится при помощи помазка, укрепленного на длинной ручке. Эта смазка производится волочильщиками непосредственно перед волочением. Наружная поверхность труб смазывается также помазком в процессе волочения. В случае применения смеси машинного масла с древесными опилками последняя в небольшом количестве закладывается в отверстие трубы и продвигается волочильным болтом в сторону захватки. Однако способ этот не обеспечивает равномерного смазывания всей внутренней поверхности труб, особенно в тех случаях, когда они поступают от прессов или с отжига сильно искривленными и мятыми. Несмазанная поверхность во время волочения вызывает дребезжание и обрывы труб, кроме того, иногда загрязненные песком древесные опилки могут служить причиной порчи волочильного инструмента и изделий, поэтому во всех случаях, где это оказывается возможным, необходимо применять эмульсию или чистое машинное масло.

Волочение всевозможных прутков и профилей обычно производится с гудроном, машинным маслом или с животным жиром. Предпочтение нужно отдать животному жиру, так как после работы с ним изделие получается чистым и перед приемкой ОТК не требует протирки керосином. Применение эмульсии при волочении прутков наиболее себя оправдало на мелких размерах, порядка 6—30 мм. К недостаткам животных жиров нужно отнести их неприятный запах гниения, а также дефицитность.

Гудрон обладает тем преимуществом, что однажды смазанное им изделие можно подвергнуть повторному волочению уже без дополнительного смазывания. К недостаткам гудрона и машинного масла нужно отнести невозможность их применения на мелких и средних латунных трубах, а также то, что при сгорании их во время отжига на поверхности изделий остаются пятна, шероховатость и сажистый налет.

Таблица 16

Смазки, применяемые при волочении труб и прутков из цветных металлов и сплавов

№№ по пор.	Название металла или сплава	Название изделия и его диаметр, мм	Вид смазки
		Трубы	
1	Медь, Л62, Л68, Л70-1	До 60	Эмульсия
2	То же	Свыше 60	Машинное масло
3	Мельхиор	До 25	Эмульсия
4	То же	Свыше 25	Машинное масло с древесными опилками
5	Дуралюминий	Все размеры	Мазут и эмульсия
		Прутки	
6	Латуни и бронзы	До 30	Эмульсия
7	То же	Свыше 30	Гудрон
8	Медь	Профили	Машинное масло
9	Дуралюминий	Все размеры	Мазут и эмульсия

Смазки, применяемые при волочении, должны быть чистыми и не содержать посторонних твердых частиц. Для этого волочильщики должны следить, чтобы в смазку не попадал песок (например с поднятых с пола труб и прутков), металлические опилки, остающиеся иногда на изделиях после резки на пилах, и т. д. Загрязненная смазка во избежание порчи изделий и инструмента должна немедленно заменяться свежей смазкой.

Принятые в настоящее время смазки при волочении труб и прутков приведены в табл. 16.

В исключительных случаях, когда волочение сопровождается сильным дребезжанием, обрывами или налипанием металла на инструмент, допускается замена одной смазки другой, если эта замена может способствовать устранению ненормальности в работе.

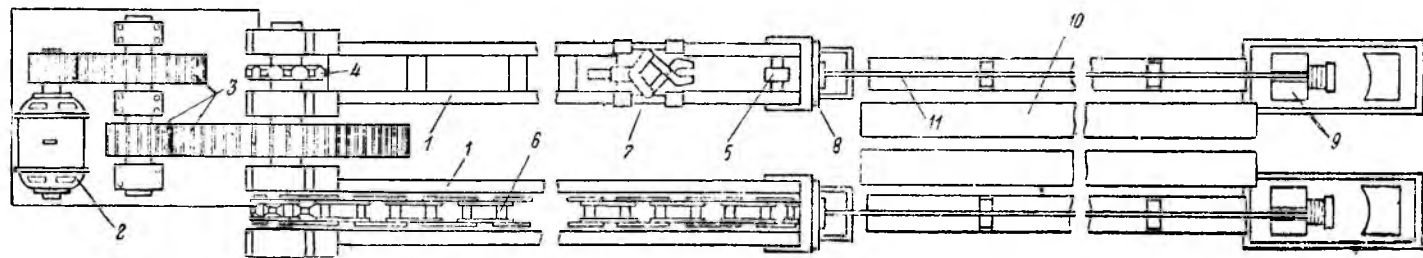
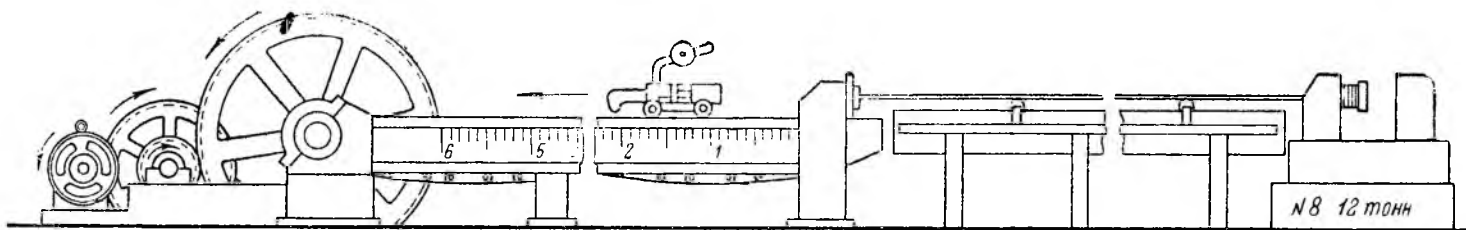
### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое волочение?
2. Какие цели преследует волочение?
3. Перечислить способы волочения труб.
4. Что происходит с толщиной стенки трубы при волочении на оправке и без нее?
5. Что такое осадка, съем, обжатие и вытяжка?
6. Почему не рекомендуется брать осадку меньше 1—2 мм и больше 5—6 мм?
7. Что такое усилие волочения и в каких единицах оно выражается?
8. Отчего зависит усилие волочения?
9. В чем состоит назначение смазки при волочении?
10. Какие смазки применяются при волочении?

## VIII. ВОЛОЧИЛЬНЫЕ СТАНКИ

### 1. Цепные волочильные станки

Для холодного волочения труб, прутков и всевозможных профилей применяются станки, называемые цепными и волочильными станками. На фиг. 39 представлена схема устройства такого станка. Основной частью его является станина 1, состоящая из двух параллельных балок, скрепленных между собой поперечными распорками. Концы балок и их середины поддерживаются несколькими массивными опорами. Во время работы станина воспринимает на себя всю нагрузку станка, а верхняя часть ее служит направляющей для движения цепи 6 и тележки 7. В передней части станины, на валу укреплен звездочка 4 (зубчатое колесо), назначение которой состоит в преобразовании вращательного движения мотора 2 и передаточных шестерен 3 в поступательное движение цепи 6 и тележки 7. Звездочка, вращаясь, захватывает своими зубьями валики цепи, приводя ее этим в движение. Снизу звездочки, под станиной, цепь под действием собственного веса выходит из зацепления со звездочкой и в дальнейшем поддерживается специальными роликами. В задней части станины укреплены натяжной ролик 5 и рамка 8. Назначение натяжного ролика, называемого иногда гладким барабаном, состоит в поддерживании другого конца цепи и в регулировании ее натяжения. Рамка предназначается для укрепления в ней волочиль-

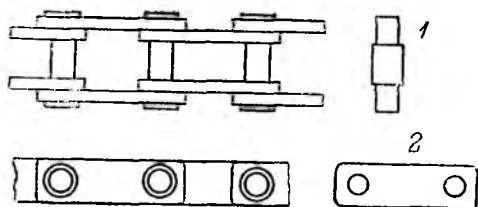


Фиг. 39. Схема устройства волочильного станка.

1 — станина, 2 — мотор, 3 — передаточные шестерни, 4 — звездочка, 5 — натяжной ролик, 6 — цепь Галля, 7 — тележка, 8 — рамка, 9 — бабка, 10 — корыто для эмульсии, 11 — доска.

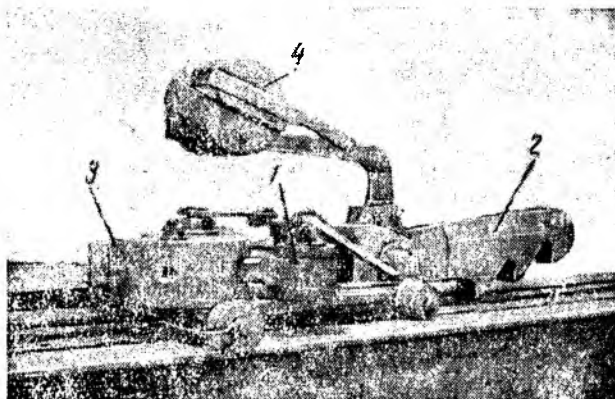
ного инструмента — колец и матриц. Крепление инструмента производится при помощи планки, прижимаемой к рамке двумя болтами. Для установки на волочильном станке инструмента с различными габаритами (наружными диаметрами) в рамках имеются соответствующих размеров гнезда с вкладышами.

Цепи, применяемые на волочильных станках, по имени их изобретателя называются **цепями Галля** (фиг. 40). От обычных цепей они отличаются тем, что каждое звено их состоит из двух и большего количества пластин 1 и двух валиков 2, проходящих через отверстия на концах пластин. Для предотвращения соскакивания пластин с концов валиков, последние расклепываются или снабжаются шплинтами.



Фиг. 40. Цепь Галля.

Для осуществления безостановочного движения концы цепи соединены вместе, благодаря чему получается бесконечная цепь. Цепь Галля в волочильном станке является одной из важнейших частей, так как ее звенья, находясь все время в движении при значительной растягивающей нагрузке, снашиваются от трения и ста-

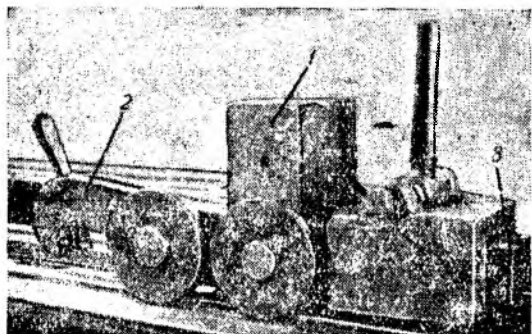


Фиг. 41. Волочильная тележка с клещами.  
1 — корпус, 2 — крюк, 3 — плашки, 4 — противовес.

новятся менее прочными. При недоброкачественном ремонте, несвоевременной замене сработавшейся цепи и при выпадении шплинтов на волочильных станках происходят весьма серьезные аварии.

Для передачи движения и тянущего усилия от цепи к трубе или прутку служит тележка. Конструкций тележек довольно много, но наибольшим распространением пользуются тележки клещеобразной формы (фиг. 41) и тележки с литым корпусом (фиг. 42). Основными

детальями тележки являются: корпус 1, передвигающийся по станине станка на роликах, крюк 2 и плашки 3. Перед началом волочения и особенно в процессе самого волочения плашки прочно захватывают изделие имеющей на них насечкой; при помощи крюка тележка включается в движущуюся цепь. Таким образом изделие протягивается через закрепленное в рамке кольцо. По окончании волочения крюк при помощи груза или пружины освобождается из цепи, а изделие — из плашек. Форма крюка и вес груза рассчитываются так, что освобождение крюка и изделия происходит одновременно и без помощи рабочего.

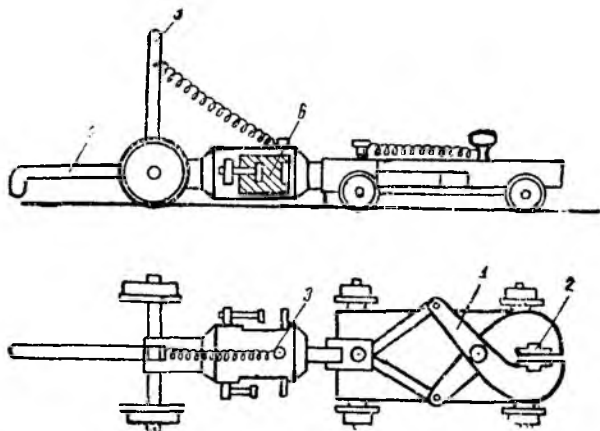


Фиг. 42. Волочильная тележка с литым корпусом.

В целях смягчения рывка, происходящего в первый момент захвата трубы или прутка плашками, за последнее время стали широко применять тележки, снабженные буферами (фиг. 43, 3). Буфер представляет собой чаще всего литой полый цилиндр, с помещенной внутри его пружиной 6.

Под действием тянущего усилия пружина в момент включения тележки сжимается, тем самым смягчая рывок.

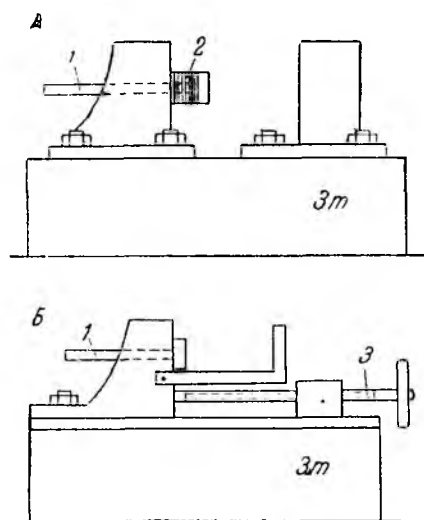
В самой задней части волочильного станка (фиг. 39) установлена бабка 9, назначение которой заключается в креплении пятки воло-



Фиг. 43. Волочильная пружинящая тележка с клещами.  
1 — клещи, 2 — плашки с насечкой, 3 — буфер, 4 — крюк, 5 — рычаг, 6 — пружина.

чильного болта и в регулировании его рабочей длины. В момент волочения бабка удерживает болт в неизменном положении. По свое-

му устройству бабки делятся на неподвижные и подвижные. Разница между ними заключается в том, что при неподвижных бабках регулировка длины болта, т. е. установка оправки в рабочее положение, производится при помощи шайб 2, набрасываемых на задний конец болта 1, к пятке (фиг. 44); при подвижных бабках регулировка болта производится перемещением бабки в ту или другую сторону при помощи винта 3. В этом случае шайбы для регулировки болта не требуются.



Фиг. 44. Бабки.

А — неподвижная, Б — подвижная.

Для возврата тележки к рамке используется вращательное движение вала, на котором насажена звездочка 1. Из схемы самовозврата видно, что передний ролик вращается в сторону, противоположную вращению звездочки. Достигается это при помощи двух взаимосвязанных шестерен, закрепленных неподвижно на осях звездочки и ролика. Таким образом передний ролик во все время работы станка вращается навстречу движению цепи. Задний ролик свободно вращается на оси, укрепленной на изогнутом рычаге, который в свою очередь связан с педалью и пружиной (или с грузом). При нажиме ногой на педаль верхний конец рычага вместе с роликом наклоняется в правую сторону, удаляясь от переднего ролика. При отпускании педали рычаг вместе с задним роликом, под действием пружины возвращается в первоначальное (вертикальное) положение. Трос, перекинутый с одного ролика на другой, при отпущенной педали провисает и свободно скользит в канавке вращающегося переднего ролика.

На верхнем рисунке (схема А), изображающем момент волочения трубы 10, видно, что при отпущенной педали трос провис и в то же время, увлекаемый вперед тележкой, движется навстречу вращению переднего ролика; в этот момент трос свободно скользит в канавке ролика. На нижнем рисунке (схема Б) изображен момент возврата тележки. Здесь видно, что при нажиме на педаль задний ролик переместился вправо, трос при этом натянулся и под действием сил тре-

изводится перемещением бабки в ту или другую сторону при помощи винта 3. В этом случае шайбы для регулировки болта не требуются.

Для возврата тележки к рамке по окончании волочения изделия на большинстве волочильных станков устанавливаются с а м о в о з в р а т ы. Самовозврат начинает действовать после того, как рабочий нажмет на педаль или кнопку, связанную с механизмом самовозврата. На фиг. 45 приведена схема самовозврата, действующего от ножной педали.

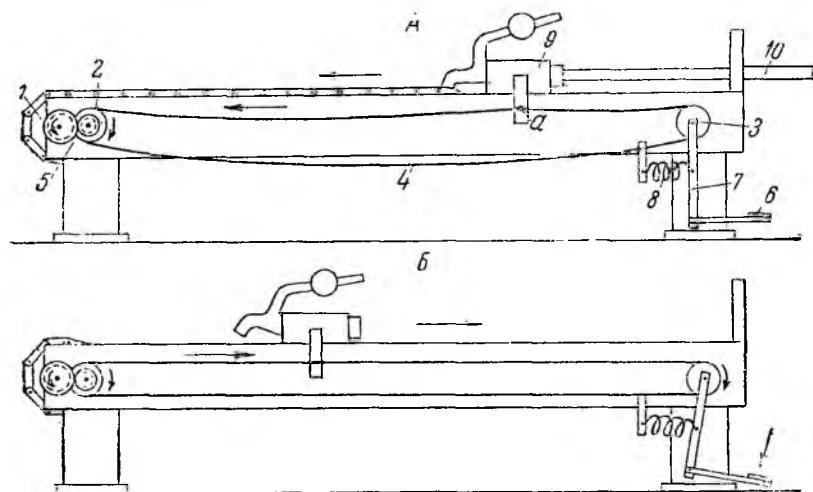
Основными деталями самовозврата являются: две шестерни 5, два ролика 2 и 3 с канавками по окружности, трос 4, рычаг 7, педаль 6 и пружина 8. Трос в точке а прикреплен к тележке 9.



ния, возникших между передним роликом и тросом, стал перемещаться в сторону вращения переднего ролика, увлекая за собой к рамке тележку.

При работе с самовозвратом необходимо выработать навык в определении момента, когда педаль должна быть отпущена, чтобы тележка постепенно теряя скорость, по инерции докатилась до рамки, не ударяясь о нее. При запоздалом выключении самовозврата тележка с силой ударяется о рамку, и это вызывает порчу как рамки, так и тележки.

При работе с самовозвратом необходимо также иметь в виду, что он при неправильном и небрежном обращении с ним быстро выходит из строя вследствие обрыва троса. Основными причинами обрывов



Фиг. 45. Действие самовозврата:  
А—волочение, Б—возврат тележки.

являются: наличие песка и других твердых частиц на роликах и тросе, нажим на педаль самовозврата в момент волочения, несоответствие размера канавки ролика диаметру троса, когда последний берется размером больше, чем ширина канавки, и т. д. Все эти причины создают дополнительное трение между роликом и тросом, благодаря чему последний быстро снашивается и рвется. Поэтому каждый волочильщик обязан содержать станок в чистоте и не нажимать на педаль в момент волочения.

Наличие самовозврата сокращает штат рабочих на станке с двух до одного и облегчает условия труда.

В некоторых случаях для облегчения возврата тележки станина волочильного станка делается с наклоном в сторону рамки.

Весьма ценным приспособлением к волочильным станкам является также автоматическое включение тележки в цепь (фиг. 46).

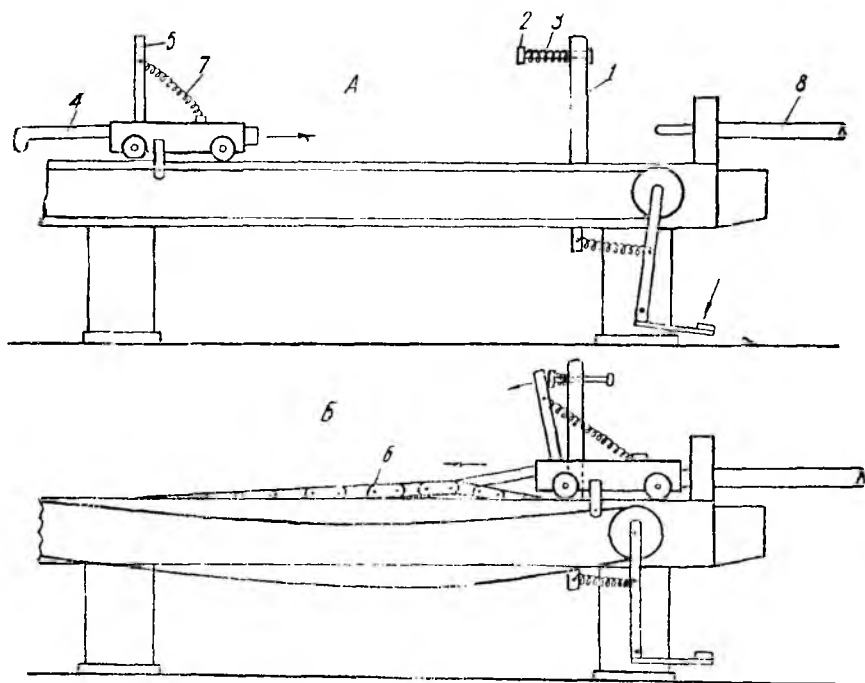
Основными деталями этого приспособления служат: стойка 1 с упором 2 и пружиной 3 и рычаг 5, являющийся продолжением крюка 4.

В момент возврата тележки к рамке (схема А) рычаг 5 под действием пружины 7 удерживается в вертикальном положении и крюк 4 свободно проходит над цепью 6.

В крайнем правом положении (схема Б) рычаг 5, ударяясь об упор 2, наклоняется влево, благодаря чему крюк 4 нагибается вниз и включается в цепь, а тележка получает движение вперед (на рисунке влево), захватывая клещами трубу 8.

Назначение пружины 3 состоит в смягчении удара рычага об упор и в облегчении настройки действия автомата.

Автоматическое включение тележки избавляет волочильщика от лишних движений, облегчая тем самым его труд, и сокращает время



Фиг. 46. Автоматическое включение тележки в цепь. 1 — стойка, 2 — упор, 3 — пружина, 4 — крюк, 5 — рычаг, 6 — цепь, 7 — пружина крюка, 8 — труба.

на освоение станка новыми рабочими. Кроме того это приспособление задает определенный ритм в работе, способствуя тем самым увеличению производительности труда.

Волочильный станок получает движение от электромотора через редуктор, т. е. через ряд последовательно соединенных шестерен. Назначение последних состоит в преобразовании большого количества оборотов электромотора в малое количество оборотов звездочки и, следовательно, в замедленное движение цепи. Часто редукторы делают со сменными шестернями, благодаря чему на одном и том же

станке становится возможным работать с различными скоростями. На фиг. 47 изображена схема редуктора.

В целях удешевления конструкции и более полного использования мощности мотора за последнее время строят преимущественно парные волочильные станки, приводимые в движение от одного мотора. Установка большого количества волочильных станков, действующих от одного мотора, нецелесообразна из-за неполного использования его мощности, а также неудобств, возникающих в случае ремонта или аварии мотора и главного вала, когда вся линия станков выходит из строя.

Пуск и остановка волочильных станков производятся при помощи рубильников или выключателей, установленных вблизи рабочего места. Такое расположение выключающих устройств на станках с отдельным мотором делается с той целью, чтобы во время аварии или несчастного случая рабочий сам мог остановить станок. При обслуживании мотором целой группы волочильных станков, для экстренной остановки пользуются аварийными кнопками, установленными около каждого рабочего места.

Основными показателями, характеризующими станок, являются: максимальная сила тяги, скорость волочения и полезная длина станка. В табл. 17 дана техническая характеристика ряда волочильных станков.

Под максимальной силой тяги понимается наибольшая допустимая сила натяжения цепи при волочении. Эта сила натяжения цепи измеряется тоннами или килограммами. Максимальное усилие тяги не должно превышать прочности основных частей станка, чтобы при весьма продолжительном времени работы они не разрушались и не деформировались.

Сила тяги (иногда неправильно называемая мощностью) обычно обозначается на каждом станке в виде надписи на бабке (см. фиг. 44).

Скорость движения цепи (скорость волочения) измеряется расстоянием, которое проходит цепь за одну минуту. Для измерения этой скорости на станине станка делают две отметки, отстоящие одна от другой на определенном расстоянии. Затем отмечают время, за которое указанное расстояние проходит какое-либо звено цепи. Разделив это расстояние на замеченное время, определяют скорость движения цепи.

Предположим, что отметки на станине сделаны на расстоянии 6 м и что время прохождения этого расстояния звеном цепи равно 0,5 минуты. Тогда скорость движения цепи составит:

$$6 : 0,5 = 12 \text{ м в минуту.}$$

Для волочения труб и прутков обычно применяют станки со скоростями от 6 до 45 м в минуту. Такое различие в скоростях объясняется тем, что для разных размеров изделий, а иногда и сплавов, требуются различные скорости волочения: для крупных изделий требуются малые скорости волочения, а для мелких — большие. Поэтому во всех конструкциях волочильных станков обычно предусматри-

Техническая характеристика волоочильных станков

№ станков	Скорость движения		Штат рабочих чел.	Максимальные размеры волоочильных труб				Условная производительность за смену, м
	цепи, м/мин.	самовозврата, м/мин.		длина		наружный диаметр до волочения, мм	толщина стенки до волочения, мм	
				до волочения, мм	после волочения, мм			
1	50	6,07	4	6530	7600	100 и больше	любая	330
2	35	9,43	3	6500	7000	от 40 до 100	10,0	1610
3	25	14,98	2	7000	7900	от 30 до 60	7,0	3800
4	15	19,20	2	—	7300	от 20 до 50	5	3800
5	20	11,30	2	7000	7300	от 30 до 50	5,0	3300
6	12	15,60	1	6350	7000	от 25 до 40	3,0	3400
7	8	22,40	1	6300	7000	от 20 до 35	2,0	3800
8	3	22,40	1	5630	5650	от 15 до 25	1,5	4300
9	3/2	21,2/26,9	1	6300	7000	от 15 до 25	1,5	4300
10	1,5	29,0	1	5800	7000	от 10 до 15	1,5	5000
11	0,5	23,3	1	5000	6000	от 3 до 10	1,0	4000

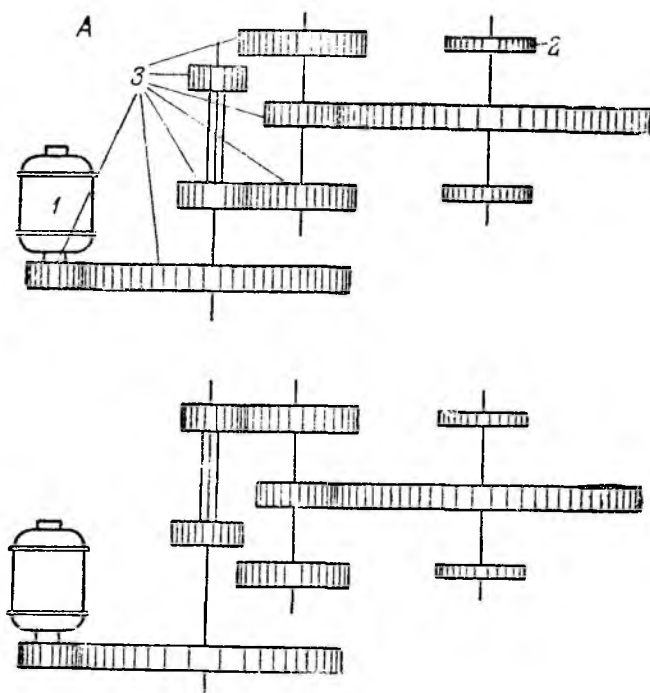
вается возможность перемены скоростей при помощи редуктора. Одновременно с изменением скорости изменяется и сила тяги цепи, а именно: с увеличением скорости сила тяги уменьшается, и наоборот. Объясняется это тем, что при неизменной мощности мотора скорость движения цепи и сила тяги могут изменяться только одна за счет другой. В качестве такого примера в табл. 17 дана характеристика станка № 96, у которого сила тяги и скорость цепи имеют по два значения, причем большей силой тяги (3 т) соответствует меньшая скорость цепи (21,2 м/мин), а меньшей силой тяги (2 т) — большая скорость цепи (26,9 м/мин).

Полезной длиной станка является максимальная длина трубы или прутка, которая может быть протянута на станке. Полезная длина станка ограничивается длиной станины. Для определения длины труб до и после волочения, на станине со стороны рабочего места обычно наносится деления (в метрах); там же указывается и наибольшая допустимая длина изделия после волочения.

Новейшие волоочильные станки снабжаются счетчиками количества протянутых метров изделий, приспособлениями для надевания труб на болт и сбрасывания протянутых изделий со станка на вагонетку или стеллаж.

В табл. 17 показана

условная (т. е. примерная) производительность станков. Объясняется это тем, что в зависимости от размеров изделий, их состояния, способа волочения и т. д. производительность может меняться в широких пределах. Действительная производительность станков в зависимости от условий волочения указывается в расценочных картах.



Фиг. 47. Схема переключения скоростей при помощи редуктора.

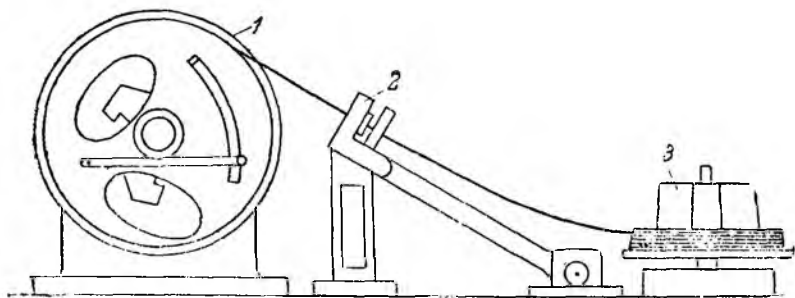
А — положение шестерен при увеличенной скорости цепи, Б — положение шестерен при уменьшенной скорости цепи; 1 — мотор, 2 — звездочка, 3 — шестерни.

## 2. Волочильные барабаны и трубoproкатные станы

На цепных волочильных станках можно тянуть трубы и прутки ограниченной длины, редко превышающей 7—8 м. Для волочения более длинных изделий употребляют волочильные барабаны. На фиг. 48 схематически представлено устройство такого барабана. Основными деталями его являются: собственно барабан 1, клещи, укрепленные на барабане, ползун с рамкой 2 для кольца и вертушка 3. Перед началом волочения изделие, свернутое в виде бухты, кладется на вертушку, а наружный конец бухты с откованной захваткой продевается через кольцо и укрепляется в клещах. Бара-

бан, вращаясь, протягивает изделие через кольцо, одновременно наматывая его на себя. Включение и выключение барабана производится при помощи рукоятки, укрепленной с боку барабана. Барабан приводится в движение от электромотора через шестеренную передачу.

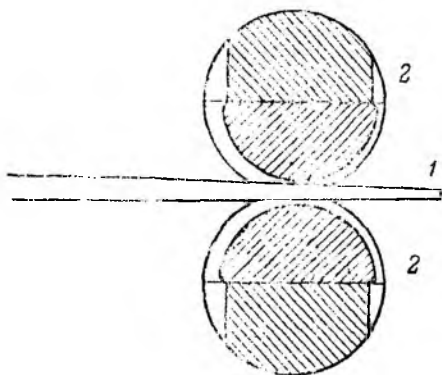
За последние годы в области производства бесшовных труб появился совершенно новый метод изготовления труб, заключающийся в холодной прокатке трубной заготовки на специальных станах си-



Фиг. 48. Волочильный барабан.

емы «Рокрайт». Впервые этот метод был опробован в Америке. Схема такого стана приведена на фиг. 49 и 50.

Основными рабочими частями стана «Рокрайт» являются стальная коническая оправка 1, укрепляемая на стержне, и пара валков 2, по окружности которых имеется по одному ручью переменного сечения. Широкая часть ручья соответствует размеру трубной заготовки, а узкая часть — размеру готовой трубы. Валки, укрепленные в движущейся вперед и назад клетки, имеют качательное движение, т. е. делают несколько больше полуоборота в ту и другую сторону.

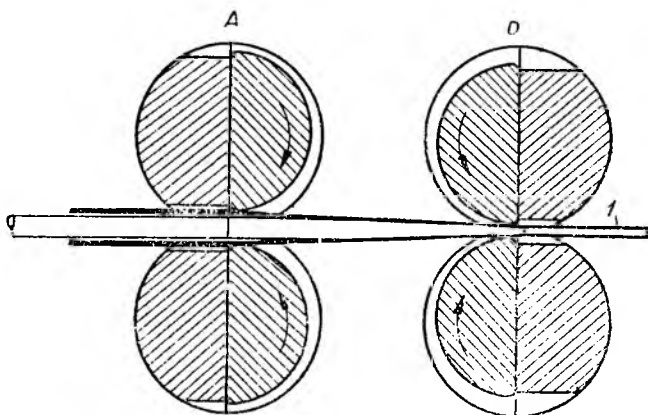


Фиг. 49. Рабочий инструмент стана «Рокрайт».

Трубная заготовка, подлежащая обработке, надевается на стержень с оправкой и в таком положении закрепляется в специальном патроне. Стапина с валками, будучи приведена в движение, начнет занимать последовательно то левое, то правое положение. В крайнем левом положении А труба несколько подается вперед (вправо) и поворачивается вокруг своей оси на 60°. При движении клетки слева направо валки обжимают трубу на оправке, вследствие чего ее диаметр и толщина стенки умень-

шаются. При движении клетки влево происходит заглаживание поверхности трубы, после чего указанный цикл работы повторяется.

Указанный метод производства труб по сравнению с волочением имеет ряд существенных преимуществ. Прежде всего, на станах «Рокрайт» можно получить шестикратную вытяжку, тогда как на волочильном станке в лучшем случае можно рассчитывать на полутор-



Фиг. 50. Схема работы стана «Рокрайт».

А — направление работы, В — направление обратного хода, 1 — готовая труба.

ную вытяжку. Затем, при работе на стане «Рокрайт» отпадает необходимость во многих операциях, неизбежных при волочении, как-то: ковке захваток, отжиге, травке, некоторых видах резок и т. п. Наконец, работа на этих станах не требует от рабочего значительного физического напряжения и избавляет его от необходимости соприкасаться со смазкой, что при работе на волочильном станке создает ряд неудобств.

Станы «Рокрайт» имеет смысл устанавливать в том случае, когда требуется изготовлять трубы сравнительно ограниченного сортамента, но в больших количествах. Последнее обстоятельство, а также трудность изготовления инструмента и сложность настройки этих станов являются причиной медленного внедрения в производство этого нового метода изготовления труб.

В Советском Союзе такие станы установлены на ряде заводов черной и цветной металлургии.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назвать основные части волочильного станка.
2. Как предохранить трос самовозврата от быстрого износа?
3. Какие основные данные характеризуют волочильный станок?
4. При помощи чего изменяется скорость движения цепи?

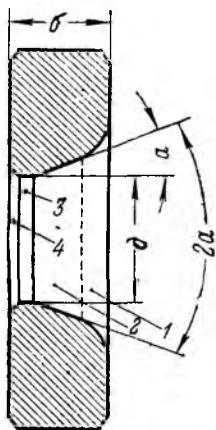
# IX. ВОЛОЧИЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТЫ

## 1. Виды и назначение волочильного инструмента

Рабочий инструмент в волочильном деле составляют кольца, матрицы и оправки.

В практике некоторых заводов кольцами принято называть инструмент, через который протягивается труба или пруток круглого сечения, а матрицами — инструмент для изделий квадратного, шестигранного и прочих сечений.

Назначение колец и матриц заключается в том, чтобы путем обжатия изделий уменьшать их наружные размеры и, в некоторых случаях, для изменения формы (например, при волочении труб с круглого сечения на овальное). Для калибровки внутренних размеров и толщины стенки труб применяются оправки.



Фиг. 51. Волочильное кольцо.

На фиг. 51 изображен разрез волочильного кольца. Рабочими элементами кольца являются: входная распушка 1, конус или, как его часто называют, развал 2, цилиндрическая часть — поясок 3 и выходная распушка — фаска 4.

Входная распушка способствует удержанию смазки на изделии, смягчает переход от боковой поверхности кольца к конусу, чем предохраняет изделие от царапания при входе его в кольцо, и является своего рода запасом, за счет которого при переделке кольца на больший размер удлиняется конус. В пределах конуса изделие обжимается с большего размера на меньший, т. е. в конусе происходит уменьшение диаметра и толщины стенки трубы. Цилиндрическая часть придает изделию окончательные размеры, или, как говорят, калибрует изделие и предохраняет волочильное очко от быстрого изнашивания. Назначение выходной распушки (фаски) заключается в предохранении цилиндрической части от выкрашивания; кроме того, при наличии фаски облегчается сколачивание колец и матриц с труб и прутков в случае их обрывов. При отсутствии фаски острый край рабочей части врезается в изделие и затрудняет сколачивание кольца. Значение фаски особенно сильно сказывается на трубах больших диаметров (100 мм и выше), когда при обрыве захваток, затрачивается на сколачивание много сил и времени.

При определении величины развала принято пользоваться понятием об угле волочения. Как указывалось выше, углом волочения называется угол, образующийся между осью изделия (или параллельной ему линией) и боковой конической поверхностью отверстия. На фиг. 51 этот угол обозначен буквой  $a$ ; полная величина развала, таким образом, будет равна  $2a$ . Величину угла волочения принято



обозначать в градусах, а длину конусной и цилиндрической частей — в миллиметрах.

В зависимости от назначения, кольца делятся на болтовые, применяемые для волочения пруткового материала, и трубные. Основное различие между ними заключается в величине угла волочения и цилиндрической части. Угол волочения болтовых колец берется равным 6°, а трубных 10—12°; цилиндрическая часть болтовых колец берется равной 3—6 мм, а трубных 1—2 мм.

В табл. 18 указаны основные размеры колец (см. фиг. 51), применяемых при волочении труб размером от 3 до 400 мм и прутков до 50 мм. В отдельных случаях эти размеры могут быть изменены в ту или другую сторону.

Таблица 18

Профили трубных колец и прутковых матриц (к фиг. 51)

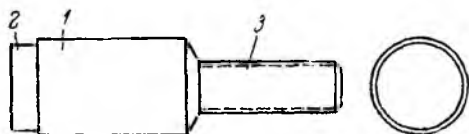
№ по пор.	Внутренний диаметр (d), мм	Высота кольца (б), мм	Поясок (з), мм	Фаска (4), мм	Угол волочения α°
Фильеры победитовые					
1	От 3 до 6	16	0,5	1,5	12
2	» 6 » 14	18	1	1,5	12
3	» 14 » 22	25	1,5	2	12
4	» 22 » 28	25	2,0	2,5	12
Кольца стальные					
5	От 15 до 30	25	1,5	2	10
6	» 31 » 50	25	2	2	10
7	» 51 » 75	35	3	3	10
8	» 76 » 100	55	4	3	10
9	» 101 » 180	55	5	5	8
10	» 181 » 220	65	7	5	8
11	» 221 » 300	75	8	6	8
12	» 301 » 400	75	10	6	8
Матрицы стальные и победитовые					
13	До 10	15	3	2	6
14	От 11 до 20	20	4	2	6
15	» 21 » 30	25	5	3	6
16	» 31 » 50	30	7	3	6

Для изменения толщины стенок труб применяются оправки двух основных видов — с резьбой и с отверстием. В процессе работы оправка находится в середине трубы и удерживается в опке кольца при помощи волочильного болта.

Для волочения труб с внутренним диаметром от 4 до 50 мм применяются оправки с резьбой или, как их иногда называют, винтовые головки (фиг. 52).

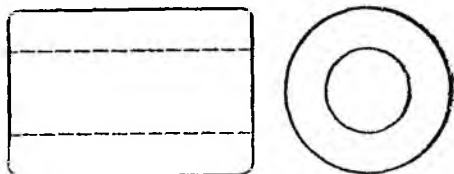
Основными элементами головки являются цилиндрическая часть 1 и резьбовая часть 3. Цилиндрическая часть служит рабочей частью головки, так как на ней происходит уменьшение толщины стенки у трубы; резьбовая часть закрепляет головку на волочильном болте.

Практически цилиндрическая часть делается с небольшим конусом (около 0,2 мм) в сторону волочения трубы. Благодаря такой конусности, путем соответственной установки головки легко можно регулировать толщину стенки в пределах 0,05 мм. Объяс-



Фиг. 52. Винтовая головка.

няется это тем, что толщина стенки зависит от величины кольцевого зазора, образуемого между кольцом и вставленной в него головкой. При конусной головке величина этого зазора будет изменяться в большую или меньшую сторону в зависимости от того, как далеко будет вставлена в кольцо головка. На конце цилиндрической части головок иногда делают выточки (уступы) 2, назначение которых заключается в уменьшении количества забоек при волочении. Головки, имеющие уступы, в начальный момент волочения захватываются трубой скорее, чем головки без уступов, а это значит, что в первом случае труб без утонения стенки (т. е. холостых) пройдет меньше.



Фиг. 53. Волочильная оправка.

Волочение труб с внутренним диаметром от 50 до 370 мм производится на оправках с отверстиями. Как видно из фиг. 53, такая оправка представляет собой цилиндрическое тело с отверстием внутри. Рабочей частью такой оправки является ее наружная цилиндрическая поверхность, отверстие же предназначается для крепления оправки на волочильном болте при помощи гайки. Оправки этого вида делаются также на конус на 0,3 мм, благодаря чему толщина стенки трубы может регулироваться в пределах 0,1 мм. В процессе работы эти оправки могут быть установлены в направлении волочения любой стороной.

Для облегчения надевания труб на оправки края последних сделаны закругленными.

Вследствие больших неудобств, возникающих при надевании мелких труб на болт, головки диаметром меньше 8 мм обычно не изготавливаются; поэтому в практике стремятся вытянуть стенку до соответствующего размера на предыдущих проходах. Если же этого сде-

лать почему-либо нельзя. то вместо головок и болтов применяют стальную полированную проволоку. В этом случае головка и болт представляют одно целое.

Для волочения овальных, прямоугольных, шестигранных и других фасонных труб и прутков применяют матрицы и оправки соответствующих сечений.

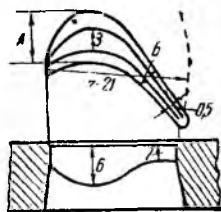
Основными элементами фасонных матриц являются также развал, цилиндрическая часть, или поясок, и выходная фаска. Но в отличие от колец, применяемых для изделий круглого сечения, размеры и форма указанных элементов берутся иными. Дело в том, что при волочении, например, овальных труб (фиг. 34, 10) их размер и форма зависят не только от размера и формы самого очка матрицы, но и от развала, что практически не наблюдается при волочении круглых труб.

При неправильно выполненном развале и пояске отклонения в размерах протянутого изделия могут выходить далеко за пределы установленных допусков. Это явление наблюдается, как правило, при волочении фасонных труб без оправки; при волочении же на оправке, особенно предварительно отожженных труб, влияние развала незначительно.

Точно так же при волочении фасонных прутков, как, например, турбинные лопатки (фиг. 34, 5), огромнейшую роль играет форма развала и величина рабочего пояска матрицы. При неудачно построенном развале в процессе волочения будут наблюдаться надрывы по краям изделия и его искривление, разрывы матриц и т. п. Развал в фасонных матрицах не только обжимает заготовку до размеров матрицы, но и направляет течение металла в ту или другую сторону очка матрицы. Благодаря форме развала размеры протянутых изделий могут быть больше или меньше, хотя размер очка матрицы остается неизменным. Достигается это путем применения матриц с переменным углом волочения в сечениях *A* и *B* (фиг. 54). Уменьшая высоту *A* и увеличивая *B*, а вместе с ними соответственно изменяя и углы волочения, можно тем самым заставить металл течь в ширину к краям профиля и, наоборот, увеличивая *A* и уменьшая *B*, можно заставить металл течь к середине профиля.

Применение матриц с переменной шириной рабочего пояска значительно облегчает получение профилей более прямых и точных по размерам, и без надрывов в тонких сечениях. В качестве примера на фиг. 54 приведен разрез матрицы для турбинной лопатки размером  $3 \times 0,5 \times 21$  мм. Как видим, ширина рабочего пояска в данном случае изменяется от 2 до 6 мм.

В зависимости от существующих допусков на готовые трубы и принятых схем волочения, интервал изменения размеров колец целесообразно брать равным 0,1 мм, например 20—20,1; 20,2—20,3 мм



Фиг. 54. Профиль очка матрицы для турбинных лопаток.

и т. д. до 50 мм; для размеров колец от 51 до 100 — через 0,5 мм и для размеров свыше 100 — через 1 мм.

Интервал изменения размеров головок и оправок удобно брать через 1 мм, например 4 — 5 — 6 — 7 и т. д.

Эта система построения размеров колец, головок и оправок вполне обеспечивает получение труб любого размера с точностью, предусматриваемой ОСТАми.

Лишь только в случаях производства труб специального назначения размеры инструмента могут быть особо подобраны в соответствии с техническими условиями.

Для уменьшения количества размеров болтов на волочильных станках и, следовательно, облегчения возможности пользования ими, а также в целях уменьшения стоимости обработки инструмента, резьба в мундштуках и на головках изменяется через определенные интервалы.

Так, например, в мундштуки диаметром 9 мм могут быть ввернуты головки диаметром от 8 до 12 мм, в мундштуки 14 мм — головки от 14 до 18 мм, и т. д.

В табл. 19 приведены основные размеры головок, мундштуков и болтов.

Таблица 19

Основные размеры головок,  
мундштуков и болтов

№ по пор.	Диаметры, мм		
	головок	мундштуков	болтов
1	8—12	9	8
2	13—18	14	11
3	19—24	19	15
4	25—31	24	19
5	32—40	32	24
6	41—60	40	32

## 2. Стойкость волочильного инструмента

В волочильном деле чрезвычайно большую роль играет стойкость инструмента, т. е. его способность не изменять своих размеров, формы и качества поверхности возможно большее время. Стойкость инструмента зависит от ряда факторов: материала, из которого изготовлен инструмент, качества полировки рабочих поверхностей, состояния поверхности волочимых изделий, смазки, жесткости волочимого металла или сплава и т. д.

Материал инструмента должен обладать возможно большей твердостью, плотностью и высокой способностью противостоять истиранию. Этим требованиям удовлетворяют инструментальные, углеродистые и некоторые легированные (улучшенные) марки сталей и специальные твердые сплавы. Основная масса стальных колец и головок на многих заводах изготавливается из стали, содержащей 0,8—1,0 % углерода. Эта сталь после закалки дает довольно высокую твердость порядка 60—65 единиц по Роквеллу шкалы С.

Стальные кольца и головки покрываются хромом («хромируются»). Хром — это весьма твердый металл, прекрасно сопротивляющийся истиранию. Благодаря этим качествам, хром нашел большое применение в волочильном деле для покрытия им рабочих поверхностей инструмента. Хромирование производится электролитическим путем, т. е. путем погружения инструмента в особый раствор, через который пропускается электрический ток. Толщина слоя хрома колеблется в пределах 0,02—0,05 мм. Несмотря на такую сравнительно ничтожную толщину слоя хрома, стойкость хромированного инструмента по сравнению с нехромированным возрастает примерно в 4—5 раз.

В процессе работы у наладчиков и волочильщиков нередко возникает необходимость в определении присутствия хрома на рабочих поверхностях инструмента. Для выяснения вопроса о наличии хрома наиболее удобно пользоваться кислотным раствором, применяемым для травки пресованных и отожженных медных и латунных изделий.

Этот раствор почти всегда содержит в себе некоторое количество растворенной меди, которая при смачивании раствором поверхности железных и стальных, не защищенных хромом, предметов оседает на них в виде тончайшего налета красного цвета. На поверхностях же, покрытых хромом, медь не оседает и окрашивания не происходит.

В случае смачивания раствором волочильных колец и головок работавшиеся и не защищенные хромом места покрываются медью, в других же местах, там, где хром сохранился, медь не оседает и окрашивания не происходит, таким образом поверхность остается серебристой и блестящей.

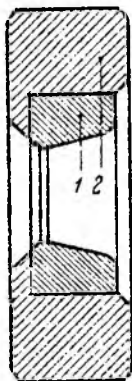
Взамен стальных хромированных колец за последние годы в волочильном производстве начали широко применять кольца из особо твердого сплава, известного у нас в СССР под названием «победит». В состав «нормального» победита, применяемого для изготовления волочильных колец (или, как их часто называют, — фильер), входит 83% вольфрама, 10% кобальта, 5,5% углерода и 1,5% железа. Твердость победита значительно превосходит твердость самых лучших инструментальных сталей и лишь несколько уступает твердости алмаза и карборунда, являющихся самыми твердыми веществами в природе.

Наряду с таким ценным свойством победит имеет ряд недостатков: по сравнению со сталью он более хрупок, что способствует его растрескиванию при ударах, из него трудно изготавливать инструмент больших размеров, и он весьма дорог.

Стоимость инструментальных сталей равна примерно 1 р. 50 к. за килограмм, тогда как килограмм победита, в зависимости от размера изделия, стоит от 130 до 300 руб. Благодаря этим особенностям, конструкция победитового кольца несколько отличается от стального. В целях экономии победита и увеличения прочности кольцо делается составным: из победита делается только очко; наружная же часть кольца, охватывающая победит, делается из стали. На фиг. 55 показан разрез победитовой фильеры, запрессованной горячим способом в стальную обойму.

Таким образом изготавливаются победитовые кольца и шестигранные матрицы до 28—30 мм.

Для волочения изделий прямоугольного сечения (квадрат, полоски) применяются разъемные универсальные матрицы с победитовыми вставками, укрепленными в стальных вкладышах. На фиг. 56 дана фотография такой матрицы со снятой крышкой, а на фиг. 57 показано изменение размеров очка матрицы в зависимости от перемещения вкладышей.



Фиг. 55. Кольцо с победитовой фильерой.  
1 — сталь,  
2 — победит.

Взаимное перемещение вкладышей производится при помощи регулировочных винтов, расположенных в стенках рамки. Разъемные матрицы, наряду с высокой стойкостью, представляют большие удобства при их эксплуатации, так как они довольно быстро и с большой точностью могут быть настроены на любой размер.

Вследствие значительной твердости победита обработка фильер и вставок в разъемных матрицах производится методом шлифовки экстра-карборундовым порошком. Так как кристаллы этого порошка тверже победита, они врезаются в него, отделяя тонкую стружку. Порошок, смешанный с водным раствором медного купороса или с машинным маслом, подается на обрабатываемую поверхность при помощи медного или другого притира. Для предварительной шлифовки применяется экстра-карборундовый порошок зернистостью 140—180, смешанный с раствором медного купороса.

Для окончательной же шлифовки и полировки применяют порошки карбида бора зернистостью 325 и M14, смешанные с машинным маслом.

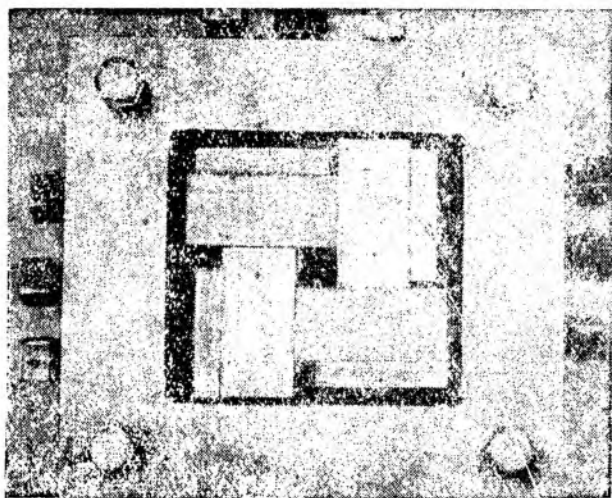
Под окончательную шлифовку необходимо оставлять примерно по 0,2 мм, в противном случае вследствие разрушающего действия медного купороса на поверхностные слои победита стойкость последнего снижается.

Обработку фильер с небольшими внутренними диаметрами (до 3—4 мм) ввиду незначительных количеств удаляемого победита целесообразно производить только с машинным маслом.

Все кольца и матрицы, начиная с 30 мм и выше, изготавливаются из стали с 0,8% углерода, причем размеры от 30 до 350 мм хромируются.

Оправки всех размеров изготавливаются только из указанной стали, причем рабочая поверхность их хромируется. Попытки изготовить мелкие оправки (винтовые головки) из победита положительных результатов пока не дали.

Следующим весьма существенным фактором, влияющим на стойкость инструмента, является качество полировки очка. Хорошо отполированная поверхность очка создает меньшие силы трения при волочении и, следовательно, вызывает меньший износ инструмента. Также и состояние поверхности волочимого изделия оказывает весьма большое влияние на стойкость инструмента. Известно, например, что на латунных отожженных трубах стойкость колец примерно в два раза ниже, чем на медных трубах. Объясняется это исключительно тем, что, несмотря на травку и промывку, на латунных трубах остаются в незначительном количестве окалина и раствор серной кислоты, которые в процессе волочения снашивают инструмент. На медных трубах, не подвергающихся отжигу, этого не наблюдается. Отсюда видно все значение смазки, которая, смачивая трущиеся поверхности и



Фиг. 56. Складная универсальная матрица с победитовыми вставками.

являясь между ними жидкой прослойкой, уменьшает силы трения и этим способствует увеличению стойкости инструмента.

Определенное влияние на стойкость инструмента оказывают форма волочильного очка, скорость волочения и механические качества волочимого материала.

Стойкость волочильного инструмента обычно измеряется коли-

чеством протянутых метров труб или прутков через кольцо за время между двумя его переделками, т. е. до полного использования допуска.

Ниже приводятся средние данные о стойкости колец при волочении медных труб диаметром 6—15 мм:

Кольца стальные нехромированные	600 м
То же, хромированные	3000 »
Кольца победитовые	50000 »

При правильной эксплуатации волочильного инструмента, его стойкость может быть значительно увеличена. Для этого, помимо улучшения его качества, необходимо обеспечить выполнение на волочильном станке следующих требований:

1) Содержать станок в чистоте, так как грязь (а вместе с ней песок, металлические стружки и т. п.), попадая со станка в инструмент, портят его.

2) При волочении не сбрасывать труб и прутков на пол, так как песок с пола легко пристает к смазанной поверхности изделия и на последующих проходах будет портить инструмент.

3) Не тянуть без предварительной очистки или промывки изделий, которые после длительного пребывания в цехе без движения покрылись слоем гари и пыли.

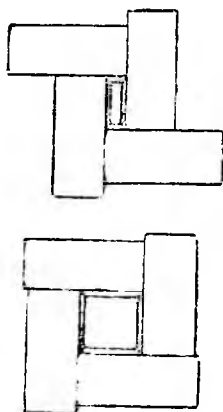
4) Не тянуть плохо протравленных и плохо промытых изделий.

5) Обращать внимание на состояние поверхности труб, поступающих на волочильные станки с шабровки и с молотков (на шабровке для чистки поверхности труб применяется наждачное полотно, пыль от которого остается на трубах; на молотках, вместо мела, иногда под подбойку подсыпают песок, который во время ковки захваток легко попадает на трубы).

6) Оберегать инструмент, особенно победитовый, от ударов.

7) Не тянуть очень кривых прутков и труб во избежание разрыва колец (особенно победитовых).

С увеличением стойкости инструмента увеличивается производительность волочильных станков, сокращается простое время на смену инструмента, улучшается качество продукции, сокращается количество рабочих, занятых изготовлением инструмента, удешевляется стоимость продукции и т. д.



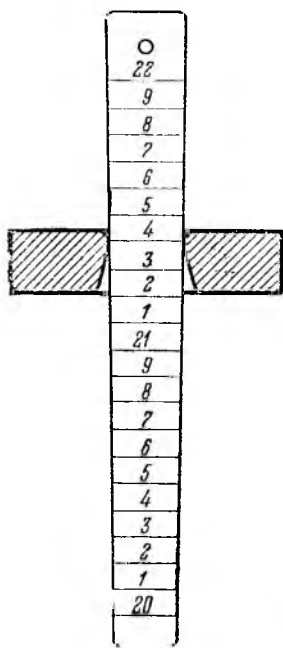
Фиг. 57. Схематическое изображение универсальной матрицы при настройке на «квадрат» и на «полоску».



### 3. Измерительный инструмент

При волочении труб и прутков встречается необходимость в следующих измерениях:

- измерение внутренних размеров колец и матриц,
- измерение наружных размеров оправок, труб и прутков,
- измерение толщины стенок у труб,
- измерение длины изделий,
- измерение кривизны изделий,
- проверка профиля фасонных труб и прутков.



Фиг. 58. Измерение диаметра кольца при помощи конической линейки.

Для производства указанных измерений применяются: конические линейки, штихмасы, микрометры, штангенциркули, метры, калибры, шаблоны и т. д.

Внутренние размеры колец и матриц определяются при помощи плоских конических линейек (фиг. 58). Ширина линейки по длине не одинакова: на одном конце она шире, чем на другом. По всей длине линейки нанесены поперечные риски. Каждой риску соответствует определенная ширина линейки в том месте, где проведена эта риска. Так, например,



Фиг. 59. Штихмас.

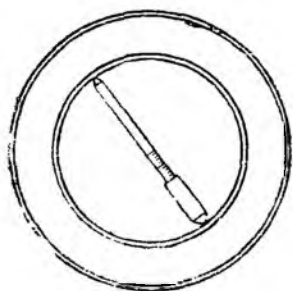
на линейке, изображенной на фиг. 58 ширина у крайних рисков 20 и 22 мм, а у средней риски — 21 мм.

Промежутки от 20 до 21 и от 21 до 22 мм разделены на 10 равных частей и также размечены рисками. Ширина линейки на расстоянии от одной риски до другой изменяется на 0.1 мм. При измерении линейку вставляют в кольцо узким концом со стороны фаски, как это показано на фиг. 58. Размер кольца равен ширине линейки в том месте, где ее край прикоснется к цилиндрической части кольца. Кольцо, изображенное на фиг. 58, имеет размер, равный 21,4 мм.

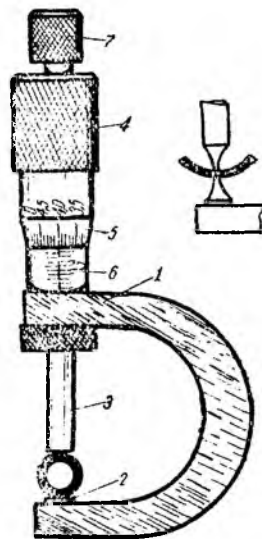
Кольца размером свыше 100 мм измеряют при помощи штихмассов. Штихмас представляет собой стальной стержень 1, на одном конце которого имеется микрометрическая головка 2 (фиг. 59). При вращении головки в ту или другую сторону длина стержня увеличивается или уменьшается. Деления, показывающие длину штихмаса, нанесены на его стержне и на головке, точность измерения

штихмаса равна 0,01 мм. Для измерения величины отверстия штихмас вставляют в кольцо, так как это показано на фиг. 60, и затем начинают вращать головку, пока длина штихмаса не сделается равной диаметру кольца. При измерении внутренних диаметров колец требуется устанавливать концы штихмаса особо тщательно.

Измерение наружных размеров труб, прутков и оправок производится микрометрами и штангенциркулями. Микрометр представляет собой скобу 1, на одном конце которой имеется пятка 2, а на другом — шпиндель 3 с микрометрическим винтом 4 (фиг. 61). На микрометрическом винте неподвижно укреплен бара-



Фиг. 60. Измерение диаметра кольца при помощи штихмаса.



Фиг. 61. Измерение наружного диаметра трубы при помощи микрометра. В правом верхнем углу рисунка показаны шпиндель и пятка микрометра, приспособленные для измерения толщины стенок у труб.

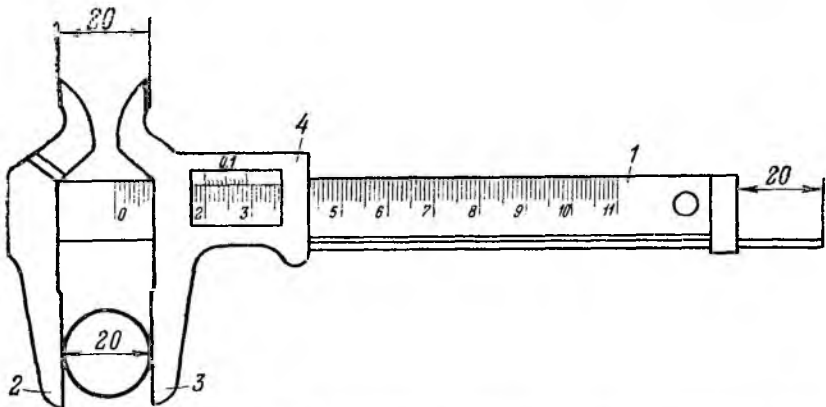
бан 5, на котором нанесено 50 делений, отвечающих сотым долям миллиметра. Целые миллиметры и их половины нанесены на гильзе микрометра 6, представляющей одно целое со скобой. При вращении барабана расстояние между шпинделем и пяткой увеличивается или уменьшается в зависимости от направления вращения.

Для производства измерения изделие охватывается микрометром так, как это показано на фиг. 61, затем вращая барабан слегка зажимают изделие между шпинделем и пяткой. Размер изделия складывается из показаний делений на гильзе и на барабане. Так, например, если отсчет на гильзе дал 18, а на барабане 35, то это значит, что диаметр измеряемого изделия равен 18,35 мм.

При сильном нажиме шпинделя на изделие точность показаний микрометра искажается. Поэтому, во избежание ошибок при измерении, барабан микрометрического винта снабжается особым устройством головкой 7 (регулятор измерительного давления), которая вра-

щается на барабане с некоторым трением. Установку микрометра производят вращая барабан при помощи этой головки, пока винт, дойдя до измеряемого предмета и встретив сопротивление, не остановится, а подвижная головка не станет вращаться отдельно от барабана, вхолостую. Точность измерения указанным микрометром равна  $0,01$  мм.

Для измерения толщины стенок у труб применяются стеночные микрометры, отличающиеся от обычных микрометров



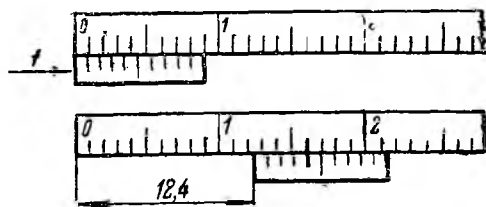
Фиг. 62. Измерение наружного диаметра трубы при помощи штангенциркуля.

заостренной формой концов шпинделя и пятки. На фиг. 61 справа представлено положение микрометра при измерении толщины стенки.

На фиг. 62 показано измерение наружного диаметра трубы штангенциркулем. Штангенциркуль состоит из линейки 1 с делениями и двух мерительных губок 2—3, одна из которых 2 неподвижно закреплена на одном конце линейки, а другая 3 может передвигаться по линейке. Подвижная губка 3 представляет одно целое с рамкой 4, в просвете которой видны деления линейки. На одной стороне рамки также имеются деления, образующие так называемый нониус. Нониус позволяет производить измерения с точностью до  $0,01$ — $0,02$  мм.

На фиг. 63 показано устройство нониуса. На линейке нанесены миллиметровые деления. Длина нониуса 1 составляет 9 мм, причем он разделен на 10 равных частей. Таким образом длина каждого деления нониуса равна  $0,9$  мм, и она на  $0,1$  мм меньше деления линейки.

Пользование нониусом поясним на примере, показанном на фиг. 63. Нулевое (крайнее левое) деление нониуса находится на рисунке между 12 и 13 делениями линейки. Это значит, что диаметр изделия равен  $12$  мм плюс еще некоторая величина, меньшая миллиметра. Для



Фиг. 63. Устройство нониуса на штангенциркуле.

нахождения этой величины определяем при помощи нониуса, какое деление нониуса совпадает с делением линейки. В нашем примере четвертое деление совпадает с одним из делений линейки. На фиг. 63 это деление показано более жирным штрихом. Это значит, что искомая величина, показываемая нониусом, равна  $0,1 \text{ мм} \times 4 = 0,4 \text{ мм}$ . Следовательно, измеряемый диаметр будет равен  $12 + 0,4 = 12,4 \text{ мм}$ .

Штангенциркулем могут быть промерены внутренние диаметры и глубины, если пользоваться другой стороной губок и выдвигным стержнем.

Для измерения наружных диаметров у большого количества одинаковых изделий удобно пользоваться предельными скобами (фиг. 64). Скоба представляет собой пластину, в краях которой сделаны соответствующего размера вырезы. Размеры готовых изделий в большинстве случаев ограничиваются верхним и нижним пределами, т. е. изделие не должно быть больше или меньше какой-либо заданной величины. Поэтому в скобах делаются два выреза, являющиеся продолжением один другого.

На фиг. 64 показана скоба для измерения диаметра трубы, номинальный размер которой равен  $18,0 \text{ мм}$ , верхний предел —  $18,2 \text{ мм}$ ,

а нижний —  $17,8 \text{ мм}$ . Проверка размеров производится следующим образом. Скоба свободно надевается вырезом на изделие сверху; при этом возможны следующие три положения:

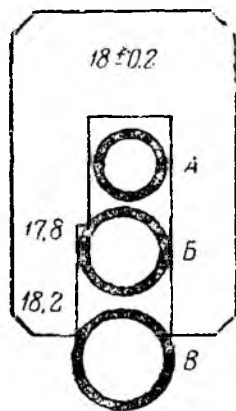
1) Изделие не входит в первый вырез (фиг. 64, В). Следовательно, размер изделия больше, чем ширина выреза, т. е. больше  $18,2 \text{ мм}$ , и потому изделие подлежит забракованию.

2) Изделие входит в первый вырез, но не входит во второй (фиг. 64, Б). Это значит, что размер изделия меньше  $18,2 \text{ мм}$  и больше  $17,8$ , т. е. что изделие годное.

3) Изделие входит в первый и во второй вырезы (фиг. 64, А). В этом случае размер изделия меньше  $17,8$ , и оно должно быть забраковано.

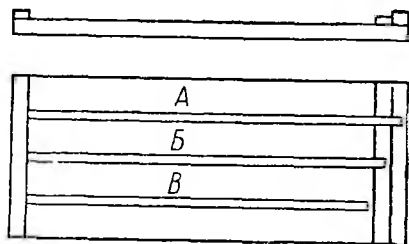
Главное преимущество этих скоб заключается в той быстроте, с которой можно рассортировать изделия на годные и брак.

На принципе предельных скоб устроены специальные столы и доски для измерения длин готовых мерных изделий. На фиг. 65 показано устройство такого стола. На одном конце его прикрепляется



Фиг. 64. Проверка наружного диаметра труб при помощи скобы.

А и В — брак, Б — годная труба.



Фиг. 65. Проверка длины изделий на специальном столе.

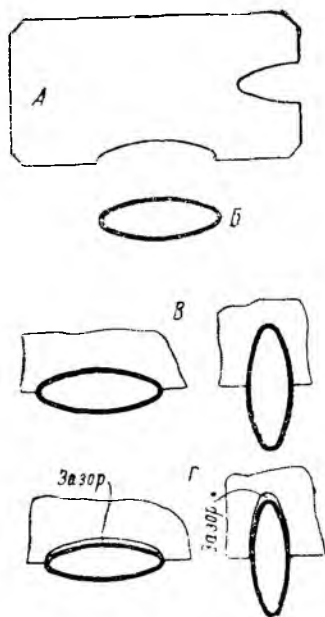
А и В — брак, Б — годное изделие.

планка-упор; на другом устанавливаются две планки, из которых одна, ближайшая к краю, делается выше, чем другая. Расстояние между левой планкой—упором и двумя правыми планками берется в соответствии с предельными размерами изделия.

Некоторые виды изделий (турбинные лопатки, овальные трубы и пр.) сдаются заказчику с проверкой контура сечения или, как говорят, с проверкой профиля. Проверка профиля производится при помощи шаблона, представляющих собой металлические пластины, в краях которых сделаны соответствующей формы вырезы. На фиг. 66 показаны сечения овальной трубы и шаблон, с двумя вырезами для проверки профиля этой трубы. О качестве профиля судят по величине просвета или зазора, между трубой и шаблоном: если зазор едва заметен, изделие считается годным, в противном случае бракуется.

Величина кривизны изделия по длине может быть определена при помощи конической линейки, вставляемой в зазор между вогнутой стороной изделия и контрольной линейкой.

Для разработки по кривизне мелких мерных изделий (например тонкостенных труб) применяются трубчатые калибры, длина и внутренний диаметр которых рассчитаны в соответствии с размерами и допусками на изделия. Разбраковка производится путем пропускания изделия через калибр.



Фиг. 66. Проверка шаблоном контура овальной трубы.

А — шаблон, Б — контур трубы, В — годная труба, Г — брак (профиль трубы не соответствует шаблону).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит назначение колец и головок?
2. Назвать основные части кольца и головки.
3. Что такое угол волочения и в каких единицах он выражается?
4. Указать примерную величину углов волочения у колец, применяемых для волочения труб и прутков.
5. Для чего требуется выходная фаска у колец?
6. Из каких материалов изготавливаются кольца и головки?
7. От чего зависит стойкость волочильного инструмента?
8. Чего особенно необходимо избегать при работе с победитовыми кольцами?

## Х. РАБОТА НА ВОЛОЧИЛЬНОМ СТАНКЕ

### 1. Подготовка к работе и основные приемы в работе на волочильном станке

Приступая к работе на волочильном станке, рабочий должен прежде всего справиться у сменщика о всех имевшихся в его работе непо-

ладках и неисправностях в станке, затем обратить внимание на качество уборки рабочего места и, в случае надобности, потребовать от сменщика надлежащей уборки.

Затем следует тщательно осмотреть состояние частей станка, проверить правильность их взаимодействия и убедиться в том, что в них нет никаких посторонних предметов (например оборванных захваток в цепи). На станках с индивидуальным приводом, кроме того, необходимо проверить исправность пусковых приспособлений (выключателей и рубильников). Осмотру подлежат: цепь, тележка, звездочка, самовозврат, натяжной ролик и все ограждения. При осмотре цепи, который должен быть особо тщательным, необходимо обратить внимание на надлежащее ее состояние и наличие шплинтов во всех звеньях. Цепь во время осмотра должна находиться в движении.

За осмотром станка следует осмотр заготовки и протянутых изделий. Заготовка должна быть хорошо отожджена, протравлена и промыта, иметь прочные и правильно откованные захваты, быть прямой (особенно прессованная и отождженная заготовка) и, если это трубы, не иметь на концах «козырьков» (надорванных задних концов, опасных в смысле пореза рук рабочих). При осмотре протянутых труб надлежит обратить внимание на количество и величину сделанных предыдущей сменой забоек, обрыва, царапин и прочих дефектов, а также проверить соответствие протянутых труб размерам, указанным в наряде. Эта проверка необходима для своевременного обнаружения и предупреждения брака, а также установления его виновника.

При обнаружении каких-либо неисправностей в станке или брака в заготовке рабочий должен немедленно заявить об этом бригадиру или мастеру и не приступать к работе до тех пор, пока не будут приняты соответствующие меры.

Убедившись в исправности станка и подготовив необходимую смазку можно приступить к настройке станка, т. е. к правильной установке кольца в рамке и регулировке болта с оправкой. Установка инструмента должна исключать возможность образования забоек и искривления изделий. При настройке станка одновременно проверяются размеры и качество протянутых изделий.

Произведя осмотр и настройку станка и расставив на удобном для работы расстоянии вагонетки или козлы с заготовкой и протянутыми изделиями, рабочий приступает к работе.

При работе с эмульсией необходимо предварительно, для смазки положить трубы в корыто, откуда они перед надеванием на болт перекадываются на стойку (вилку), чтобы лишняя эмульсия стекла с них обратно в корыто. Затем труба снимается со стойки, быстрым движением надевается на болт и задается захваткой в кольцо. При подаче трубы в кольцо необходимо вместе с ней подать вперед и болт, пользуясь для этого вторым болтом или специальной тягой.

Следующий прием состоит в захватывании трубы плашками и включении тележки в движущуюся цепь. При выполнении этих операций рабочий должен следить, чтобы оправка в начальный момент волочения находилась у захватки; в противном случае неизбежно получится забойка, т. е. стенка в передней части трубы останется неутоненной.

Дальше следует собственно процесс волочения, в течение которого рабочий подготавливает к волочению следующие трубы, т. е. берет их с вагонетки и кладет в корыто, а из корыта на стойку. По окончании волочения труба резким и хорошо рассчитанным движением сбрасывается со станка на вагонетку, которая тотчас же при помощи самовозврата доставляет ее к рамке, и в том же порядке начинается волочение следующей трубы. При работе с самовозвратом необходимо своевременно затормаживать движение тележки, чтобы она не ударялась о рамку.

Порядок работы при волочении труб со смазкой машины маслом отличается от указанного лишь тем, что смазка подается внутрь трубы перед надеванием ее на болт, а смазка снаружи производится помазком в момент волочения.

При надевании на болт трубы с забойкой необходимо ударом молотка смять забойку так, чтобы оправка не могла войти в забойку, иначе при волочении труба оборвется. Обрывы, кроме того, могут происходить и по другим причинам.

При волочении труб, особенно наготово и перед резкой, необходимо следить за точным соблюдением заданных размеров по диаметру и по толщине стенки, а если изделия идут как мерные, то и по длине. В случае, если изделия не выходят в меру по длине, рабочий немедленно должен сообщить об этом бригадиру; последний же, проверив калибровку, изменяет сборку так, чтобы толщина стенки труб и наружный диаметр их уменьшились до нижних пределов по допускам, вследствие чего длина труб увеличится. При волочении необходимо следить за тем, чтобы изделия выходили прямыми, без царапин, следов, дребезжания и без забоек.

Для достижения наибольшей производительности очень важно, чтобы волочение одной трубы следовало за другой без каких-либо перебоев. Чаще всего и наиболее резко производительность падает из-за обрывов труб, поэтому вопросу ликвидации обрывов каждый волочильщик должен уделять особое внимание.

Производительность волочильных станков может быть значительно повышена путем проведения различных рационализаторских мероприятий и обучения рабочих наиболее эффективным приемам в работе.

В некоторых случаях хорошие результаты дает волочение труб и прутков одновременно в два очка, или волочение труб на двух болтах, увеличение скорости волочения и возврата тележки, применение самовозврата с автоматическим включением тележек в цепь и т. д.

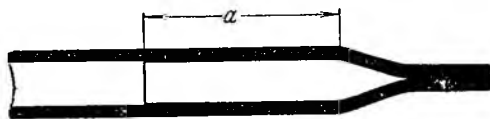
## 2. Брак при работе на волочильном станке

Нарушение установленных инструкций по обработке изделий и небрежное обращение с изделиями при транспортировке и укладке служат причиной следующих видов брака.

**Р и с к и и з а д и р ы.** Эти повреждения получают на наружной и внутренней поверхности изделий в результате попадания в волочильное очко или на оправку посторонних твердых частиц: песчинок, окалины, металлических стружек и опилок после резки на пилах, заусенцев от перевальцованных захваток и т. д. Кроме того риски

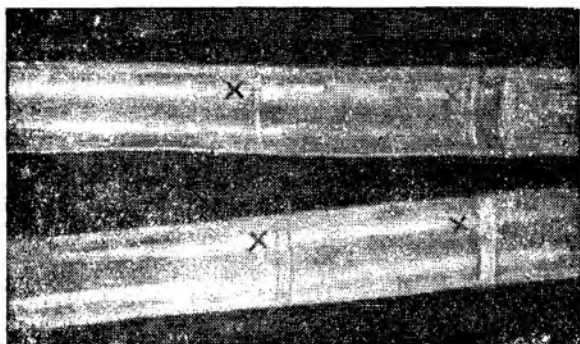
и задиры могут появиться в результате работы с плохим инструментом, например при плохой его закалке, полировке и хромировке, а также при плохой смазке, когда металл налипает на инструмент, производя в дальнейшем царапание изделий.

Для избежания этого вида брака необходимо следить за чистотой рабочего места и смазки, за качеством инструмента и поверхностью изделий до и после волочения. При появлении рисок и задиrow необходимо немедленно прекратить волочение для выяснения и устранения причин брака. Исправимость этого брака зависит от размеров изделия и глубины рисок и задиrow.



Фиг. 68. Схематическое изображение забойки.  
a — забойка.

**З а б о й к и.** Неправильная установка оправки и неправильные приемы в работе волочильщика способствуют образованию на трубах забоек, а иногда и протяжке так называемых «холостых» труб, т. е.



Фиг. 69. Разрез трубы с забойкой (крестиком x обозначены места забоек).  
Верхний рисунок — вид забоек внутри трубы,  
нижний — вид забоек снаружи трубы.

труб, без утонения стенки по всей длине. На фиг. 68 и 69 изображен разрез трубы с забойкой.

Этот вид брака встречается наиболее часто в работе у новых, недостаточно опытных рабочих.

Для предупреждения забоек необходимо соблюдать следующие условия:

1) При установке оправки следить за тем, чтобы ее рабочая часть, находящаяся на расстоянии 10—12 мм от ее конца, располагалась против цилиндрической части кольца (фиг. 70).

2) Надевать трубу на болт доотказа, т. е. так, чтобы оправка дошла до захватки или до смятой забойки, если она имелась до этого на трубе.

3) При включении тележки в цепь, сильным рывком за второй болт или специальную тягу подать болт вперед и держать так до тех пор, пока начавшееся волочение не натянет болт.

В некоторых случаях для избежания забоек требуется слегка ударить молотком по трубе сзади оправки, чтобы смятая труба не дала



возможности оправке отойти от захватки и образовать забойку. Но этот прием ввиду потери времени на лишнее движение (удар молотком) и связанного с этим снижения производительности не желателен.

Для досылки болта с оправкой в рабочее положение на волочильных станках новых конструкций делаются специальные приспособления, при помощи которых рабочий со своего места может дослать болт с оправкой вперед. Наличие такого приспособления при условии правильной установки инструмента совершенно исключает возможность образования забоек на трубах.

Забойки являются неисправимым, окончательным браком; только при резке старых захваток они частично используются для изготовления новых захваток. Трубы, протянутые «холостыми», иногда могут быть исправлены путем изменения калибровки или перетяжки на другие размеры.

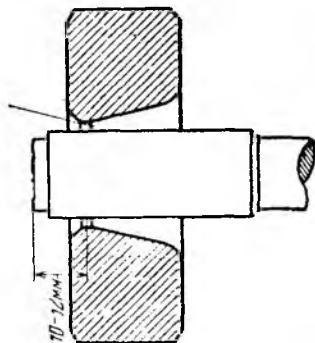
**Обрывы.** Причин обрывов при волочении довольно много. Ниже приводятся наиболее часто встречающиеся причины и способы их устранения.

1) Плохие отжиг, травка и промывка изделий. При недостаточном отжиге металл изделия остается наклепанным, мало пластичным и поэтому мало пригодным к дальнейшему волочению, вследствие чего при волочении получают обрывы. Точно так же оставшиеся после травки и промывки окалина и раствор серной кислоты (купорос), а в случае дуралюминиевых труб — сажистый налет от плохо сгоревшей смазки увеличивают силы трения при волочении и этим способствуют увеличению количества обрывов. Для устранения обрывов в таких случаях рекомендуется возвращать изделия для обработки.

2) Превышение установленных допусков по толщине стенки у заготовки. Заготовка с толщиной стенки больше чем это предусмотрено калибровкой вызывает обрывы вследствие увеличивающихся в связи с этим обжатий. Для устранения обрывов необходимо изменить калибровку, перенести часть обжатий на другие проходы или же добавив один лишний проход.

3) Попадание оправки в забойку. При попадании оправки в забойку, оставшуюся от предыдущего прохода, обжатие в месте забойки (за счет утонения стенки) будет больше, чем в других частях трубы, а это так же, как и в предыдущем случае, вызовет обрывы труб. Во избежание этого необходимо забойки сминать ударом молотка так, чтобы в нее не могла попасть оправка при надевании трубы на болт.

4) Недоброкачественная и недостаточная смазка. При неудовлетворительной смазке, как это указывалось выше, усилие волочения возрастает настолько, что изделия начинают



Фиг. 70. Правильная установка головки в кольце.

рваться. Для устранения обрывов необходимо прежде всего приготовить чистую, незагрязненную смазку и затем этой смазкой тщательно смазывать всю поверхность волоочимых изделий. При волочении с эмульсией для устранения обрывов труб часто достаточно бывает заменить старую, загрязненную серной кислотой эмульсию новой.

5) **Неправильная форма очка у волочильного кольца.** Слишком большая цилиндрическая часть и неправильная (радиальная) форма конической части очка волочильного кольца увеличивают усилие волочения, и следовательно, способствуют увеличению количества обрывов. Особенно это сказывается при волочении тонкостенных труб. Путем подбора колец с небольшой цилиндрической частью и с прямой конической частью обрывы могут быть устранены.

6) **Недоброкачественные захваты.** Перебитые и перевальцованные захваты, а также захваты с плечиками и однобокые, часто являются причиной обрывов. Предупредить эти обрывы довольно трудно. При наличии на трубах захваток с плечиками и однобокых в большинстве случаев ограничиваются правкой таких захваток на волочильном станке при помощи ручного молотка.

7) **Чрезмерно большая скорость волочения.** Волочение труб с большими скоростями также может служить причиной обрывов, особенно в первый момент волочения, когда при включении в цепь тележки получается резкий рывок. Для устранения обрывов необходимо уменьшить скорость движения цепи, если позволяет конструкция станка, или же передать работу на менее быстходный станок.

В станках новейших конструкций для этой цели делают пружинящие тележки.

Причин обрывов, как видим, много, причем они могут действовать как в отдельности, так и одновременно в любой комбинации друг с другом. Поэтому основным условием для предупреждения обрывов должна быть соответствующая подготовка к работе, т. е. осмотр и проверка заготовки и волочильного инструмента, подготовка смазки и т. п.

**Кольцеватость и «елка».** Иногда вследствие резкого различия сил трения между кольцом, трубой и оправкой волочение сопровождается сильным дребезжанием, оставляющим на поверхности трубы кольцевые вмятины (фиг. 71). В некоторых случаях следы дребезжания достигают такой величины, что свободно прощупываются рукой.

Наиболее часто дребезжание наблюдается при волочении плохо протравленных и не промытых труб, при малых обжатиях, когда толщина стенки изменяется незначительно, и при работе с тонким и кривым волочильным болтом. Дребезжание может зависеть также от профиля и качества полировки волочильного инструмента.

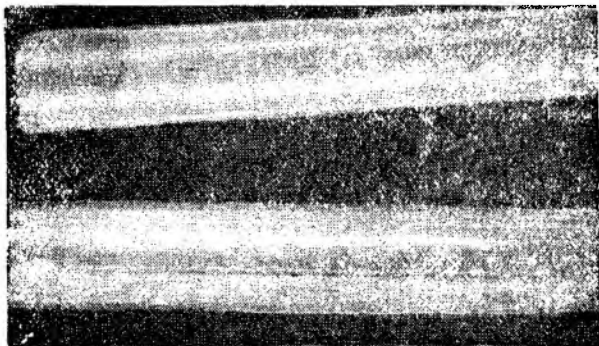
Для предупреждения дребезжания в зависимости от причин, необходимо:

- а) перетравить и вновь промыть трубы,
- б) сменить волочильный болт,
- в) сменить инструмент,

- г) сменить, если возможно, смазку,
- д) установить дальше в кольцо оправку,
- е) передать работу на станок с более тяжелой цепью или меньшей скоростью волочения.

Кольцеватые трубы в большинстве случаев исправляются путем перетяжки на следующие размеры.

Брак по размеру, т. е. слишком тонкая или толстая стенка, слишком мал или велик диаметр и т. д. Этот вид брака наблюдается при неправильной сборке инструмента и при отсут-



Фиг. 71. Кольцеватость снаружи и внутри трубы.

вии наблюдения за изменением его размеров в процессе волочения. Известно, что под влиянием трения размеры кольца увеличиваются, а у оправки — уменьшаются, вследствие чего толщина стенки и наружный диаметр изделия увеличиваются.

К браку по размеру относятся также разностенность и овальность. Практически все изделия в большей или меньшей степени разностенны и овальны; необходимо лишь ограничить эти дефекты установленными пределами.

Брак по размеру может быть обнаружен и предупрежден в большинстве случаев только бригадиром или наладчиком. Поэтому на их обязанности лежит периодическая проверка фактических размеров протянутых изделий. В случае разностенной заготовки бригадир или наладчик должен умело воспользоваться существующими допусками и подобрать необходимый инструмент так, чтобы как можно меньше изделий пошло в брак. Делается это следующим образом.

Пусть требуется протянуть разностенную заготовку с размера  $26,4 \times 22$  мм на чистовой размер  $24 \times 20$  мм, причем предположим, что путем обмера нескольких труб было установлено, что разностенность заготовки доходит до 0,6 мм.

По техническим условиям наружный диаметр готовой трубы  $24 \times 20$  мм может изменяться в пределах от 23,7 до 24 мм, а по толщине стенки — от 1,6 до 2,2 мм; следовательно, по техническим условиям допускается разностенность до  $2,2 - 1,6 = 0,6$  мм.

Средняя толщина стенки при этом будет равна  $(2,2 + 1,6) : 2 = 1,9$  мм, а не  $(24 - 20) : 2 = 2$  мм, чему соответствует номинальный размер стенки. Допуском на среднюю толщину стенки будет допу-

стимая разностенность 0,6 мм, разделенная пополам, т. е.  $\pm 0,3$  мм. При этих условиях предельные размеры по толщине стенки будут  $1,9 - 0,3 = 1,6$  мм и  $1,9 + 0,3 = 2,2$  мм, т. е. такие же, как и по техническим условиям.

Для нахождения размеров волоочильного инструмента, который мог бы обеспечить получение годных по размерам труб, необходимо подобрать инструмент с такими размерами, чтобы средняя толщина стенки трубы после волочения точно соответствовала вычисленной, т. е. 1,9 мм. При диаметре кольца 24 мм нужно было бы взять винтовую головку с диаметром  $24 - 2 \cdot 1,9 = 20,2$  мм. Труба после волочения имела бы размер  $24 \times 20,2$  мм, и ее разностенность была бы от  $1,9 - 0,3 = 1,6$  мм до  $1,9 + 0,3 = 2,2$  мм. При диаметре кольца 23,7 мм нужно было бы взять головку диаметром  $23,7 - 2 \cdot 1,9 = 19,9$  мм. Труба после волочения в этом случае имела бы размер  $23,7 \times 19,9$  мм с разностенностью также от 1,6 до 2,2 мм. Обе протянутые трубы, как отвечающие техническим условиям, были бы годными.

Если не учитывать средней толщины стенки, то при предельно допустимой разностенности, как это взято в разбираемом примере, трубы неизбежно пошли бы в брак.

Так, например, при работе с инструментом, точно соответствующим номинальному размеру, т. е.  $24 \times 20$  мм (толщина стенки 2 мм), трубы оказались бы браком, так как предельные размеры по толщине стенки в этом случае были бы  $2 - 0,3 = 1,7$  мм и  $2 + 0,3 = 2,3$  мм.

При работе с инструментом  $23,7 \times 20$  мм мы имели бы толщину стенки 1,85 мм с предельными размерами 1,55 и 2,15 мм. В первом случае трубы были бы забракованы по верхнему пределу (2,3 мм), а во втором — по нижнему (1,55 мм), хотя размеры инструмента и не выходили бы за пределы допусков.

Ввести разностенность в пределы допусков можно, конечно, только при условии, если разностенность заготовки не превышает допустимой разностенности на готовых трубах.

При расчете полных схем волочения необходимо иметь ввиду, что разностенность с каждым последующим волочением уменьшается и тем больше, чем пластичнее металл. Поэтому в некоторых, правда, очень редких случаях разностенные трубы (обычно размером свыше 100 мм) подвергают более частому отжигу, чем это предусмотрено технологическими картами.

Вмятины и забоины. Этот вид брака получается в результате небрежного обращения с изделиями, например при сбрасывании протянутых изделий со станка на вагонетку, при падении их после протяжки на цепь волоочильного станка, при транспортировке и т. д.

Особенно сильно это сказывается при работе с тонкостенными трубами и с профилями, имеющими тонкие края и острые грани (трубы размером  $121 \times 118$  мм, турбинные лопатки и пр.). Для предупреждения забоин необходимо подкладывать на вагонетку под изделия и на цепь станка деревянные подкладки и, кроме того, вообще осторожно укладывать изделия.

В зависимости от размеров вмятин и забоин и вида изделий этот брак в некоторых случаях является окончательным, в других же —

исправимым. Исправление производится путем перетяжки изделий на другой размер или же путем правки на стержнях («шпагах»).

**К р и в и з н а .** В случае неправильной установки рамки волоочильного станка, инструмента или неправильной его формы изделие после волочения получается кривым или (если на изделии имеются грани) винтообразным. При волочении разностенных труб, широких полос и профилей сложной формы кривизна может быть, кроме того, следствием неправильно отпрессованной заготовки, когда обжатие в различных местах сечения профиля получается неодинаковым.

Для предупреждения брака по кривизне необходимо:

- а) правильно установить рамку волоочильного станка;
- б) правильно установить и прочно укрепить в рамке кольцо или матрицу;
- в) следить за тем, чтобы изделие перед входом в кольцо лежало на роликах или на доске ровно вдоль станка.

В некоторых случаях для избежания брака рекомендуется пользоваться кольцами или матрицами с большой цилиндрической частью.

Кривизна в большинстве случаев исправляется правкой вручную или на специальных правильных машинах. Кривизна на сложных профилях и тонкостенных трубах часто бывает неисправима, и изделия в таких случаях идут в брак. Правка кривизны у овальных труб иногда сопровождается искажением их формы, что также является браком.

### **3. Техника безопасности при работе на волоочильном станке**

Наибольшая доля несчастных случаев в производстве труб и прутков падает на рабочих-волоочильщиков. По характеру ранений и ушибов эти несчастные случаи весьма разнообразны. Но из общего их числа можно выделить такие, которые повторяются чаще других. К ним относятся следующие:

**Р а н е н и я п р и о б р ы в а х т р у б .** В процессе волочения сравнительно часто наблюдаются обрывы труб. В момент обрыва оба куска разорванной трубы делают резкий толчок в сторону рамки и задней бабки. Новые рабочие, иногда не придавая должного значения грозящей опасности, привыкают класть без всякой надобности руку на протягиваемую трубу (с той или другой стороны кольца). Обрыв трубы вблизи руки часто в таких случаях приводит к серьезным ранениям кисти рук.

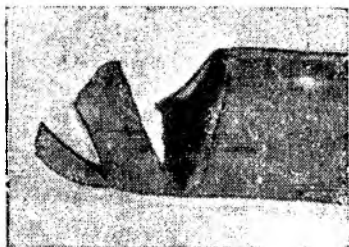
Мерой борьбы с этими несчастными случаями является прежде всего, устранение причин, порождающих обрывы, и затем обучение новых рабочих правильным приемам работы.

**П о р е з ы р у к к о з ы р ь к а м и .** Концы косорезанных труб при волочении частично отрываются и остаются на трубе в виде небольших косых колец — «kozyрьков» с острыми краями (фиг. 67). Надевая такие трубы на болт, рабочие часто ранят руки об эти «kozyрьки».

Приступая к работе, рабочий-волоочильщик путем осмотра должен убедиться в том, что в подготовленной партии труб с козырьками нет. В случае же их обнаружения он должен немедленно зая-

вить об этом бригадиру или мастеру, которые примут надлежащие меры.

**Уколы рук захватками.** При неправильной установке вальцов дляковки захваток и при правке сильно наклепанных захваток последние начинают трескаться и крошиться. Получающиеся при этом острые заусенцы и трещины с острыми краями служат причиной уколов и порезов рук волоочильщиков.



Фиг. 67. «Козырек», образовавшийся после волочения трубы с косым резом.

Предупреждение таких несчастных случаев, помимо чисто организационных мероприятий, требует и надлежащего наблюдения за качеством захваток со стороны самого волоочильщика. Кроме того рекомендуется, где это возможно, пользоваться рукавицами.

**Ушибы и ранения при работе с самовозвратом.** При включении самовозврата тележка волоочильного станка стремительно катится к рамке и затем с силой ударяется о нее. Вследствие недостаточного освоения станка, а иногда и из-за невнимательности, рабочий рискует быть ушибленным тележкой. В одних случаях ушиб происходит потому, что рабочий, нажав на педаль, начинает производить уборку от рамки обрванных захваток и не успевает убрать рук, как по ним с силой ударяет тележка<sup>1</sup>. В другом случае когда рабочий наклоняется в сторону тележки, чтобы проверить состояние волоочильного кольца со стороны выхода, крюк движущейся тележки может ударить рабочего по голове.

При волочении труб и прутков с большими обжатиями наблюдаются случаи, когда тележка после волочения (или при обрыве) соскакивает с направляющих реек и встает под некоторым углом к станине. Ввиду того что самовозврат тележки при этом положении перестает действовать, рабочий должен пройти к тележке и установить ее на рейки. В нарушение этого правила рабочие в некоторых случаях устанавливают тележку на место посредством натяжения троса рукой. Опасность этого приема заключается в возможности укола рук стальными проволочками распустившегося троса.

**Ушибы при выколачивании стержней из труб.** На трубах большого диаметра (150 мм и выше) вместо обычных захваток используются стержнями, закладываемыми в «ласки» трубы (фиг. 82). После окончания волочения стержень выколачивается из протянутой трубы и закладывается в следующую трубу. При выколачивании стержней возможны случаи падения их на ноги рядом стоящих рабочих и причинения сильных ушибов. Во избежание этого необходимо следить, чтобы у заднего конца трубы в момент выколачивания стержня никто не находился.

На тех же волоочильных станках необходимо соблюдать особую

<sup>1</sup> По этой же причине не рекомендуется класть руки на рамку станка.

осторожность при смене и установке волочительного инструмента, достигающего весом 150 кг. Опасность работы увеличивается, когда этот инструмент покрыт маслом и к тому же (как, например, оправки) снаружи полирован. Удерживать в руках такой инструмент довольно трудно и небезопасно; при неосторожных движениях он легко может вырваться и придавить руки или ноги рабочим. В целях облегчения труда и избежания несчастных случаев старший рабочий и бригадир должны следить за тем, чтобы смена инструмента производилась при помощи тали.

**Ушибы при перевертывании вагонеток.** При неравномерной нагрузке вагонеток, т. е. когда один край их нагружается больше, чем другой, происходит перевертывание вагонеток, часто сопровождаемое несчастными случаями. Перевертыванию вагонеток способствует также загрузка их выше надставленных рожков. Для избежания несчастных случаев необходимо груз на вагонетке размещать равномерно и не класть слишком высоко, кроме того без особой надобности не следует находиться вблизи движущихся вагонеток.

**Ушибы ног ручкой вагонетки.** При перемещении груженых вагонеток по неровному полу и при наезде колес вагонеток на какой-либо предмет (например на кусок трубы или прутка, на волочительное кольцо) конец ручки вагонетки делает сильный и резкий поворот в сторону. В случае нахождения вблизи вагонетки кого-либо из рабочих, ручка, ударив по ноге причиняет ему весьма сильный ушиб. Для предотвращения подобных случаев рабочие должны остерегаться движущейся вагонетки.

**Несчастные случаи при несогласованной работе.** При несогласованной работе нескольких человек по подъему или укладке тяжелых изделий, настройке станка и пр. возможны случаи падения изделий, преждевременного включения тележки в цепь и т. п., вследствие чего происходят всевозможные ушибы, ранения и увечья. Во избежание этого необходимо все такие работы производить по сигналу старшего рабочего (кольцевого) или бригадира.

Вследствие плохой подготовки и уборки рабочего места, неправильных приемов работы, отсутствия ограждений и пр., кроме перечисленных видов ранений и ушибов, возможны и другие несчастные случаи. Поэтому первой обязанностью рабочего, приступающего к работе, является уборка и приведение в надлежащий порядок рабочего места. Расстановка вагонеток с изделиями у станка должна обеспечивать свободный проход рабочего вдоль станка.

Сам рабочий должен быть одет в установленную для его работы спецодежду (комбинезон или передник, рукавицы) и должен хорошо знать и строго выполнять инструкцию по технике безопасности. Такая инструкция должна быть вывешена у каждого волочительного станка. Образец ее приводится ниже.

### Инструкция по технике безопасности для работающих на волочительных станках

1. К работе на станках допускаются рабочие, получившие разрешение и инструктаж от мастера или начальника смены.

2. Рабочий должен следить за наличием и исправностью защитных ограждений.

3. Приступая к работе, рабочий обязан тщательно осмотреть и проверить состояние станка и рабочего места и принять инструмент от сменщика.

При обнаружении недостатков при приемке смены, а также в процессе работы, немедленно сообщить об этом мастеру или начальнику смены.

4. Во избежание пореза рук при надевании трубы на болт и при снятии ее со станка после протяжки необходимо пользоваться рукавицами.

5. При выходе трубы из матрицы, после захвата ее клещами тележки воспрещается держать руку на трубе или над трубой во избежание несчастного случая при возможном обрыве трубы.

6. При работе на станке с самовозвратом воспрещается держать руку на рамке или около нее со стороны тележки. Возврат тележки производить только после снятия трубы со станка, причем внимательно следить за ее движением.

7. В случае наличия на трубах козырьков и открытых наружных плен, во избежание пореза рук тянуть трубы воспрещается. Также воспрещается тянуть изделия, превышающие длину станка.

8. Во избежание защемления рук кольцевого рабочего кольцо должно быть плотно закреплено и закрыто предохранительной планкой. Подручный может производить включение тележки только по сигналу кольцевого.

9. В случае обрыва захватки во время протяжки и попадания ее в цепь строго воспрещается вынимать захватку из цепи руками. Если захватка или кусок оборванной трубы не провалится в окно, специально сделанное в станине станка, необходимо немедленно выключить станок или нажать аварийную кнопку.

10. Во избежание аварии и несчастного случая воспрещается производить протяжку труб и прутков прямо с вагонетки или козел.

11. Категорически воспрещается тянуть руками трос самовозврата тележки для обратной ее подачи; также воспрещается самому рабочему производить и перестановку тросов.

12. Во избежание отскокивания осколков от молотка при сколачивании кольца с трубы надлежит пользоваться только медными молотками, насаженными на прочные деревянные ручки.

13. Смазку изделий с пленами и заусенцами во время прохода их через матрицу или кольцо разрешается производить только при помощи специальной кисти.

14. При работе на сдвоенном станке кольцевой рабочий должен следить за тем, чтобы при надевании трубы на болт не ударить ею рабочего с соседнего станка.

15. Рабочий должен знать расположение аварийных кнопок и выключающих устройств.

16. Категорически воспрещается рабочему:

- а) работать при загроможденном рабочем месте,
- б) переставлять транспортные тележки,



в) допускать посторонних лиц к работе на станке без разрешения мастера,

г) нагружать вагонетку или козла выше рожков.

17. Рабочий должен следить за тем, чтобы рабочее место у станков было хорошо освещено.

18. По окончании смены рабочий должен очистить станок и рабочее место и сдать их в чистом виде.

19. Производить уборку и обтирку станка на ходу строго воспрещается.

20. Кольцевой рабочий должен инструктировать подручного, указывая на опасные моменты и движения в работе.

21. О всех распоряжениях бригадиров, противоречащих настоящей инструкции, рабочий обязан сообщить начальнику смены или начальнику мастерской, не приступая к работе.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается подготовка рабочего места к работе?

2. Что значит настройка волочильного станка?

3. От чего зависят обрывы труб при волочении?

4. Перечислить основные виды брака при работе на волочильном станке указав причины его возникновения и способы устранения.

5. Перечислить основные правила по технике безопасности при работе на волочильном станке.

## XI. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

Сам процесс волочения является основной операцией в производстве тянутых труб и прутков. В зависимости от материала изделия, его размеров и назначения, трубы и прутки, помимо волочения, проходят ряд вспомогательных операций, как-то: ковку и правку захваток, резку, отжиг, травку и т. д. Количество этих операций и порядок их чередования для различных изделий изменяется, о чем подробно будет сказано дальше. Здесь же рассмотрим сущность этих операций и механизмы, на которых они производятся.

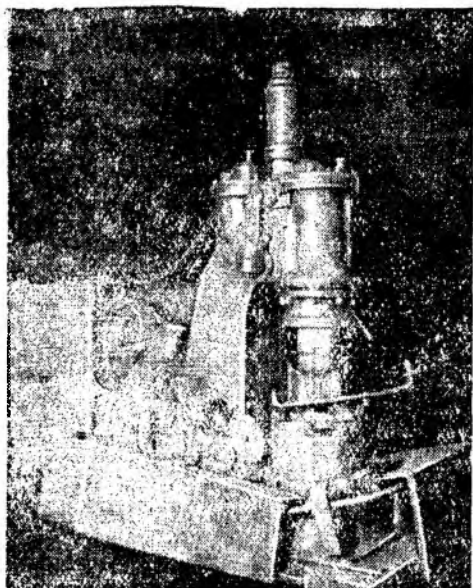
### 1. Изготовление захваток

Для того чтобы протянуть трубу или пруток через кольцо, необходимо предварительно один конец изделия сделать достаточно тонким, чтобы он свободно проходил через кольцо. Такой утонченный конец изделия называется захваткой.

В зависимости от размеров изделий захватки изготавливаются различными способами, для чего применяют соответствующие механизмы: электропневматические молоты ковочные, эксцентрикковые прессы, ротационно-ковочные машины, шарошки и ленточные пилы.

Электропневматический молот «Бешер». На фиг. 72 и 73 показаны общий вид и основные детали молота. Работа молота протекает следующим образом. Электромотор 1, действуя через шестерни 2 и шатун 3, заставляет двигаться вверх и вниз поршень 4,

находящийся в компрессорном цилиндре 5. В передней части станины расположен другой, рабочий цилиндр 6, в котором находится поршень-боек 7. Верхние и нижние камеры компрессорного и рабочего цилиндров соединены между собой и с атмосферой специальным распределительным устройством — клапанами 8.



Фиг. 72. Электропневматический молот.

При движении поршня 4 вниз, над ним в камере А и над поршнем-бойком 7, в камере В, происходит разрежение воздуха, тянущее бойк вверх, а в нижней камере В происходит сжатие воздуха, который вследствие этого устремляется в камеру Г, производя давление на поршень-боек снизу. В результате разрежения воздуха в верхней камере В и сжатия в нижней Г поршень-боек поднимается вверх. При следующем ходе поршня 4 вверх в камерах А и В происходит сжатие воздуха, а в камерах Б и Г — разрежение. Под действием этих сил, а также под действием собственного веса поршень-боек стремительно падает вниз, производя удар по изделию, находящемуся на наковальне 9.

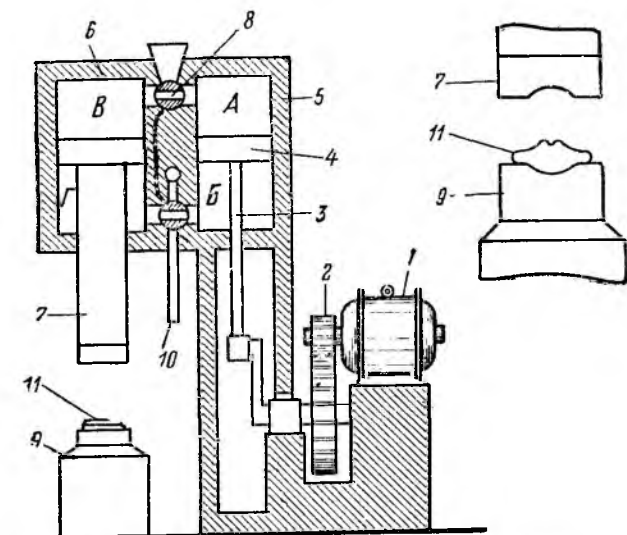
При следующих оборотах мотора описанный цикл работы будет повторяться. При помощи рукоятки 10, связанной рычагом с клапанами, можно удерживать поршень-боек в верхнем или нижнем положении или же установить на положении работы — ковки. Этой же рукояткой можно регулировать силу удара бойка. На молотах, обслуживаемых одним рабочим, рукоятка связана с ножной педалью.

Сила удара у молота характеризуется весом падающих частей, т. е. весом поршня-бойка. Дляковки захваток на трубах диаметром до 35 мм применяются молоты, вес падающих частей которых равен 75—80 кг; для более крупных труб, диаметром до 150 мм, вес падающих частей молота равен 350 кг. Первые молоты производят до 200, а вторые до 120 ударов в минуту.

При работе на молотах не рекомендуется ударять бойком по наковальне, а также производить ковку краем бойка, так как это ведет к быстрому разрушению молота.

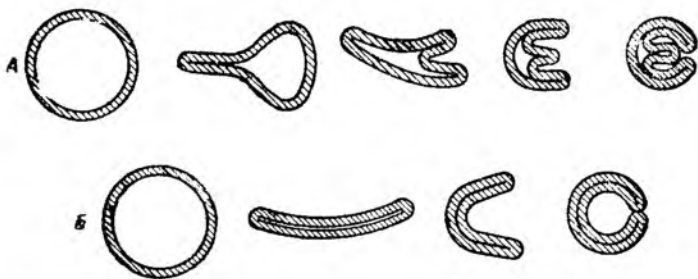
Для облегчения и ускорения работы на наковальню молота кладется так называемая подбойка 11, в которой имеется уступ с полукруглой выемкой по форме и размеру требующейся захватки. На верхнем бойке имеется выемка по форме выступа подбойки (фиг. 73). Полукруглая форма выемки в бойке способствует получению наиболее

правильной захватки. Для предохранения бойков от быстрого разрушения подбойка изготавливается из латунных сплавов (из бракованных шашек для вертикальных прессов). Вследствие того что подбойка лежит на наковальне свободно, рекомендуется во избежание ее соскакивания с места подсыпать под нее мел, но ни в коем случае не



Фиг. 73. Схема электропневматического молота.

песок, так как песок, попадая на захваты, при последующем волочении неизбежно будет царапать поверхность изделия и инструмента.



Фиг. 74. Порядокковки захваток на молотах.

А — способковки в четыре приема, Б — способковки в три приема.

Ковка захваток может производиться несколькими способами. Наибольшим распространением пользуется способковки в четыре и три приема. В том и другом случае трубы первоначально плющатся

и затем сворачиваются в захватку. По последовательностьковки захваток по тому и другому способу показана на фиг. 74. Различие между ними заключается в следующем.

**Первый способ** (ковка в четыре приема): захватки получаются плотными, вследствие чего они могут быть использованы без правки 2—3 раза.

**Второй способ** (ковка в три приема): захватки получаются недостаточно плотными, вследствие чего обычно через один-два прохода они требуют правки.

Преимущество второго способа заключается в большей производительности, поэтому он пользуется большим распространением.

В целях достижения наиболее полного сгорания смазки и предотвращения образования воздушных пузырей («мешков») внутри дуралюминиевых труб при их закалке, обычно в моментковки захваток вблизи их пробивают отверстия. Расположение и количество этих отверстий используется, кроме того, как отличительный признак для различных марок дуралюминия.

Захватки на всех крупных и толстостенных трубах куются в горячую, для чего рядом с молотом устанавливаются специальные нефтяные печи.

**Эксцентрикковые прессы.** Эти прессы применяются, главным образом, при ковке захваток на мелких тонкостенных трубах с толщиной стенки 0,15—0,45 мм. Схема действия такого прессы указана на фиг. 75.

Благодаря вращательному движению эксцентрика 3 ползун II, а вместе с ним и верхний боек штампа III, двигаются последовательно вверх и вниз, а отверстия между бойками I, II, III (фиг. 75) соответственно увеличиваются и уменьшаются. Конец трубы, вставленный сначала в первое, а затем во второе и третье отверстия, сминается и сворачивается в виде захватки.

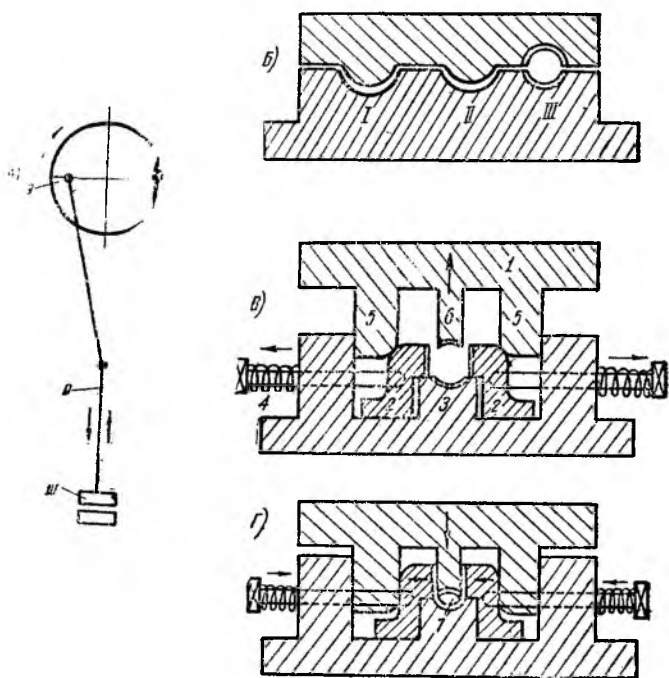
В целях увеличения производительности эксцентрикковых прессов за последнее время вместо простых штампов, как это указано выше, стали применять комбинированные штампы (фиг. 75, В и Г), позволяющие производить ковку захваток в один прием.

Работа комбинированного штампа происходит следующим образом. В момент движения ползуна и скрепленного с ним верхнего бойка 1 вверх, боковые бойки 2 под действием болтов с пружинами 4 расходятся в стороны, образуя в центре штампа отверстие, куда вставляется конец трубы. При движении ползуна вниз боковые бойки 2, под действием клиньев 5, сдвигаются к центру штампа, обжимая вставленный конец трубы с боков, а сердечник 6 и наковальня 3 обжимают трубу сверху и снизу, придавая таким образом концу трубы форму захватки.

**Вальцы для захваток.** Для изготовления захваток (в холодном виде) на круглых прутках размером до 45 мм и для правки старых захваток применяются вальцы для захваток (фиг. 76 и 77). Вальцы состоят из клетки, в которой установлена пара валков с кольцевыми выточками — ручьями на цилиндрической части. Глубина ручья или канавки на протяжении всей окружности вала делается переменной. Два ручья, расположенные друг против друга

на верхнем и нижнем валках, образуют отверстие, которое при вращении валков делается то больше, то меньше.

Валки вращаются в противоположном направлении со скоростью

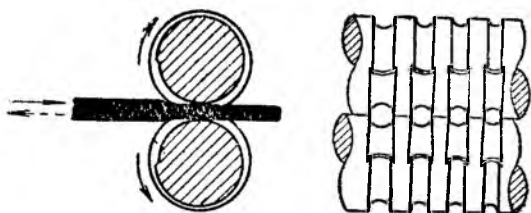


Фиг. 75. Эксцентрик пресс.

*А* — схема действия эксцентрикового пресса, *Б* — простой штамп дляковки захваток в три приема, *Б'* — комбинированный штамп дляковки захваток в один прием — штамп в положении перед ковкой захватки *Б''* — то же — в моментковки.

50—80 оборотов в минуту и получают движение от электромотора через передаточные шестерни.

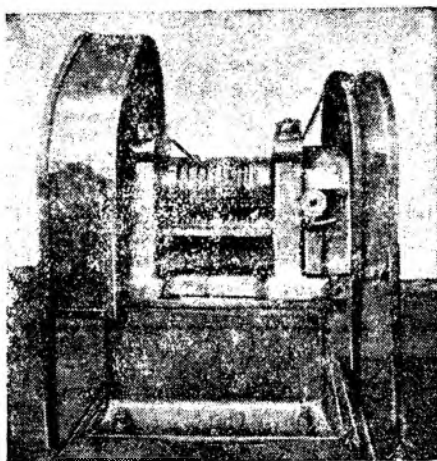
Для получения захватки и руток или труба задается в отвер-



Фиг. 76. Схема вальцов для захваток.

*В* поперечном разрезе вальцов видна переменная глубина канавок.

стие-ручей между валками н а в с т р е ч у и х д в и ж е н и ю, т. е. так, как это показано сплошной стрелкой на фиг. 76. При этом валки будут выталкивать изделие из ручьев (пунктирная стрелка), а не втягивать его. Конец изделия вставляется в отверстие в тот момент, когда оно имеет наибольшие размеры. При вращении валков отверстие будет постепенно суживаться, а вместе с этим будет уменьшаться и сечение изделия. После вальцовки в первой паре ручьев изделие переносится во вторую пару меньшего размера, а затем, возможно, и в третью, после чего захватка приобретает необходимый размер.

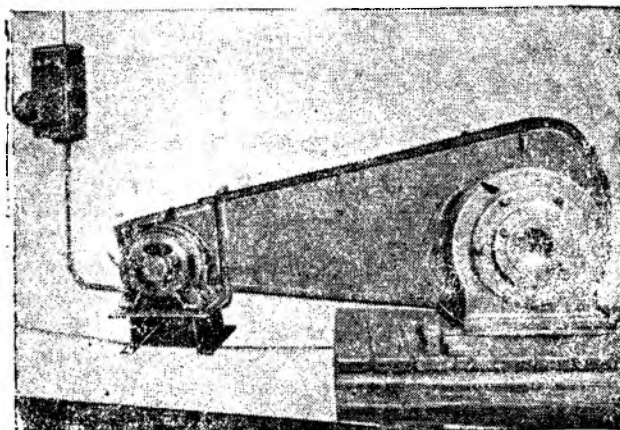


Фиг. 77. Вальцы для захваток. С правой стороны вальцев укреплено кольцо для проверки толщины захватки

79. В передней части станины, под крышкой, укреплена обойма 1 со свободно вращающимися роликами 2. В средней части обоймы находится шпиндель (вал) 3, в торцевой части которого имеются пазы. В этих

В процессе вальцовки изделие необходимо поворачивать вокруг своей оси.

Р о т а ц и о н н о - к о в о ч н а я м а ш и н а. Эта машина применяется для изготовления захваток на трубах диаметром от 3 до 30 мм. Общий вид ее показан на фиг. 78, а схема на фиг.

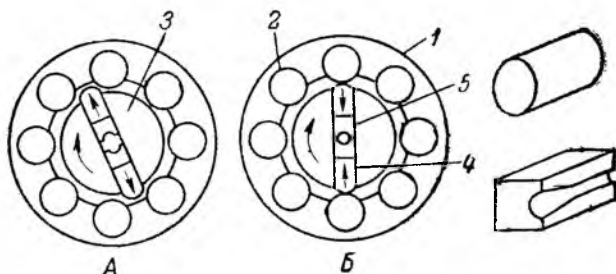


Фиг. 78. Ротационно-ковочная машина для ковки захваток. На столе перед машиной лежат плашки.

пазах свободно перемещаются стальные бойки 4 и плашки 5. На плашках имеются полукруглые выемки, образующие отверстие по форме

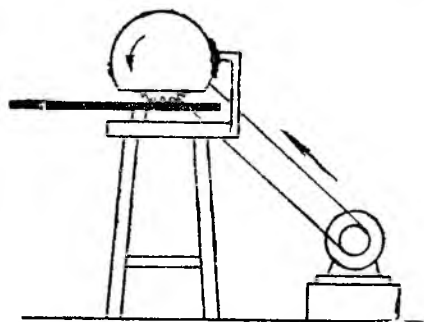
и размеру требующейся захватки. В это отверстие для отковки захватки вставляется конец трубы.

При вращении шпинделя с большой скоростью бойки и плашки вследствие центробежной силы разлетаются от центра шпинделя в сторону роликов. В этот момент бойки и плашки займут положение А,



Фиг. 79. Схема ротационно-ковочной машины.  
В правой части рисунка отдельно показаны ролик и плашка.

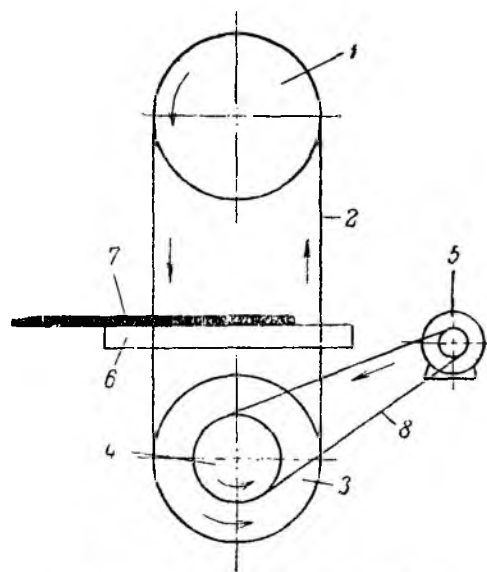
изображенное на фиг. 79, а труба несколько подается вперед между плашками. При дальнейшем вращении шпинделя бойки ударятся о ролики и будут отброшены к центру шпинделя, а плашки сомкнутся и обожмут конец трубы (положение Б). Ввиду большой частоты ударов (до 5000—6000 в минуту), делаемых плашками, захватка отковывается быстро. Захватки получаются ровными, одинаковой величины и довольно плотными. К недостаткам машины относится большой шум, производимый ею, а также сотрясение рук рабочего, особенно при ковке труб крупных размеров.



Фиг. 80. Схема шарошки.

**Ш а р о ш к а.** При изготовлении захваток на нешироких полосах (например размером  $3 \times 6$  и  $3 \times 10$  мм) на квадратных прутках размером до  $10 \times 10$  мм и сложных профилях (например турбинные лопатки) применяется метод строжки. Для этого применяется несложный механизм — шарошка (фиг. 80). Шарошка состоит из толстого (до 40 мм) диска диаметром до 180 мм, по окружности которого нарезаны острые зубья. Этот диск, собственно шарошка, быстро вращаясь от электромотора, врезается зубьями в конец прутка, срезая таким образом металл в виде стружки. При движении прутка вперед и назад конец прутка постепенно делается тоньше, приобретая форму захватки.

Ленточные пилы. Изготовление захваток указанными выше способами рекомендуется производить на трубах диаметром до 100 мм. На более же крупных трубах, вследствие трудности получения доброкачественных захваток и с целью экономии металла, обычно нарезают ласки, для чего используют ленточные пилы (фиг. 81).



Фиг. 81. Схема ленточной пилы.

- 1 — верхний шкив, 2 — ленточное полотно (пила),  
3 — нижний шкив, 4 — приводной шкив, 5 — мотор,  
6 — стол, 7 — изделие, 8 — ремень.

Схематически ленточная пила представляет собой два шкива 1 и 3 диаметром до 1000 мм, через которые перекинута ленточное полотно — пила 2.

Нижний шкив 3 сидит на одном валу с другим шкивом 4, который связан ременной передачей с электромотором 5. Верхний холостой шкив может перемещаться вверх и вниз при помощи штурвала. Благодаря этому ленточное полотно может быть туго натянуто. Верхний шкив получает движение от нижнего шкива при помощи ленточного полотна.

В столе ленточной пилы, предназначенной для резки изделий на части длиной более 1 м, вмонтирован поворотный круг с направляющими роликами. Эти ролики поворачивают полотно пилы так, чтобы линия разреза проходила под прямым углом к длине изделия. При резке длинных изделий на пилах, не имеющих поворотных кругов, срез получается косым. При разрезке изделий на короткие части наличие поворотных кругов необязательно.

Новые ленточные полотна имеют ширину 35 мм, толщину от 0,75 до 1,25 мм при количестве зубьев от 15 до 30 на каждые 100 мм длины пилы. Длина ленты, зависящая от диаметра шкивов и расстояния между ними, равна примерно 7—8 м. Концы ленты спаяны между собой латунным припоем, так что получается бесконечная лента, которая и надевается на шкивы.

На тонкостенных трубах (3—5 мм) вырезают прямые ласки, а на трубах с более толстой стенкой — косые, после чего ласки перед волочением загибаются в виде конуса, как это показано на фиг. 82. Перед волочением в трубу вставляется стержень 1 с головкой 2, на конической части которой имеются кольцевые выточки. Сверху трубы 3, на загнутые ласки 4, надевается обжимное кольцо 5, на внутренней конической поверхности которого также имеются вы-



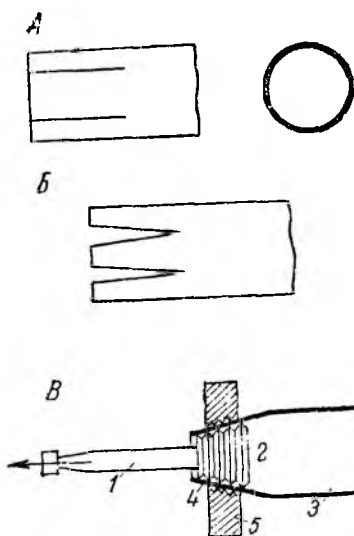
точки. Надевание обжимного кольца на ласку производится после того, как труба со стержнем будет вставлена в волоचильное кольцо. При волочении трубы обжимное кольцо и стержень прочно схватывают ласки, образуя таким образом захватку.

На широких полосах (размером, например,  $6 \times 30$  мм и  $15 \times 150$  мм) изготовление захваток производится при помощи электропневматических молотов и ленточных пил. Первоначально концы у

таких полос плющатся на молоте, а затем края расплющенных концов подрезаются на ленточной пиле на конус (фиг. 83).

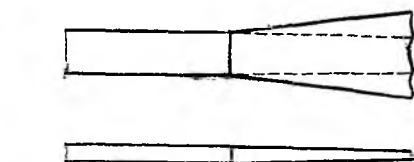
Основные требования, предъявляемые к захваткам независимо от механизма, на котором они изготовлялись, заключаются в следующем:

- а) захваты должны быть прочными;
- б) размеры поперечного сечения захватки должны обеспечивать воз-



Фиг. 82. Нарезка ласок на крупных трубах.

А — на тонкостенных, Б — на толстостенных, В — заправка ласок.



Фиг. 83. Расплющивание и нарезка захваток на полосах (пунктиром показано направление резки пилой).

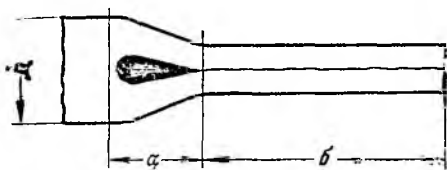
можно большее количество волочений;

в) длина захватки должна быть вполне достаточной для захватывания ее тележкой без особых затруднений;

г) длина захватки не должна быть чрезмерно длинной, иначе будет бесцельно расходоваться металл.

Диаметры захваток проверяются при помощи волочильных колец или матриц, устанавливаемых у механизмов (фиг. 76). Длина захваток (фиг. 84) в зависимости от диаметров труб приведена в табл. 20.

После каждого волочения захваты теряют свою первоначальную форму: поэтому через 1—3 прохода, в зависимости от размера, захваты правят на вальцах или на молотах.



Фиг. 84. Длина захватки.

а — длина шейки, б — длина захватки.

## Длина захваток на трубах

	Диаметры труб, мм								
	до 15	16—40	41—70	71—100	101—140	141—200	201—250	251—300	301—400
Длина шеек с заплечиками, мм	25	35	50	75	30	40	50	60	100
Длина захваток, мм	75	85	100	125	120	160	180	200	200
Общая длина, мм	100	120	150	200	150	200	230	260	300

Примечание. Под длиной захватки понимается длина цилиндрической части при ковке или вальцовке захватки и длина нарезаемой части при изготовлении ласок.

Длина захваток на прутках указана в табл. 21.

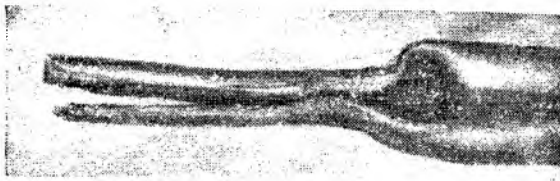
Таблица 21

## Длина захваток на прутках

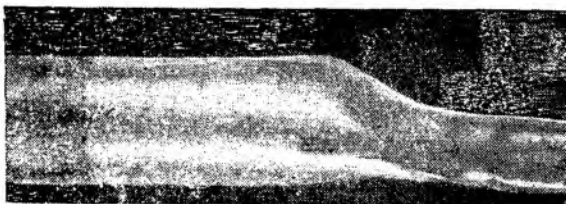
	Диаметры прутков, мм			
	до 12	13—30	31—55	56—100
Общая длина захваток, мм	100	120	140	170

Наиболее типичные виды брака (фиг. 85—88), получающиеся при изготовлении захваток, приведены в табл. 22.

Нормальный вид захватки показан на фиг. 89.



Фиг. 85. Перебитая захватка.



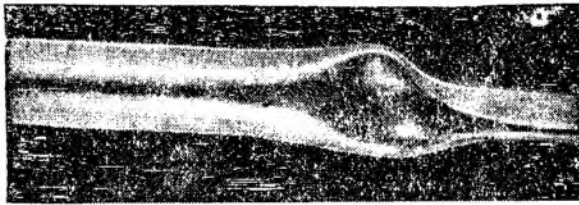
Фиг. 86. Однобокья захватка.

## Брак на захватках

Механизм	Вид брака захваток	Винovníк брака	Последствия брака	Меры предупреждения	Меры исправления
Молот	На трубах: перебитые (фиг. 85), одноконные (фиг. 86), с плечиками (фиг. 87)	Молотобоец	При волочении происходят обрывы захваток, что снижает производительность станка и увеличивает отходы металла	Инструктаж и контроль	Частичная правка вручную молотком на волочильном станке, массовое исправление на электропневматическом молоте
	На прутках: перегнутые и перебитые (фиг. 88)	То же	Происходят обрывы захваток и разрывы колец и матриц	То же	Правка на молоте
Вальцы для захваток	Заусенцы	Вальцовщик или слесарь	Заусенцы, попадая при волочении в кольцо, царапают изделие и портят инструмент; кроме того, производя уколы рук рабочих, заусенцы служат причиной несчастных случаев	Инструктажи контроля за работой вальцовщика и проверка вальцов слесарем	Не исправляется, но в процессе работы необходимо более внимательно следить за поверхностью изделий
	Перевальцовка	Вальцовщик или администрация	Захватки крошатся, трескаются и рвутся при волочении	Инструктаж рабочего и проверка администрацией схемы обработки в отношении наклепа	Отжиг захваток или резка их и изготовление новых захваток

Таблица 22 (продолжение)

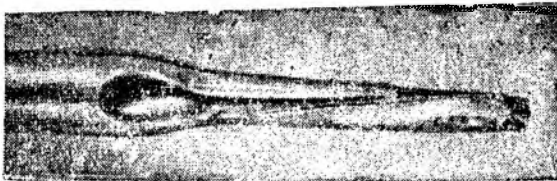
Механизм	Вид брака захваток	Виновник брака	Последствия брака	Меры предупреждения	Меры исправления
	Разрезанные вдоль	Слесарь	Затрудняется вальцовка; получают обрывы при волочении и уколы рук рабочих	Правильная установка валков, так как этот брак наблюдается при смещении ручьев в разные стороны	Отрезка старых захваток и нарезка новых
Ротационно-ковочная машина	Плоские (лопаточки)	Рабочий	Захватка не входит в кольцо	Равномерная подача труб в плашки	Ковка этих захваток на молоте
Шарошка	Неравномерная толщина	Рабочий	Происходят обрывы захваток при волочении	Инструктаж и контроль	Изготовление новых захваток вместо оборванных
Пила ленточная	Подрезка основания ласок	Пильщик	Происходят обрывы ласок при волочении	То же	То же



Фиг. 87. Захватка с плечиками.



Фиг. 88. Перевитая во время ковки захватка на шестигранном прутке.



Фиг. 89. Нормальная захватка.

## 2. Резка на ленточных и дисковых пилах

При изготовлении труб и прутков встречается необходимость в резке изделий пополам, в резке захваток, в надрезывании концов прутков для ломки и у труб для сплющивания и т. д. Для указанных целей применяются ленточные и дисковые пилы.

Ленточные пилы (см. фиг. 81) применяются для резки труб всех диаметров с толщиной стенки до 10—15 мм и для резки прутков диаметром до 30 мм. При резке изделие кладется на стол пилы и постепенно подводится под режущую часть полотна. Так как ленточные пилы, применяемые в трубном деле, не имеют приспособлений для закрепления разрезаемых изделий, последние необходимо прочно держать в руках, не допуская проворачивания.

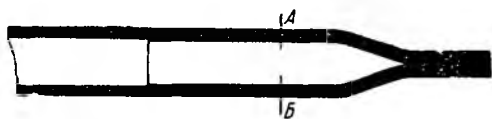
1. На ленточных пилах производятся следующие операции:

Резка на части. Получаемая из прессового цеха заготовка после нескольких протяжек удлиняется настолько, что дальнейшее волочение из-за ограниченной длины стана оказывается невозможным. Поэтому длинные изделия в процессе волочения обычно режут на части.

Трубы торговой длины, т. е. такие, которые после выпуска нагото- тово могут иметь длину от 1 до 5 м, режутся пополам, как говорят, на-глаз. Трубы мерной длины, т. е. такие, которые после выпуска наготово должны иметь определенную длину, режутся вмеру или по весу. Для этой цели бригадир вырезает необходимой длины или веса образцовую трубу, по которой пильщик производит резку других труб.

**Резка старых захваток.** В тех случаях, когда металл в старых захватках настолько уплотнится, что возникает опасность обрывов захваток из-за перенаклепа, целесообразно бывает старые захватки отрезать и изготовлять новые.

В целях экономии металла обрезка захваток должна производиться с таким расчетом, чтобы забойка, если она имеется, пошла



Фиг. 90. Резка старой захватки.

По линии АБ указано место резки, если на трубах имеются забойки.

цы тянутых труб всегда неровны), уйдут на изготовление новых захваток.

После резки пильщик обязан продуть трубы сжатым воздухом для удаления металлических опилок.

**Резка паспортов для испытания на сплющивание.** Так называется операция, производимая для проверки механических

качеств труб, изготовляемых из сплавов Л68, ЛЮ70-1 и мельхиора. Для этой цели на каждой трубе, на расстоянии 25 мм от ее конца делается глубокий поперечный надрез. Требуемая глубина надреза и его расстояние от конца трубы достигается установкой на столе пилы специального упора.

Трубы, идущие с испытанием на сплющивание, режутся на 25 мм длиннее, чем указано в заказе.

**Резка наготово.** После того как изделие в процессе протяжки приобрело заданные размеры и прошло через правку, оно поступает на ленточные пилы для резки наготово. Если требуются изделия торговой длины, то от них отрезаются только захваты и задние неровные концы. Обрезку захваток требуется производить, отступая от основания захватки или от основания забойки (если она имеется) на 15—25 мм. Задние концы обрезаются на длину 15—20 мм (фиг. 91). Резка труб вмеру производится по контрольной трубе, длина которой проверяется мастером. При резке вмеру ни в коем случае не допу-



Фиг. 91. Резка захваток и задних концов на готовых изделиях.

Сплошной линией показана правильная резка, а пунктиром — неправильная.

скается заменять контрольную трубу другими трубами, хотя бы и вырезанными по контрольной, так как это может привести к браку по длине.

Перед резкой вмеру сначала подравниваются и отрезаются задние концы, а затем изделия поворачиваются и обрезанными концами упираются в специальный ограничитель, устанавливаемый на заданном расстоянии от полотна пилы, после чего производится резка. Оставшиеся концы труб с захватками, если они не слишком коротки, могут быть использованы на торговые длины или перетянуты на другие размеры.

При резке на ленточных пилах наблюдаются следующие виды брака. **К о с о й р е з** (фиг. 92) получается, когда линия разреза проходит не под прямым углом к длине изделия. Косой рез является бра-

ком потому, что он увеличивает отходы, может явиться причиной пореза рук на волочильных станках и снижает их производительность. При волочении концы неровно обрезанных труб протягиваются неравномерно и часто отрываются в виде «козырьков». В одном случае отрывающиеся козырьки остаются на оправке, и для удаления их рабочий вынужден тратить время; в другом — козырьки, оставаясь на трубе (фиг. 93), в дальнейшем служат причиной ранений. Мержные трубы с косым резом обычно режут или перетягивают на другие размеры.

Заусенцы образуются на трубах в результате резки тупыми или плохо разведенными пилами (фиг. 93). Заусенцы затрудняют надевание труб на болт и ранят руки рабочим. При резке наготово заусенцы на некоторых видах изделий (овальные трубы, некоторые профили и т. п.) требуют дополнительной обработки для их удаления.

Смятые концы получаются на тонкостенных трубах в результате их резки тупыми пилами, а также в тех случаях, когда места паяк на пилах имеют утолщения. Резка такими пилами сминает трубы так, что они теряют круглую форму (фиг. 94). Трубы со смятыми концами при волочении с трудом надеваются на болт, а при выпуске наготово служат причиной забракования труб.

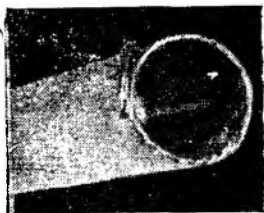
Для предупреждения брака необходимо перед надеванием ленточного полотна на шкивы проверять качество заточки и толщину мест гайки, обращая внимание на то, чтобы последние не были толще полотна.

**Н а д р е з ы** (фиг. 95) образуются на трубах и прутках в результате неаккуратной работы пильщика, когда он случайно годной частью изделия дотрагивается до полотна пилы, и последняя делает на изделии надрезы.

**Б р а к п о д л и н е** получается в том случае, когда готовые изде-



Фиг. 92. Конец трубы, отрезанной косо (косой рез).

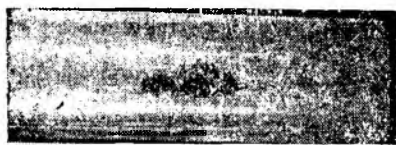


Фиг. 93. Заусенцы на-конец трубы.

лия или заготовка нарезаны слишком коротко или слишком длинно. Обычно этот вид брака наблюдается на мерной продукции.



Фиг. 94. Конец тонкостенной трубы, смятый при резке неисправной пилой.



Фиг. 95. Надрез на трубе.

Причиной брака могут быть:

- а) неправильно составленная технология обработки (например недостаточные размеры прессованной заготовки, неправильно указанное место межоперационных резок);
- б) обрывы и большие забойки при волочении;
- в) неверная длина (мера) контрольной трубы при резке вмеру;
- г) неаккуратная работа пильщика, когда он при обрезке задних концов у труб отрезает так много, что при последующей обрезке захваток изделие не получается нужной длины;
- д) вырезка брака, например плен, раковин, вмятин и т. д.

Чрезмерно большие отходы. Захватки и задние концы изделий, отрезаемые в процессе обработки, идут в отходы. Величина этих отходов для каждого вида и размера изделий предусматривается технологическими картами и производственными инструкциями. При неаккуратной резке величина этих отходов может значительно возрасти. Наибольшая доля потерь металла при резке падает на обрезку вместе с захватками и задними концами здоровой годной части изделий. То же наблюдается и при вырезке брака. В целях уменьшения отходов, как указывалось выше, обрезку захваток необходимо производить, отступя от основания захватки или забойки (если она имеется) на расстояние 15—25 мм, а при обрезке задних концов на 15—20 мм.

На фиг. 91 пунктиром показаны места неправильной резки, а сплошными линиями — места правильной резки.

Смешивание отходов от изделий различных сплавов происходит, главным образом, при резке изделий наготово и резке захваток, когда отходы от различных сплавов кладутся в одну и ту же вагонетку или ящик. Причиной этого может быть несвоевременная уборка отходов от пилы. К смешиванию отходов приводит также и недостаточный инструктаж рабочих-пильщиков.

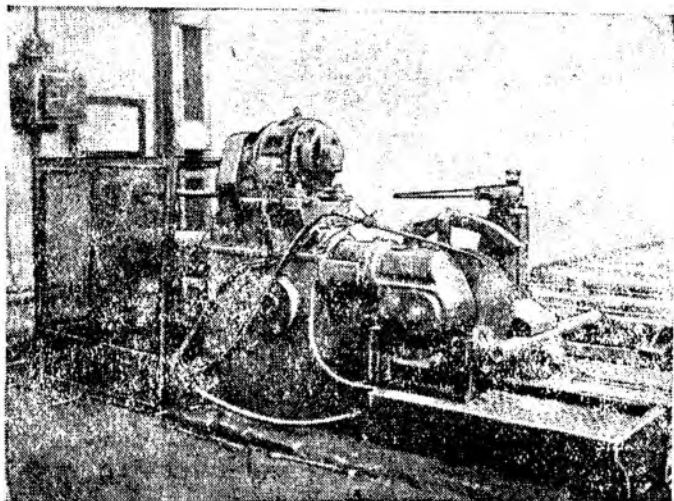
Смешанные отходы, поступая в литейный цех, вызывают непопадание в анализ, вследствие чего механические и другие свойства сплава не будут соответствовать требованиям, предъявляемым к сплаву. Таким образом смешивание отходов ведет к браку по качеству сплава.



Кроме того смешивание отходов приводит к безвозвратной потере дорогих присадок в сплавах; например, попадание отходов сплава ЛО70-1, содержащих олово, в сплав Л68, где олово не требуется, приводит к потере олова.

II. Дисковые пилы (фиг. 96), применяемые в трубно-прутковом производстве, используются для резки всевозможных труб и прутков из цветных металлов диаметром от 3 до 250 мм. Режущим инструментом в дисковых пилах являются стальные диски с зубьями, приводимые во вращательное движение от электромоторов.

В некоторых конструкциях пил, обычно применяемых для резки более крупных изделий, диск, кроме вращательного, имеет также и



Фиг. 96. Общий вид дисковой пилы.

поступательное движение — подачу. В этом случае изделие закрепляется в зажимах пилы неподвижно, так что резка происходит в результате надвигания вращающегося диска на изделие.

Для крупных пил применяются диски диаметром от 250 до 700 мм, толщиной от 3 до 7 мм. В зависимости от диаметра разрезаемого изделия и его твердости число оборотов диска может изменяться в пределах от 300 до 650 оборотов в минуту, а подача — от 2,5 до 14 мм за один оборот диска; скорости резания для цветных металлов изменяются от 12 до 28 м в минуту. Благодаря таким широким возможностям в смысле выбора режима резания, дисковые пилы могут работать весьма производительно. Допустимые соотношения между числом оборотов диска, скоростью подачи и диаметром разрезаемого предмета указываются в табличке, прикрепляемой к станине пилы.

В целях увеличения производительности и стойкости дисков последние часто делают со вставными зубьями, изготовляемыми из специальной, так называемой быстрорежущей стали. Зубья из этой стали способны работать с большой нагрузкой длительное время без сни-

жения своих режущих свойств. Вследствие значительной стоимости быстрорежущей стали обслуживающий персонал пилы должен внимательно и бережно относиться к эксплуатации дисков.

Дисковые пилы, применяемые для резки более мелких изделий размером до 30 мм, часто делаются без зажимных устройств. В этом случае изделие прижимается руками к подвижной линейке, прикрепляемой на столе пилы.

Для этих пил применяются диски диаметром от 100 до 250 мм, толщиной от 0,5 до 2 мм и с шагом зуба от 1,5 до 3 мм. Большое количество оборотов дисков, достигающее до 5000 в минуту, и мелкие зубья дают чистый ровный срез, без заусенцев.

Во время резки, с целью уменьшения сил трения и охлаждения дисков применяется эмульсия, состоящая примерно из 0,8 % мыла, 0,3% олеиновой кислоты и 0,03% кальцинированной соды. Подача эмульсии производится небольшими насосами, устанавливаемыми на станинах пил. На мелких пилах, особенно при резке тонкостенных труб, вместо эмульсии иногда применяется кусковое мыло, наносимое на режущую часть диска.

Для резки изделий вмеру дисковые пилы, как и ленточные, снабжаются подвижными упорами-ограничителями.

Резка на дисковых пилах носит преимущественно отделочный характер, т. е. на них отрезаются передние и задние концы у готовых изделий, производится резка в меру и вырезка брака. Вырезка брака имеет особенно большое значение на болтах и трубах из сплавов Л62, ЛС59-1, ЛО62-1, ЛМц, БАЖМ, ЛЖМц59-1, (ПТ) и некоторых других. При прессовке этих сплавов в задней части изделий (по ходу прессовки) образуется утяжка, являющаяся браком. Для удаления утяжки задние концы изделий надрезают на дисковых пилах и затем ломают на гидравлических прессах. Если после ломки на конце изделия не окажется следов утяжки, то оно считается годным; в противном случае изделие возвращается на повторную надрезку и ломку. Надрезка и ломка повторяется до тех пор, пока в изделиях не останется следов утяжки.

В табл. 23 указана длина надрезаемых для ломки концов в зависимости от размера и вида изделий.

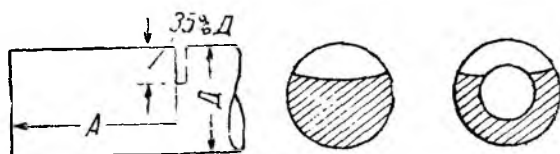
Таблица 23

Длина надрезаемых для ломки концов с утяжкой

Прутки диаметром, мм	Профили площадью сечения, мм	Трубы, наружным диаметром, мм	Длина над- резаемого конца А, мм
32—50	800—1200	50—75	100—150
51—75	1250—4000	76—100	175—200
76—100	4250—7850	свыше 100	225—250

Глубина надрезки не должна превышать 35—40% диаметра изделия. На фиг. 97 заштрихованной показана часть поперечного сечения прутка и трубы, в плоскости которой происходит разлом изделия.

При резке на дисковых пилах наблюдаются почти все те же виды брака, что и на ленточных пилах, и кроме того — брак в виде большей глубины надрезки изделий под ломку чем требуется. В этом слу-



Фиг. 97. Надрезка и ломка задних концов изделий для обнаружения утяжки.

чае, если утяжка не слишком велика, она закрывается заусенцами и делается незаметной. Поэтому изделие должно быть подвергнуто вторичной ломке. В некоторых случаях скрытая таким образом утяжка может попасть в годную продукцию.

### 3. Термическая обработка

Термической обработкой называется операция, состоящая из нагрева изделия до определенной температуры, выдержки при этой температуре и затем охлаждения до комнатной температуры. В зависимости от условий нагрева и охлаждения термическая обработка делится на отжиг, закалку и отпуск. В свою очередь отжиг подразделяется на нормальный или полный отжиг, и низкотемпературный или легкий.

**Нормальный отжиг.** Как указывалось выше, в главе VI, механические качества металлов и сплавов в процессе волочения изменяются: твердость и сопротивление разрыву увеличиваются, а удлинение уменьшается. Это явление упрочнения, называемое наклепом, особенно хорошо заметно при волочении пресованной или отожженной трубной заготовки небольшого размера. До волочения эти изделия настолько мягки, что, взятые за один конец, они под действием собственного веса легко изгибаются. После волочения они становятся настолько прочными, что сгибание их требует приложения некоторой силы. С каждым последующим волочением металл становится все тверже, прочнее и вместе с тем менее пластичным, т.е. менее пригодным к дальнейшему волочению. Чтобы вернуть металлу его первоначальные пластические свойства, он должен быть отожжен, т.е. нагрет до определенной температуры, выдержан при этой температуре и охлажден.

Температура нагрева труб и прутков при нормальном отжиге устанавливается в зависимости от материала и размера изделий, конструкции печи и т.д. Так, например, в случае отжига латунных сплавов в пламенных печах, температура в последних поддерживается в пределах 500—650°, при отжиге меди — 550—720°, мельхиора — 710—760°, алюминия — 350—450° и т.д. Более низкие температуры, как правило, берутся при отжиге мелких, легко прогреваемых изде-

лий, и, наоборот, при отжиге крупных массивных труб и прутков нагрев производится до более высоких температур.

В некоторых наиболее ответственных случаях, как, например, при отжиге наготово, когда требуется получить изделия со строго определенными механическими свойствами, качество отжига контролируется по степени нагрева самого металла, а не печного пространства, как это было указано выше. В этом случае температура нагрева берется на 30—80° ниже температуры печи. Вообще отжиг указанных металлов и сплавов может быть произведен при более низких температурах, но тогда время нагрева изделий значительно возрастет, а производительность печи упадет. Поэтому отжиг ведут при более высоких температурах.

Кроме температуры на качество отжига влияют время выдержки (время пребывания) изделий в печи и вес садки, т. е. вес отжигаемой партии изделий. При недостаточном времени выдержки и большом весе садки качество отжига будет явно неудовлетворительным, так как изделия, находящиеся в середине садки, не успеют прогреться. Для получения полного отжига требуются примерно следующие выдержки:

При весе садки	500 — 1000 кг	выдержка	25 — 30 мин.
»	1000 — 1500 »	»	40 — 50 »
»	1500 — 2000 »	»	50 — 75 »

В зависимости от размеров изделий (наружных диаметров и толщины стенок) эти данные могут быть изменены в ту или другую сторону. Так, например, при отжиге труб с наружным диаметром свыше 150 мм и толщиной стенки больше 10 мм время выдержки должно быть увеличено:

При наружном диаметре	150 — 200 мм	. . . . .	на 10 мин.
»	»	»	» 15 »
»	»	»	» 20 »
»	»	»	» 25 »
»	»	»	» 30 »

В табл. 24 приведены данные по режиму нормального отжига труб и прутков в пламенных печах.

Условия охлаждения меди, алюминия, мельхиора и большинства латунных сплавов не оказывают какого-либо влияния на их механические свойства. Поэтому нагретые изделия после выгрузки из печи обычно охлаждаются на воздухе, или же в воде, если требуется ускорить обработку. Латунные сплавы с содержанием меди менее 65%, из-за возможной закалки, замачивать в воде не рекомендуется.

В случае отжига дуралюминия, способного принимать закалку не только при охлаждении в воде, но и на воздухе, охлаждение должно производиться с соблюдением определенных требований. Так, например, для получения высококачественного отжига дуралюминия его необходимо нагреть до температуры 390—420°C, выдержать при этой температуре не менее 30 минут и затем медленно охладить до 230—260°C; скорость охлаждения при этом не должна превышать

Режим нормального отжига труб в пламенных печах

Изделия	Размеры изделия		Максимальный вес садки при длине изделий		Температура в печи °С	Время нахождения металла в печи не менее минут	Время выдержки при заданной температуре в печи не менее минут
	наружный диаметр	толщина стенки	от 4100 до 5500 мм	от 1000 до 4900 и от 5600 до 7500 мм			
1	2	3	4	5	6	7	8
Трубы: Л62 Л68 ЛО70-1	3—56	0,5—0,75	550	800	500—550	40	25
	4—30	0,8—1,4	1500	2000	550—600	60	40
	31—70	0,8—1,4	700	1000	550—600	45	30
	6—20	1,5—1,9	1600	2000	600—650	60	45
	21—40	1,5—1,9	1600	2000	580—630	60	45
	41—100	1,5—1,9	900	1300	550—600	50	35
	7—50	2,0—2,5	1600	2000	600—650	60	45
	51—100	2,0—2,5	1200	1600	580—630	50	35
	15 и более	2,6—5,0	2000	2500	600—650	60	40
	15 и более	5,1 и более	2000	2500	600—650	75	50
Трубы медные	до 30	0,5—1,4	1000	1500	550—600	50	35
	10—50	2,7	1500	2000	680—720	60	40
	51—350	2—3,5	1000	1500	650—700	45	30
	51—350	3,6—5	1500	2000	680—720	50	35
	51—350	5,1—7	2000	3000	680—720	55	35
	51—350	7,1—10	2500	3500	680—720	65	45
	51—350	10 и более	3000	4000	680—720	75	60

Режим легкого отжига готовых труб и прутков в электрической печи ШНЦ

Изделия	Размер изделий от до мм		Выдержка минут при данной температуре и весе садки кг до					Температура °С			Выгрузка труб мягких при температуре в металле	
	наружный диаметр	толщина стенки	500	1000	2000	35000	5000	металла	печи	потенциометра		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Трубы	3—15	0,5—0,75	20	30					330—360	до 375	380	360
	4—30	1,0	25	30—40	40—50	50—60	60—70	330—370	350—410		420	400
Л62	31—60	1,0	20	30—35	40—45	50—55	60—65	320—360	350—400		410	390
Л68	6—30	1,2—1,8	30	35—40	50—60	60—70	65—75	330—380	350—420		430	410
ЛО7)-1	31 и больше	1,2—1,8	25	35—40	45—50	55—60	65—70	330—370	350—410		420	400
	8—30	2—2,5	30	40—45	50—55	60—65	70—80	330—390	350—420		430	420
	31 и больше	2—2,5	25—30	40—45	50—60	65—70	70—75	330—380	350—410		420	410
	10 »	3—4	30—35	40—50	55—60	65—75	75—85	340—390	360—430		440	430
	15 »	4,5 и больше	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	350—400	360—430		440	430
Прутки ЛС59	6—14	—	20	30	40	50	60	320—340	360—410		420	
	15 и больше	—	10	20	25	30	40	280—300	350—400		410	
Л62	6—14	—	15	25	35	40	50	300—330	310—390		400	
ЛО62	15—36	—	10	15	20	25	30	270—290	330—380		390	
ЛЖМ	6—14	—	20	30	40	45	55	290—320	350—400		410	
	14—38	—	10	20	25	30	35	250—290	330—390		400	
Каро	24—40	—	40	40	45	45	45	270—300	300—330		340	

30° в час. При достижении 230—260° дуралюминий может быть охлажден на воздухе без опасения закалки.

Выше было указано, что различные металлы наклепываются неодинаково быстро; например, при одинаковой степени деформации латунные сплавы и дуралюминий приобретают наклеп гораздо скорее, чем медь. Поэтому трубы из латунных сплавов и дуралюминия всех размеров подвергаются отжигу обычно через один-два прохода; медные же и мельхиоровые трубы мелких и средних размеров (диаметром до 100 — 130 мм) обычно тянутся без отжига. Медные трубы более крупных размеров, в целях облегчения волочения и сокращения количества обрывов, подвергают отжигу через один-два прохода.

Прутки всех сплавов, имеющие, как правило, однократное волочение, не отжигаются. Сложные профили, требующие нескольких волочений (например турбинные лопатки), отжигают через каждый проход.

Легкий или низкотемпературный отжиг, как показывает и само название, производится при более низкой температуре, чем нормальный. Легкому отжигу подвергают готовые трубы, прутки и профили, изготавливаемые из медноцинковых сплавов Л62, Л68, ЛО70-1 и др. Цель этого отжига, как указывалось в главе VI, состоит в том, чтобы снять внутренние напряжения в наклепанном сплаве, улучшить его механические свойства и придать ему стойкость против воздействия окружающей среды, например некоторых паров, газов и пр. Изделия из латунных сплавов, не прошедшие после волочения легкого отжига, склонны к растрескиванию.

В табл. 25 приведены основные данные, определяющие условия легкого отжига труб и прутков в случае использования для этой цели электрических шахтных печей с принудительной циркуляцией воздуха.

Охлаждение изделий, подвергнутых легкому отжигу, обычно производится на воздухе.

Закалка и отпуск применяются преимущественно в производстве труб, прутков и всевозможных профилей из дуралюминия и значительно реже из сплавов на медной основе. Временное сопротивление разрыву и твердость закаленного и подвергнутого старению (отпуску) дуралюминия, по сравнению с отожженным, возрастают примерно в два раза. Поэтому указанной операцией в производстве различных изделий из дуралюминия пользуются весьма широко.

Отличительной особенностью закалки дуралюминия является тот сравнительно узкий интервал (предел) температур, до которых металл должен быть нагрет перед охлаждением. Рабочую температуру в печах или селитренных ваннах для нагрева дуралюминия под закалку обычно поддерживают в пределах 495—505°. При температуре ниже 490° материал получит неполную закалку и будет иметь пониженную крепость, а при нагреве до 510—515° будут наблюдаться перегрев и пережог, что также даст ухудшение механических свойств.

Время выдержки при нагреве дуралюминия под закалку устанавливается в зависимости от ряда факторов, как-то: от размера изде-

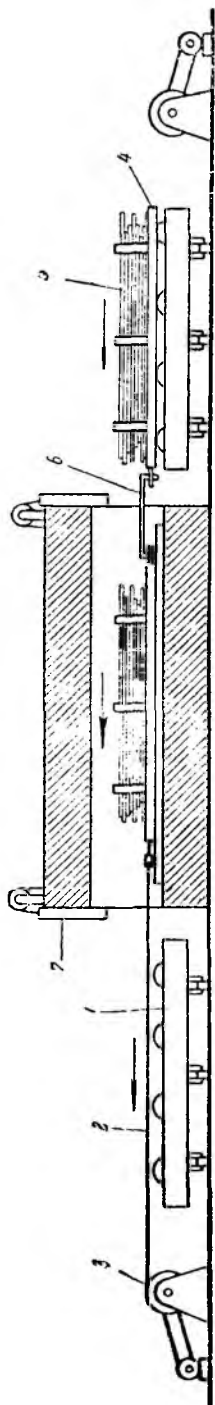


Рис. 98. Схема устройства отжигательной печи с загрузочными приспособлениями.  
1 — платформа, 2 — трос, 3 — лебедка, 4 — изделие, 5 — корзина, 6 — крюк, 7 — крышка.

лий, веса садки, способа укладки перед нагревом и т. д. Так, например, при нагреве в селитренных ваннах труб с толщиной стенки в 1 мм будет достаточной выдержка 15 мин., при толщине стенки 3 мм и больше 30—45 мин.

Охлаждение под заалку изделий обычно производится в холодной воде при температуре не выше 25°. Переноска нагретых изделий в закалочные баки должна производиться быстро, не дольше как 5—10 секунд. Закалка в более нагретой воде и замедленное охлаждение вызывают понижение прочности материала. Для получения изделий с чистой блестящей поверхностью закалку рекомендуется производить в подкисленной воде.

Повышение механических свойств дуралюминия после закалки происходит не сразу, а по прошествии некоторого времени, называемого временем старения. При комнатной температуре старение длится 6—7 суток, при нагреве же до 120—180° оно сокращается до 4 часов. Поэтому в целях сокращения длительности обработки изделия подвергают искусственному старению или отпуску, представляющему собой нагрев изделий в печах до 120—180°. В других же случаях, когда использование закаленных изделий предполагается по прошествии значительного времени, старение материала происходит при его хранении на складе.

Для осуществления всех перечисленных выше видов термической обработки применяются печи различных конструкций. Однако наибольшим распространением пользуются печи: пламенные, отапливаемые каменным углем или мазутом, электрические камерные и селитренные ванны, обогреваемые электричеством и реже путем сжигания газов, мазута и др.

Рассмотрим вкратце устройство этих печей.

На фиг. 98 показано устройство пламенной печи, отапливаемой каменным углем и оборудованной механическим загрузочным приспособлением.

Загрузка и выгрузка изделий производится с двух противоположных сторон



печи, для чего с каждой стороны имеются подвижные платформы 1 с подвижными «корзинами» 4. Изделия 5, подлежащие отжигу, загружаются на корзину, вместе с которой они втягиваются в печь при помощи троса 2 и лебедки 3. Указанное устройство позволяет производить загрузку и выгрузку одновременно, что увеличивает производительность печи.

Работа на печи производится в следующем порядке. В печи всегда находится корзина с отжигаемыми изделиями, в то время как другая, с подготовленными к отжигу изделиями, находится на подвижной платформе. По окончании отжига корзину, находящуюся в печи, сдвигают крюком 6 с корзиной, находящейся снаружи печи, и затем при помощи лебедки и троса вытаскивают корзину из печи на свободную платформу. Одновременно с этим в печь втягивается корзина с подготовленными изделиями.

После того как отожженные изделия остынут, их снимают с корзины и передают сначала в травильный, а затем в промывной бак. На освободившуюся корзину загружается новая партия изделий. Во время нагрева изделий крышки 7 печи закрываются с обеих сторон. Проверка температуры в печи производится при помощи термопар. Печи указанной выше конструкции значительно устарели и не соответствуют современному уровню техники. Основными недостатками этих печей являются:

1) Неэкономичность, т. е. большие потери тепла, уносимого с газами в трубу, а также вследствие сквозняков, возникающих в печи при одновременном открывании крышек с обеих сторон во время загрузки—выгрузки изделий.

2) Тяжелая работа кочеваров, на обязанности которых, помимо загрузки топлива в топку, лежит чистка колосников и удаление гари из топки.

3) Неизбежная грязь вокруг печи от каменного угля и гари.

4) Загрязнение атмосферы цеха дымом и копотью.

5) Необходимость транспортировки топлива и гари.

6) Трудность получения равномерного отжига.

Большим преимуществом пламенных печей является довольно высокая производительность, простота обслуживания и сравнительно низкая стоимость.

Пламенные печи наиболее пригодны для нормального отжига изделий из меди и ее сплавов, нагреваемых обычно до 600—750°. Для легкого отжига эти печи, ввиду трудности получения сравнительно одинаковых температур в различных зонах печного пространства, мало пригодны.

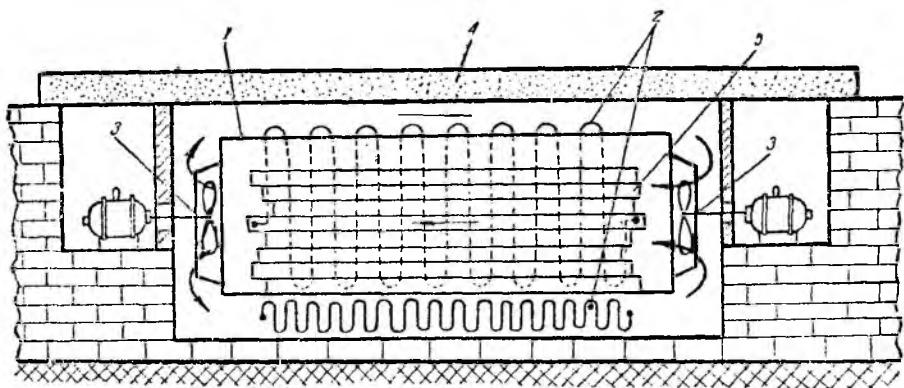
За последнее время для различных видов отжига труб и прутков стали широко применять электрические печи различных конструкций. Нагревание изделий в них происходит за счет тепла, излучаемого нагревательными элементами, по которым проходит электрический ток. Нагревательные элементы представляют собой спирали, изготовляемые из проволоки или полос высокого электросопротивления, и вставляемые в стены, под и свод печи. Загрузка изделий происходит при помощи платформ,двигаемых в печь, или через верх печи, если она

устроена в полу цеха. В последнем случае свод печи, заменяющий собой крышку печи, отодвигается в сторону.

На фиг. 99 показано устройство такой печи. Основными деталями ее являются корпус или экран 1, в который помещаются отжигаемые изделия, электрические нагревательные элементы 2, вентиляторы 3, предназначенные для принудительной циркуляции нагретого воздуха в печи, и крышка 4, надвигаемая на время нагрева изделий в печь.

Надежная тепловая изоляция и постоянная циркуляция горячего воздуха обеспечивают равномерную температуру во всех точках печного пространства, создавая тем самым наиболее благоприятные условия для легкого отжига.

Для нормального отжига дуралюминия, требующего после отжига медленного охлаждения, наиболее пригодными являются электрические конвейерные печи. Эти печи в основном представляют со-



Фиг. 99. Шахтная электронагревательная циркуляционная печь.

1 — экран, 2 — нагревательные элементы, 3 — вентилятор, 4 — крышка, 5 — изделия.

бой длинные, до 40 м, камеры, открытые с обеих торцевых сторон. Под такой печи представляет собой широкую замкнутую цепь — конвейер, приводимый в движение от электромотора. Электрические нагревательные элементы расположены с входной стороны камеры, где и происходит нагрев изделий, движущихся вместе с конвейером. Другая часть камеры, не имеющая нагревательных элементов, предназначена для охлаждения изделий.

Скорость движения конвейера и температура в зоне нагрева устанавливается в зависимости от отжигаемого материала, размеров изделий, способа их укладки и т. д.

При замедленном движении конвейера нагретые изделия, проходя через зону охлаждения, успевают до такой степени остыть, что дальнейшее охлаждение их на открытом воздухе опасности закалки уже не представляет.

Преимущество электрических печей по сравнению с пламенными заключается:

- а) в более высоком качестве отжига,
- б) экономичности,

- в) в чистоте рабочего места,
- г) полном отсутствии дыма и копоти,
- д) удобстве и простоте обслуживания,
- е) отсутствии необходимости транспортировать топливо и гарь.

Селитренные ванны. Узкий интервал температур, до которых должен быть нагрет дуралюминий перед закалкой, требует применения специальных нагревательных устройств. Основными условиями в данном случае являются возможность получения равномерного прогрева изделий с точностью до  $\pm 5^\circ$ , быстрота нагрева, экономичность, высокая производительность и т. д. Этим требованиям наиболее полно отвечают селитренные ванны, нагревательной средой которых служит расплавленная смесь калиевой и натриевой селитры.

Селитренная ванна представляет собой стальной или чугунный тигель, обогреваемый путем сжигания под ним топлива, или же при помощи электрических нагревательных элементов, помещаемых внутри или снаружи тигля. В качестве топлива используются нефть или газ, но не уголь, так как последний, в случае прогорания тигля, образует с селитрой взрывчатую смесь.

Устройство селитренной ванны с внутренним нагревом состоит в том, что в кирпичную кладку вмазывается металлический тигель, у дна которого располагаются электрические нагревательные элементы. При прохождении электрического тока по нагревательным элементам последние нагреваются, отдавая тепло помещенной в тигель селитре, тем самым разогревая и расплавляя ее. При помощи специальной аппаратуры температура расплавленной селитры поддерживается в необходимых пределах.

Изделия, подлежащие закалке или отжигу, погружаются в расплавленную селитру, нагреваются до заданной температуры и затем после некоторой выдержки, переносятся в закалочные или промывные баки.

Для загрузки ванн применяют азотно-натриевую и азотно-калиевую соли или, что то же, натриевую или калиевую селитры, смешиваемые в равных количествах.

Нагрев смеси этих солей производится до  $260\text{--}540^\circ$ , но не выше, так как при  $550\text{--}600^\circ$  смесь может воспламениться.

Измерение температуры в печах и в металле производится при помощи особых приборов — термоэлектрических пирометров. Основными деталями пирометра являются термопара и гальванометр. Термопара состоит из двух проволочек, изготовляемых, как правило, из двух различных металлов. Одни концы проволочек путем пайки соединяются вместе, другие же концы присоединяются к гальванометру.

Место спая проволочек обладает свойством возбуждать электрический ток при нагревании. Гальванометр — это электроизмерительный прибор, назначение которого в данном случае состоит в измерении электродвижущей силы, возникающей в месте спая проволочек при нагревании. С повышением температуры величина электродвижущей силы возрастает, что немедленно и отмечается стрелкой гальванометра. Для удобства пользования шкала гальванометра разбита на градусы.

При пользовании термопарой место спая проволочек помещают в то место печи, или металла, температуру которого желают определить.

При нагреве во время отжига поверхность медных, латунных и бронзовых изделий покрывается весьма твердой и хрупкой окалиной. Для предохранения волоочильного инструмента и самого изделия от царапин и рисок эта окалина удаляется путем травки отожженных изделий в водном растворе серной кислоты (химический знак  $H_2SO_4$ ). Крепость раствора берется равной 10—12%. В целях ускорения травки раствор должен быть нагрет до 50°. При меньшем содержании серной кислоты и более низкой температуре раствора процесс травки замедляется.

При травке изделия опускаются в травильный бак, наполненный указанным раствором, где и выдерживаются в течение 15—20 мин. Кроме того в процессе травки изделия не менее двух раз извлекаются из раствора, чтобы дать ему возможность вытечь из труб, после чего вновь погружаются в раствор.

Для удаления остатков серной кислоты, отставшей окалины и медной пыли, изделия после травки должны быть промыты. Промывка производится в воде, нагретой до 50—60°. При этом изделия подвергаются троекратному погружению в бак с проточной водой и тщательной промывке сильной струей воды из брандспойта. В случае промывки в холодной воде изделия сохнут слишком долго и потому не могут быть сразу переданы на волоочильные станки.

Дуралюминий после термообработки обычно не травят, и лишь только в случае необходимости (для удаления следов от сгоревшей смазки и различных загрязнений), изделия подвергают травке, сначала в 10%-ном растворе едкой щелочи (каустике), а затем в 15%-ном растворе азотной кислоты.

После травки в растворе едкой щелочи изделия покрываются равномерным темным налетом, представляющим собой выделившуюся из дуралюминия и нерастворившуюся медь. При последующей травке дуралюминия в растворе азотной кислоты медь растворяется и изделие приобретает чистую серебристого вида поверхность.

Удаление остатков кислоты производится путем промывки изделий в чистой горячей воде.

Травильные и промывные баки обычно делают деревянные с обивкой внутри листовым свинцом. Нагрев раствора серной кислоты и воды для промывки производится паром.

Загрузка и разгрузка корзин и опускание изделий в травильные и промывные баки производится при помощи подвижных электроталей.

**Брак при термообработке.** Термическая обработка среди ряда других операций является наиболее сложной и ответственной, требующей большого опыта, знаний свойств обрабатываемых металлов, умения правильно обслуживать печи и ванны и т. п. Всевозможные ошибки и нарушения в выполнении установленных режимов термообработки часто приводят к окончательному или трудно исправимому браку целых партий изделий.

При термообработке наблюдаются следующие виды брака:

Неполная закалка, происходящая вследствие недостаточно высокой температуры нагрева изделий, малого времени выдержки, замедленного охлаждения после нагрева и применения для закалки подогретой воды. Этот вид брака сказывается в виде пониженных механических свойств материала.

Неравномерные закалка и отжиг обычно наблюдаются на более длинных трубах и прутках в случае неравномерного нагрева их по длине. Механические свойства материала при этом получаются также неоднородными по длине.

Брак по неполной и неравномерной закалке и отжигу может быть исправлен повторением операций.

В случае пережога дуралюминия последний покрывается черным налетом окислов меди.

Перегрев, т. е. нагрев металла до более высокой температуры или нагрев при увеличенном времени выдержки, в результате чего механические свойства металла ухудшаются (удлинение и, частично, сопротивление разрыву уменьшаются), а поверхность изделий покрывается более толстым слоем окалины. Незначительный перегрев может быть исправлен последующей обработкой.

Пережог, появляющийся при чрезмерно высокой температуре нагрева. Пережог характеризуется сильным падением сопротивления разрыву и удлинению. Вследствие окисления металла по границам кристаллов пережог ведет к разрушению изделий при обработке. Поверхность изделий при пережоге покрывается толстым слоем окалины.

Пережог никакой обработкой исправлен быть не может.

Недогрев — недоотжиг, т. е. отжиг при низкой температуре или при недостаточном времени выдержки, в результате чего пластические свойства металла возвращаются не полностью: металл остается в полужестком состоянии, мало пригодным к волочению. При недостаточном отжиге готовой продукции механические свойства изделий (особенно удлинение) получаются неудовлетворительными.

Практически при низкой температуре отжига и малом времени выдержки недостаточно отожженными оказываются изделия, находившиеся в середине садки.

Недоотжиг может быть исправлен вторичным, правильным отжигом.

Плохая травка. Низкая температура и концентрация (крепость) раствора, а также недостаточное время выдержки изделий в травильном баке приводят к тому, что на поверхности изделий остается окалина, которая не исчезает и после промывки изделий.

Плохая промывка. Промывка холодной водой и неполное удаление воды и раствора перед повторным опусканием изделий в промывной бак приводят к тому, что на изделиях остаются окалина, медная пыль и следы серной кислоты. После высыхания изделий эти остатки выкристаллизовываются на концах изделий в виде белого или зеленоватого налета.

Наиболее тщательно требуется производить травку и промывку труб с диаметром до 20—25 мм, так как эти трубы более других под-

вержены смятию и искривлению при отжиге вследствие чего расгвор и вода не всегда могут заполнить отверстия труб.

Плохая травка и промывка могут быть исправлены повторением этих операций.

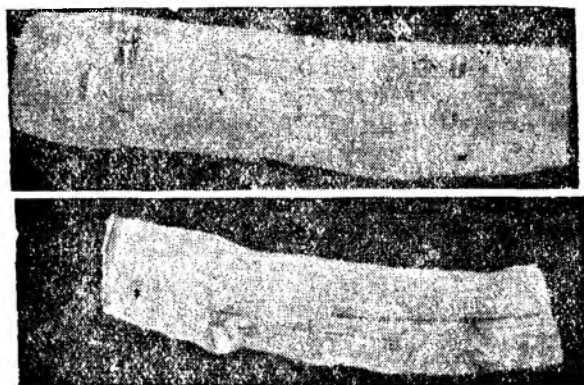
Мятые и забитые изделия. Металл, будучи нагрет до температуры отжига, легко подвергается механическому повреждению. При неосторожном подъеме с корзин, опускания в травильные и промывные баки и т. п., изделия мнутся и забиваются. Этот вид брака особенно опасен при отжиге готовой продукции, когда вмятины и забоины уже не могут быть исправлены.

Цвета побежалости на мельхиоровых трубах. По техническим условиям готовые мельхиоровые трубы, сдаваемые в отожженном состоянии, не должны иметь на своей поверхности следов окалины и цветов побежалости (тонкой пленки окислов). Поэтому мельхиоровые трубы отжигаются в специальных муфелях (коробах или трубах). Перед загрузкой в муфели мельхиоровые трубы протираются ветошью, смоченной керосином, после чего вытираются насухо. Между крышкой муфеля и трубами прокладываются асбестовые листы; лист, прилегающий к трубам, смачивается керосином. Керосин, сгорая за счет находящегося в муфеле кислорода, тем самым предохраняет трубы от окисления. Для большей герметичности края асбестовой прокладки в муфеле замазываются огнеупорной глиной с асбеститом, а на фланцы муфеля под крышку кладется асбестовая бумага.

Исправление брака по цвету побежалости может быть произведено путем травки мельхиоровых труб в водном растворе серной кислоты и хромпика.

#### 4. Шабровка, чистка на проволочных щетках, рубка и строжка

Как указывалось выше, прессованная заготовка обычно бывает поражена пороками: шлаковыми и газовыми включениями, запрессованной окалиной и т. п. Наиболее часто эти виды брака наблюдаются на изделиях из меди; на латунных сплавах они встречаются сравнительно редко.



Фиг. 100. Вид пузырей снаружи и внутри стружки, вырубленной из медной трубы.

Для более полного вскрытия пороков заготовка должна быть подвергнута трех-четырёхкратному волочению, что примерно соответствует двукратной вытяжке. При волочении указанные пороки вытягиваются и приобретают форму плен. После отжига газовые включения вздуваются в виде пузырей на поверхности изделий, а шлаки и окалина вырисовываются в виде прерывистых, вытянутых вдоль изделия раковин, содержащих внутри себя черную окалину или шлак. Вместе с тем довольно часто наблюдаются случаи, когда шлак и окалина сверху бывают закрыты внешне здоровым металлом. Обнаружение пороков в этих случаях требует некоторого навыка. На фиг. 100 и 101 показаны пузыри и запрессованная окалина на кусках стружки, вырубленной из медной трубы.



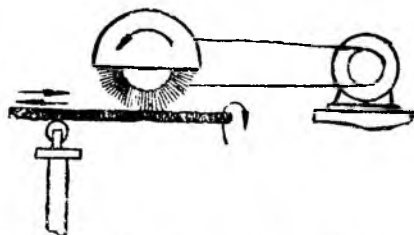
Фиг. 101. Вид запрессованной окалины в стружке, вырубленной из медной трубы.

Удаление вскрытых пороков может быть произведено путем шабровки, чистки на проволочных щетках, рубки пневматическими зубилами и строжки специальными кольцами.

Шабровка применяется преимущественно в тех случаях, когда величина пороков незначительна и они расположены сравнительно редкими участками, а также при обработке сложных профилей, когда другие способы не применимы. Шабер — инструмент, которым производится шабровка, представляет собой стальную полосу, с одного конца за-



Фиг. 102. Шабер.



Фиг. 103. Чистка труб на проволочных щетках.

гнутую в виде крючка (фиг. 102). Загнутый конец закален и остро заточен; другой конец шабера снабжается деревянной ручкой. Процесс шабровки заключается в соскабливании с изделия острым концом шабера тонкой стружки металла вместе с пленами и раковинами.

Чистка на проволочных щетках применяется в тех случаях, когда мелкие, неглубокие пороки рассеяны по всей поверхности изделия. Чистка изделий производится проволочной щеткой, имеющей форму «ерша». При помощи электромотора эта щетка приводится во вращательное движение. Для удаления пороков изделие подносится к щетке с нижней стороны (фиг. 103). В результате быстрого вращения щетки острые концы стальной проволоки отрывают от изде-

ля мелкие частицы металла, а вместе с ними удаляют и пороки. Для чистки всей поверхности изделие перемещается вперед и назад при одновременном поворачивании его вокруг своей оси.

**Р у б к а.** Крупные плены и раковины, залегающие на значительной глубине, удаляются при помощи зубил, укрепленных в пневматических молотках. Молотки работают от сжатого воздуха, подводимого к ним при помощи резиновых шлангов. Под действием частых ударов бойка зубило врезается в изделие и отделяет от него вместе с пороками стружку толщиной 1—1,5 мм и шириной 20—30 мм.

Рубке подвергают обычно только медные трубы диаметром 150 мм и выше и с толщиной стенки 7—10 мм.

**С т р о ж к а.** В случае массовых и глубоких плен, как это часто наблюдается на прутках сплава Каро, удаление плен производится при помощи строжки прутков специальными кольцами с острой гранью. Строжку производят на волочильном станке путем протя-

гивания прутка через кольцо, поставленное острыми гранями навстречу движению прутка; при этом с прутка сострагивается стружка толщиной 0,2—0,3 мм (фиг. 104). После нескольких строжек поверхность прутков становится совершенно чистой и свободной от плен.

Сравнивая различные способы удаления плен, раковин и пр., нужно отметить значительные потери металла при рубке и строжке.

При построении технологического процесса для того или иного вида изделий весьма важно правильно указать очередность среди других операций шавровки, рубки и т. д., так как после этих

операций на изделиях остаются довольно крупные следы, которые при недостаточном количестве волочений могут оказаться незатянутыми.

Обычно медные трубы после прессовки шавруют через 2—3 прохода, а подвергают рубке через 3—4 прохода. Чтобы места шавровки и рубки затянулись, необходимо шавровку производить за 1—2 прохода до волочения начисто, а рубку — не менее чем за 3 прохода.

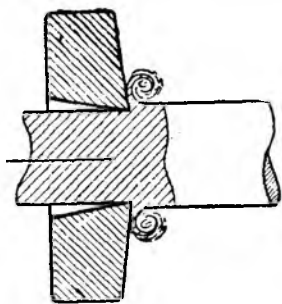
Незначительные плены и раковины, вскрывающиеся после волочения начисто, устраняются путем легкой шавровки и зачистки; крупные же, если позволяет длина изделия, вырезаются на ленточной пиле. Изделия, которые после вырезки брака становятся короче требующейся длины, перетягиваются на другие размеры.

Браком, чаще всего окончательным, на указанных операциях является пропуск в обработанную продукцию изделий с неудаленными пороками.

## 5. Правка труб и прутков

В большинстве случаев изделия после волочения выходят более или менее изогнутыми по длине. Причины, порождающие кривизну, были нами рассмотрены выше<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> См. раздел X, § 2 «Брак при работе на волочильном станке».

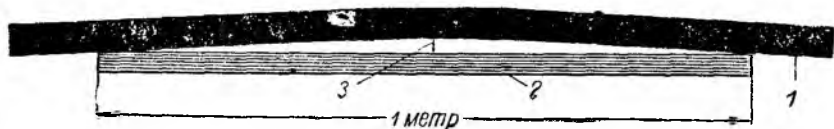


Фиг. 104. Строжка сильнопленистых прутков.



Степень кривизны определяется величиной зазора, образуемого между вогнутой стороной изделия 1 и контрольной линейкой 2 (фиг. 105). В технических условиях на трубы и прутки в большинстве случаев указывается, что допустимая кривизна не должна превышать 5 мм на 1 м длины. На фиг. 105 показан способ измерения кривизны.

Ввиду того что кривизна изделий после волочения часто не укладывается в установленные нормы, приходится вводить дополнительную



Фиг. 105. Измерение кривизны изделий.

операцию — п р а в к у. В зависимости от формы и размеров изделий правка производится вручную или на специальных правильных машинах.

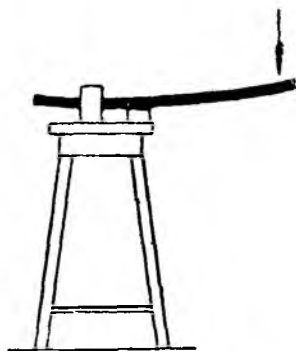
Ручной правке подвергаются преимущественно круглые, квадратные, шестигранные и прямоугольные прутки, полосы, специальные профили и, реже, трубы. Ручная правка основана на перегибании изделия в сторону, противоположную кривизне. Для этого пользуются особыми стойками, на которых укреплены деревянные колодки с соответствующими вырезами. На фиг. 106 показано положение изделия в момент правки, стрелкой показано направление, в котором рабочий перегибает изделие.

Некоторые виды изделий (например, различные полосы и профили, идущие заказчику без волочения; мелкие прутки, сдаваемые в отожженном виде) правятся при помощи деревянных молотков. Правка в этих случаях производится на стальных или чугунных плитах.

Ручная правка является методом устарелым и на современных заводах заменяется правкой на специальных правильных станках.

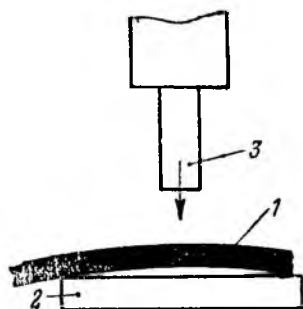
Правка крупных прутков и толстостенных труб диаметром 30—100 мм производится на механических и гидравлических прессах. Способ правки указан на фиг. 107. Изделие 1 кладется на плиту 2 вогнутой стороной вниз; шток 3, двигаясь сверху вниз, с силой надавливает на выгнутую сторону изделия и, таким образом разгибая его, делает прямым.

Правка мелких труб и прутков диаметром до 10—12 мм может быть произведена в станке с несколькими рабочими роликами, на цилиндрической поверхности которых имеются канавки. Расположение роликов и принцип работы станка указаны на фиг. 108. Мотор приводит во вращательное движение ролики, а последние, вращаясь, увле-



Фиг. 106. Ручная правка кривых изделий.

кают изделие. Кривое изделие, проходя по роликам, подвергается неоднократным изгибам, в результате которых изделие выправляется. Для получения большей прямизны рекомендуется изделие пропустить через станок вторично. Невозможность получения совершенно ровных изделий после однократной правки является отрицательным свойством станка.

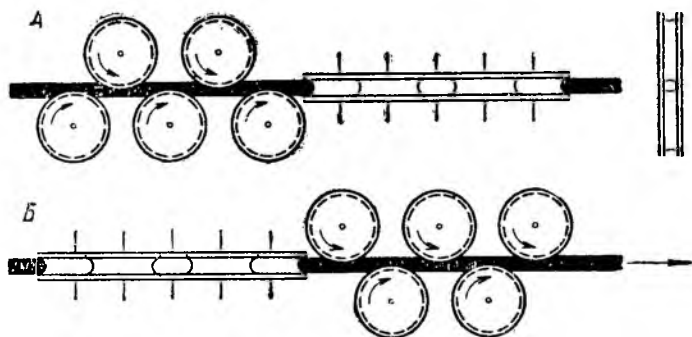


Фиг. 107. Правка кривых изделий на прессе.

Для правки шестигранных радиаторных труб с успехом применяются станки, рабочим инструментом которых являются деревянные, состоящие из двух половинок, втулки длиной 0,8 м. Отверстия этих втулок в средней своей части имеют три плавных изгиба со стрелой прогиба, равной 12—15 мм, диаметр отверстия подбирается в зависимости от размера труб. Так, например, для шестигранных труб размером 7 мм (между плоскостями) и с толщиной стенки 0,15 мм отверстие берется равным 10—11 мм. При помощи ременной передачи от мотора втулка приводится во вращательное движение (фиг. 109).

В целях удлинения срока службы втулок в их отверстия вставляются железные или латунные трубки, изогнутые по форме канала втулки.

Обслуживание станка производится двумя рабочими, причем первый из них задает кривую трубу во втулку, а второй, вытягивает уже выпрямленную трубу с другого конца втулки. Труба,



Фиг. 108. Схема устройства трубоправильного роликового станка.

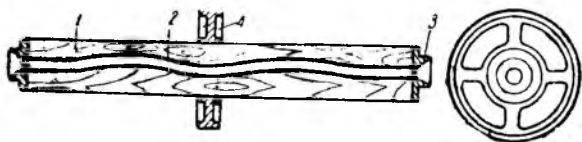
А — вид сбоку, Б — вид сверху.

проходя через втулку подвергается последовательным перегибам в соответствии с формой отверстия и делается таким образом прямой.

Указанные выше станки и приспособления для правки труб и прутков отличаются сравнительно низкой производительностью. Лишь при ручной правке в этих стойках, когда изделия имеют небольшую кривизну, производительность резко возрастает, превышая производительность некоторых станков.

К числу быстроходных и наиболее производительных машин относятся машины с гиперболоидальными правильными валками. На фиг. 110 показано расположение валков такой машины и принцип их работы.

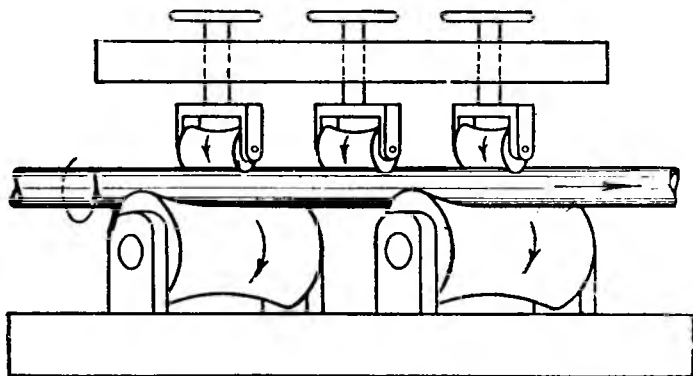
Верхние и нижние валки расположены под некоторым углом к направлению движения трубы. Нижние валки установлены в неподвижных подшипниках и приводятся в движение от мотора через



Фиг. 109. Втулка трубоправильного станка.

1 — деревянная втулка, 2 — металлическая втулка, 3 — приемная воронка, 4 — приводной шкив.

шестеренную передачу. Верхние нажимные валки — холостые и приводятся во вращательное движение за счет трения о вращающуюся трубу. Благодаря особому устройству три верхних валка могут



Фиг. 110. Схема устройства трубоправильной машины с гиперболоидальными валками.

одновременно или порознь опускаться и подниматься, чем достигается требуемая степень нажима валков на трубу. Для подачи и вывода трубы из машины с той и другой стороны рабочих валков установлены направляющие ролики. Труба, будучи захвачена первой парой валков, приобретает вращательное и поступательное движение. Проходя таким образом через машину, труба становится прямой.

Машины с гиперболоидальными валками применяются для правки изделий диаметром до 300 мм.

Правку сложных профилей наиболее целесообразно производить методом растяжения. Сущность этого метода заключается в том, что кривые изделия подвергаются растяжению, в результате чего они удлиняются примерно на 2—3% и становятся прямыми. Происходящее

уменьшение площади поперечного сечения также редко превышает указанные 2—3%, что считается вполне допустимым.

Для этой операции обычно применяются специальные правильные машины и прессы, хотя могут быть приспособлены и обычные волочильные станки. В последнем случае, в целях органичения происходящего увеличения длины изделия, на одном из его концов делается надрез определенной глубины. В плоскости этого надреза при правке происходит разрыв изделия, освобождая таким образом его от действия беспрерывно движущейся цепи волочильного станка. К недостаткам правки растяжением относятся потери металла в виде оторванных или поврежденных зажимами концов изделия.

Брак в процессе правки — явление сравнительно редкое, но все же при неправильных приемах работы на ручной правке и небрежном отношении к готовой продукции он может получиться в виде забоин на профилях и вмятин на тонкостенных трубах. При правке на машинах с гиперболоидальными валками брак возможен в виде винтообразных вмятин на поверхности труб в случае несвоевременной замены сработавшихся валков или неправильной установки нажимных роликов.

## 6. Приемка готовых изделий и допуски

Готовые трубы и прутки перед выпуском из цеха подвергаются осмотру по поверхности, проверке размеров и, если оговорено в заказе, испытанию качества металла.

Основанием для приемки продукции служат общесоюзные стандарты (или, как их называют сокращенно, — ОСТы), обязательные для всех заводов, фабрик и пр. Обязательность ОСТов особо подтверждена Указом Президиума Верховного Совета СССР от 10 июля 1940 г. «Об ответственности за выпуск недоброкачественной или некомплектной продукции и за несоблюдение обязательных стандартов промышленными предприятиями». В тех же случаях, когда выпускаемая продукция не предусмотрена ОСТом, качество ее оговаривается в отдельных технических условиях, заключаемых поставщиком с заказчиком.

Точное и неуклонное выполнение стандартов и технических условий вызывает необходимость упорядочения технологии производства, образцового содержания оборудования, оснащения производства более совершенными приспособлениями и инструментами, а также повышения ответственности за работу во всех звеньях производственного аппарата.

Стандарты на трубы и прутки из цветных металлов и сплавов обычно включают в себе:

- а) название изделий и способ их получения,
- б) название металла или марки сплава,
- в) сортамент, т. е. размеры изделий с указанием допусков,
- г) технические условия на качественные показатели,
- д) правила приемки и методы испытания,
- е) указания об упаковке и маркировке.

Как видим, ОСТы содержат ряд требований, которые должны обеспечить заказчику получение доброкачественной продукции. В связи

с этим в трубоволочильном деле приобретает большое значение вопрос о проверке размеров и методах испытания качества изделий.

**Проверка размеров.** Во всяком производстве, особенно же в машиностроении, большую роль играет точность, с которой изготавливаются отдельные детали. Учитывая сложность и стоимость изготовления изделия, а также предъявляемые к нему требования, в практике обычно допускают некоторые колебания размеров и качества изделий. Но эти отклонения, как правило, не должны выходить за пределы некоторых норм. С развитием машиностроения и массового характера производства особую роль приобретает вопрос о взаимозаменяемости, т. е. такой точности изготовления деталей, которая обеспечивала бы замену одной детали другой без каких-либо подгонок. Так, например, благодаря взаимозаменяемости, все нормальные электрические лампы ввертываются в патроны без подгонки. Примером из цеховой практики могут служить плашки для тележек волочильных станков. Эти плашки для определенной группы станков в случае порчи заменяются новыми без подгонки, следовательно, плашки также взаимозаменяемы.

Взаимозаменяемость сокращает простой станков и машин и удешевляет стоимость ремонта. Особенно большое значение взаимозаменяемость имеет при массовом производстве сложных машин, станков, приборов и т. д. (например, в производстве автомобилей, где различные детали, изготавливаемые часто на других заводах, поступают в сборку без каких-либо подгонок.) Естественно, что такой способ производства, обусловленный определенными требованиями к точности изготовления, ускоряет выпуск машин и открывает широкие возможности для организации конвейерной системы производства.

Взаимозаменяемость может быть осуществлена только при условии выполнения определенных требований к размерам, изложенным в так называемой системе допусков. Для определения некоторых понятий, в системе допусков, пользуются следующей терминологией:

1. Номинальный размер означает основной расчетный размер.

2. Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

3. Верхним отклонением (допуском в плюс) называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером; верхнее отклонение обозначается знаком + (плюс).

4. Нижним отклонением (допуском в минус) называется разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером; нижнее отклонение обозначается знаком — (минус)

Поясним сказанное примером.

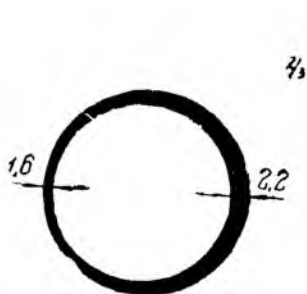
Пусть требуется изготовить прутки (болт) диаметром 100 мм, причем по условиям, предположим, использования этот прутки может иметь любой размер в пределах 99 и 101 мм, т. е., допустим, что заказчика такая точность прутка вполне удовлетворяет. На основании этих данных мы можем сказать, что

- 1) номинальный диаметр прутка равен 100 мм,
- 2) наибольший предельный диаметр равен 101 мм,
- 3) наименьший предельный диаметр равен 99 мм,

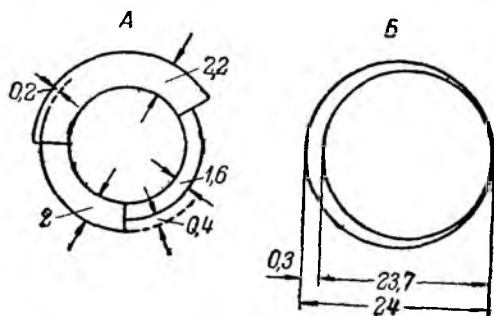
- 4) допуск на диаметр (101 мм — 99 мм) равен 2 мм,  
 5) верхнее отклонение по диаметру (101 мм — 100 мм) равно и обозначается +1 мм,  
 6) нижнее отклонение по диаметру (100 мм — 99 мм) равно и обозначается —1 мм.

Для краткости в таких случаях пользуются следующим способом обозначения: «пруток  $\varnothing 100 \pm 1$  мм». Это значит, что расчетный размер круглого прутка равен 100 мм, но допускаются отклонения от этого размера и в большую и в меньшую сторону по 1 мм. Стремиться делать в данном случае прутки с большей точностью нет смысла, так как это только удорожило бы производство. С точки зрения экономии металлов вообще нужно стремиться к изготовлению труб и прутков с минусовыми допусками.

В конце книги в качестве образца приведены выдержки из общесоюзного стандарта на медные цельнотянутые трубы — ОСТ/НКТП 3210 (см. приложение II). Для ознакомления со способом пользования



Фиг. 111. Допустимая разностенность для трубы с толщиной стенки 2 мм.



Фиг. 112. Графическое изображение допусков на сечение трубы разм. 20×24 мм. А — допуск на толщину стенки, Б — допуск на наружный диаметр.

этим стандартом определим допуски обычной точности на трубы размером 24×20 мм. Из таблицы стандарта находим, что допуск на наружный диаметр для 24 мм равен 0,3 мм; это значит, что диаметр трубы должен быть не меньше 23,7 мм и не больше 24 мм, так как плюсового допуска на диаметр по указанному ОСТу нет. Допуск на стенку толщиной 2 мм равен +0,2 и —0,4 мм; это значит, что наибольшая толщина стенки может быть равна 2,2 мм, а наименьшая 1,6 мм. Следовательно, для данного примера допускается разностенность в пределах 1,6—2,2 мм, что и показано на фиг. 111.

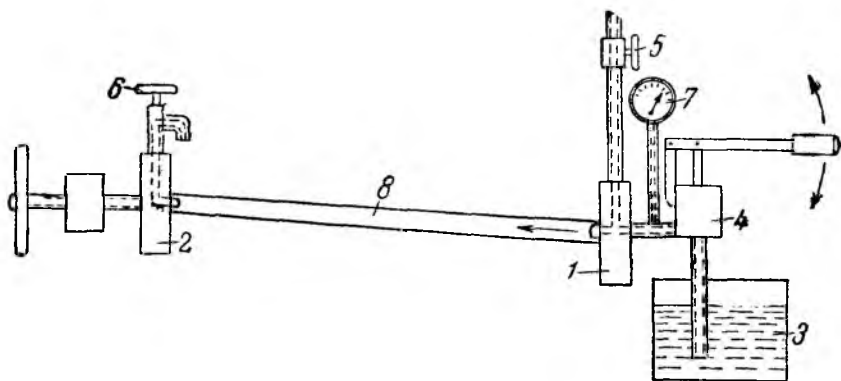
На фиг. 112 изображены допуски для данного примера.

Проверка размеров готовых изделий может производиться микрометрами, штангенциркулями, метрами, калибрами и шаблонами.

Гидравлическое испытание труб. Для обнаружения скрытых трещин и раковин, незаметных для глаз, трубы подвергают испытанию гидравлическим давлением. В некоторых случаях гидравлическое испытание производится с целью получения гарантии в прочности труб, если они предназначаются для работы под дав-

лением. Так, например, трубы из сплавов Л68 и ЛО70-1, применяемые для холодильников и конденсаторов, должны выдержать без изменения формы и без течи внутреннее гидравл. давление 50 ат.

На фиг. 113 показано устройство станка для гидравлического испытания трубы. Испытываемая труба закрепляется между двумя зажимами 1 и 2. Зажим 1 установлен неподвижно, а зажим 2 может пере-



Фиг. 113. Станок для гидравлического испытания труб.

1 — неподвижный зажим, 2 — подвижный зажим, 3 — бак с водой, 4 — насос, 5 и 6 — краны, 7 — манометр, 8 — труба.

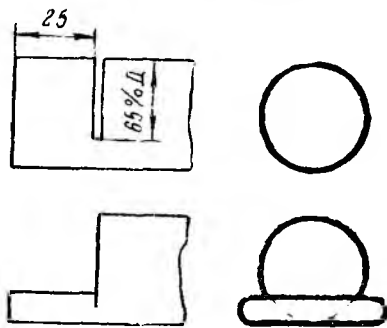
двигаться по специальным направляющим тягам и устанавливаться по длине испытуемых труб. Оба зажима снабжены кранами 5 и 6. В первый момент когда кран 5 открыт для заполнения трубы водой из водопровода, кран 6 на подвижном зажиме 2 также открыт для удаления воздуха из трубы. После заполнения трубы водой, оба крана закрываются, и со стороны неподвижного зажима 1 насосом 4 нагнетается в трубу вода до заданного давления.

В случае появления течи в испытуемой трубе последняя бракуется. Для испытания труб на внутреннее давление вместо воды для мелких тонкостенных труб может быть использован воздух.

Появление пузырьков воздуха на поверхности трубы, наполненной сжатым воздухом и погруженной в воду, свидетельствует о ее непригодности.

Трубы, забракованные по внутреннему давлению, могут быть использованы путем перетяжки на другие размеры или вырезки на другие длины.

Сплющивание паспортов. Так называется операция, преследующая цель проверки механических качеств труб, изготовля-



Фиг. 114. Надрезка и сплющивание паспортов.

емых из сплавов Л68, ЛО70-1 и мельхиора. Эти трубы, как указывалось выше, после протяжки на чистовой размер подвергаются легкому отжигу (нагреву до 300—350°C). Качество отжига проверяется путем сплющивания. Для этого на трубе, на расстоянии 25 мм от ее конца, делается глубокий поперечный надрез, после чего этот неотделенный придаток трубы сплющивают на эксцентриковом прессе до 65% первоначального диаметра (фиг. 114). На перегибе трубы после сплющивания не должно быть трещин, надрывов и других пороков.

Качество сплющенного придатка-паспорта таким образом свидетельствует о качестве самой трубы. Трубы отправляются заказчику с неотрезанными паспортами.

Н а р у ж н ы й о с м о т р готовых изделий производится для обнаружения плен, раковин, трещин, расслоений, забоин, вмятин, борозд и рисок как внутри, так и снаружи трубы. Проверяется также качество обреза: его чистота, наличие заусенцев и прямизна.

Все поверхностные дефекты отмечаются мелом или краской, после чего изделия передаются на пилы для вырезки отмеченных дефектов. В случае чрезмерно большого количества дефектов изделие идет в окончательный брак.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить вспомогательные операции.
2. Указать основные требования, предъявленные к захваткам.
3. Как должны отрезаться захватки и задние концы изделий, чтобы потеря металла была минимальной?
4. Почему при резке нельзя смешивать отходы различных сплавов?
5. Как часто отжигаются в процессе волочения латунные и медные трубы?
6. Для чего отожженные изделия подвергаются травке, а затем промывке?
7. В каком растворе производится травка?
8. Указать примерные температуры нормального и легкого отжигов.
9. Можно ли после отжига быстро охлаждать медь, латунь и дуралюминий?
10. Указать виды брака при отжиге и его влияние на последующее волочение.
11. Какими способами удаляются наружные пороки и заготовки и в каких случаях они применяются?
12. Что называется стрелой прогиба, номинальным размером, допуском?
13. Для чего производится гидравлическое испытание труб?
14. Для чего производится сплющивание паспортов?

## II. ПОЛНЫЕ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ ТРУБ И ПРУТКОВ

Для получения необходимых труб и прутков заготовка должна пройти ряд операций. Их количество и последовательность в производстве тех или иных изделий зависят от металла, предъявляемых к нему требований в отношении качества, размеров выбранной заготовки и готового изделия, наличия оборудования и т. д. На основании этих данных первоначально составляется схема волочения, являющаяся основой производственного процесса, которая затем дополняется необходимыми вспомогательными операциями. Одновременно с этим определяются режим обработки, количество и мощность оборудования, количество потребной заготовки, рабочая сила, отходы и прочее.

Все данные, касающиеся изделия, записываются в специальных технологических картах, чертежах, инструкциях и т. п. Обыч-



но технологические карты содержат следующие данные: 1) наименование сплава, 2) размеры заготовки и готового изделия, 3) наименование и порядок операций, 4) метод и режим обработки изделий по операциям, 5) размеры и вес изделий по операциям, 6) наименование и мощность оборудования по операциям, 7) потери и отходы металла по операциям, 8) процент выхода годного, 9) нормы штата рабочих по операциям, 10) нормы выработки, нормы расхода человеко-и станко-часов.

Технологические карты составляются техническим отделом завода и затем утверждаются директором или начальником главка.

Нарушение предусмотренного техническими документами режима обработки часто приводит к браку продукции, излишним затратам рабсилы и материалов и т. д. и поэтому выполнение требований технологических карт обязательно.

При составлении технологических карт обычно исходят из следующих общих положений:

1. Размер заготовки и режим обработки должны обеспечивать получение требующихся механических свойств, качества поверхности и точности размеров готовых изделий при минимальном количестве операций.

2. При расчете карт на мерные изделия должны учитываться неизбежные колебания в размерах и весе заготовки (допуски).

3. Изготавливаемые захваты должны быть использованы на возможно большее количество проходов (волочений).

4. Отжиг должен производиться после отрезки захваток и резки труб на части, чтобы облегчить условия травки и промывки.

5. Величина обжатия после последнего отжига должна обеспечивать получение заданных механических свойств.

6. Шабровка и вырубка плен и раковин должны производиться после нескольких волочений и отжига, т. е. после того, как указанные пороки вскроются наиболее полно, при этом необходимо иметь ввиду, что величина обжатия после рубки и шабровки должна быть достаточной, чтобы не оставалось следов удаления дефектов.

Ниже в качестве примера приведены два образца технологических карт (табл. 26, 27): одна на медные трубы размером  $13 \times 10$  мм и другая на латунные трубы из сплава Л68 размером  $19 \times 17$  мм. Основное различие этих карт состоит в том, что медные трубы этих размеров (до 100—130 мм) тянутся без отжигов, но в чередовании с шабровкой, латунные же трубы, как правило не шабруются, но подвергаются нормальному и легкому отжигу, гидравлическому испытанию и пробе на сплющивание паспортов.

В заголовке технологических карт указываются исходные данные, на основании которых строится весь технологический процесс.

В самом тексте карт приведены все данные, характеризующие процесс обработки изделий. Так, например, в графе указаны операции и механизмы, на которых производятся эти операции. В графе 3 и графе 4 указываются длина захваток, вытяжка при волочении, температура отжига, крепость травильного раствора и т. д. В графах 5, 6, 7 и 8 указываются размеры и вес изделий по операциям. Следует обратить внимание на условное уменьшение длины труб

1. Откуда поступает заготовка — с 300-тонного пресса
2. Металл (сплав) — медь
3. Наименование и размер заготовки — труба  $24 \times 20 \times 2020$  мм
4. Средний вес заготовки — 2,5 кг
5. Норма расхода заготовки на 1 т готового изделия — 1195 кг.

6. Цех волочильный
7. Наименование и размер готового изделия — труба  $13 \times 10 \times 2300$  мм
8. Средний вес готовой трубы — 1,10 кг
9. Выход годного — 83,5%
10. Механические свойства: в отожженном состоянии сопротивл. разрыву не менее 30 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение не менее 38%.

№ п/п.	Наименование операции	Характерист. операции	Механизм	Размеры издел. на операции, мм			вес 1 шт. кг	Норма потерь металла по операциям, %						Коэффициент запаса заготовки по операциям	Норма штата рабочих	Норма выработки за смену		Норма расхода на 1 т готового изделия	
				длина	наружный diam.	внутр. diam.		отходы	брак	угар	всего	всего по отнош. к началу заготовки	всего с начала операций до данной			метр	тонн	станко-часов	человеко-часов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Доставка	—	Ручная	2020	24	20	2,5	—	—	—	—	—	—	1,195	1	—	19,2	—	0,44
2	Травка	10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Травил. бак	2020	24	20	2,5	—	—	—	—	—	—	1,195	2	—	31,44	0,27	0,54
3	Ковка захваток	80 мм	Эл. молот	1940	24	20	2,5	—	—	—	—	—	—	1,195	1	—	7,5	1,17	1,17
4	Волочение I	1,350	Волоч. ст. 8 т	2620	20,5	17	2,5	—	—	—	—	—	—	1,195	1	3040	2,9	3,04	3,04
5	» II	1,165	»	3010	19,2	16	2,5	—	—	—	—	—	—	1,195	1	3040	2,5	3,53	3,53
6	Шабровка	—	Ручная	3040	19,2	16	2,5	—	2	—	2	2	2	1,170	1	—	0,73	—	11,2

Таблица 26 (продолжение)

№№ п/п.	Наименование операции	Характерист. операции	Механизм	Размеры издел. на операции, мм			Норма потерь металла по операциям, %							Коэффициент запаса заготовки по операциям	Норма штата рабочих	Норма выработки за смену		Норма расхода на 1 т готового изделия			
				длина	наружный diam.	внутр. diam.	вес 1 шт., кг	отходы	брак	угар	всего	всего по отношен. к начальной заготовке	всего с начала операций до данной			метр	тонн	станко-часов	человеко-час.		
																				5	6
7	Правка захваток	—	Вальцы	3040	19,2	16	2,5	—	—	—	—	—	—	—	1,170	1	—	2,1	4,87	4,87	
8	Волочение III	1,295	Волоч. ст. 3 т	3940	16	13	2,5	—	—	—	—	—	—	—	1,170	1	4250	2,70	3,20	3,20	
9	Резка пополам и обрез. захв.	—	Пила ленточн.	1950	16	13	1,19	4,80	—	—	4,80	4,70	6,70	1,092	2	—	8,5	0,92	1,84	—	
10	Ковка захваток	80 мм	Эл. молот	1870	16	13	1,19	—	—	—	—	—	—	—	1,092	1	—	3,5	2,30	2,30	
11	Волочение IV	1,270	Волоч. ст. 3 т	2420	13	10	1,19	—	—	—	—	—	—	—	1,092	1	4250	2,09	3,86	3,86	
12	Правка	—	Прав. стан.	2420	13	10	1,19	—	—	—	—	—	—	—	1,092	2	9500	4,67	1,72	3,46	
13	Резка	Наготово	Пила лент.	2300	13	10	1,10	7,57	—	—	7,57	7,06	13,76	1,030	2	—	9,2	0,80	1,60	—	
14	Приемка	По техн.усл.	—	2300	13	10	1,10	—	3,20	—	3,20	2,74	16,50	1,000	—	—	—	—	—	—	
15	Вывоз на склад	—	Электрокара	2300	13	10	1,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	1,16	
16	Межоперацион. транспорт	—	—	2300	13	10	1,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Всего . . .																				25,69	42,21

1. Откуда поступает заготовка — с 600-тонного пресса
2. Металлы (сплав) Л68
3. Наименование и размеры заготовки — трубы  
34×30×2600 мм
4. Средний вес заготовки — 4,5 кг
5. Норма расхода заготовки на 1 т готового изделия — 1275 кг

6. Цех — волоочильный
7. Наименование и размер готового изделия —  
трубы 19×17×4000 мм
8. Средний вес готовой трубы 1,94 кг
9. Выход годного 78,3%
10. Механические свойства: в отожженном состоянии  
сопротивл. разрыву не менее 30 кг  
на 1 мм<sup>2</sup>; удлинение не менее 45%

№№ п/п.	Наименование операции	Характеристика операции	Механизм	Размер изделия на операции, мм				Вес 1 шт., кг	Норма потерь металла по операциям, %						Коефф. запаса заготовки по операциям	Норма штата рабоч.	Норма выработ. за смену		Норма расх. на 1 т гот. изд.	
				длина	наружный диам.	внутр. диам.	отходы		брак	угар	всего	всего по отн. к начальной заготовке	всего с нач. операци. до данной	метр			тонн	станко-часов	челов.-часов	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Доставка	—	Ручная	2600	34	30	4,5	—	—	—	—	—	—	1,275	1	—	19,2	—	0,44	
2	Ковка захваток	120 мм	Эл. молот	2480	34	30	4,5	—	—	—	—	—	—	1,275	1	—	8,6	0,90	0,90	
3	Волочение I	1,450	Волоч. ст. 12 т	3600	29,2	26	4,5	—	—	—	—	—	—	1,275	1	2900	3,5	2,45	2,15	
4	Волочение II	1,344	»	4830	25,7	23	4,5	—	—	—	—	—	—	1,275	1	2900	2,5	3,56	3,56	
5	Резка по весу	По весу	Пила лент.	2480	25,7	23	2,2	0,05	—	—	0,05	0,05	0,05	1,268	2	—	—	1,12	2,24	
6	Отжиг	T-590—630°	Печь плам.	2480	25,7	23	2,2	—	—	0,3	0,3	0,03	0,08	1,265	4	—	—	2,08	8,32	
7	Травка	10% H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Бак трав.	2480	25,7	23	2,2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	0,55	1,10	
8	Ковка захваток	120 мм	Эл. молот.	2360	25,7	23	2,2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1,86	1,86	
9	Волочение III	1,415	Волоч. ст. 8 т	3340	22,2	20	2,2	—	—	—	—	—	—	—	1	3040	1,9	3,10	3,10	

Таблица 27 (продолжение)

№№ п/п.	Наименование операции	Характеристика операции	Механизм	Размер изделия на операции, мм			Вес 1 шт., кг	Норма потерь металла по операциям, %							Коэфф. запаса заготовки по операциям	Норма штата рабоч.	Норма выработ. за смену		Норма расх. на 1 т гот. изд.	
				длина	наружный diam.	внутр. diam.		отходы	брак	угар	всего	всего по отн. к начальной заготовке	всего с нач. опер. до данной	метр			тонн	станко-часов	челов.-часов	
																				17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
10	Правка захваток	—	Вальцы	3340	22,2	20	2,2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3,10	2,80	2,80	
11	Волочение IV	1,290	Волоч. ст. 5 т.	4310	19	17	2,2	—	—	—	—	—	—	—	1	3040	1,5	4,62	4,62	
12	Правка	—	Прав. стан	4310	19	17	2,2	—	—	—	—	—	—	—	2	9500	4,8	1,27	2,54	
13	Резка	Наготово	Пила лент.	4030	19	17	1,96	12,9	—	—	12,9	12,8	12,88	1,111	2	—	9,6	19,7	1,40	
14	Зачистка заусенц.	—	Шарошка	4030	19	17	1,96	—	—	—	—	—	—	1,111	1	—	10,2	0,62	0,62	
15	Отжиг	T-450—500°	Печь ШНЦ	4030	19	17	1,96	—	—	0,3	0,3	0,26	13,14	1,108	2	—	52	1,64	3,28	
16	Травка	10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Бак травил.	4030	19	17	1,96	—	—	—	—	—	—	—	2	—	36,4	0,55	1,10	
17	Испыт. гидравл.	50 атм	Насос гидр.	4030	19	17	1,96	—	8,5	—	8,5	7,33	20,52	1,012	2	—	5,3	1,60	3,2	
18	Подправка	—	Ручная	4030	19	17	1,96	—	—	—	—	—	—	1,012	1	11000	4,8	1,73	1,73	
19	Надрезка паспорт.	25 мм	Пила лент.	4000	19	17	1,94	0,05	—	—	0,05	0,04	20,56	1,010	2	—	10,45	0,70	1,40	
20	Сплюснив. паспорт.	65% diam.	Пресс эксцентр.	4000	19	17	1,94	—	—	—	—	—	—	1,010	1	—	7,86	1,04	1,04	
21	Приемка	По техн. усл.	—	4000	19	17	1,94	—	1,45	—	1,45	1,14	21,7	1,000	—	—	—	—	—	
22	Вывоз. н/склад	—	Электрокар	4000	19	17	1,94	—	—	—	—	—	—	1,000	4	—	24,0	—	1,16	
23	Межоперацион.	Транспорт	—	4000	19	17	1,94	—	—	—	—	—	—	1,000	—	—	—	—	—	
Всего . .																	32,91	48,64		

при ковке захваток в действительности на этой операции длина самой трубы не уменьшается, но часть ее, подлежащая волочению, уменьшается на длину захватки и отчасти за счет некоторой забойки. Затем в графах с 9-й по 14-ую следуют данные о потерях металла, связанные с выполнением той или иной операции, как-то: отходы при резке захваток и резке заготовки, угар металла при отжиге и некоторый процент брака (по статистическим данным). На основании суммы этих потерь выводится коэффициента запаса заготовки по операциям (графа 15), который используется для определения количества заготовки, требующейся для получения одной тонны готовой продукции. Значение этого коэффициента заготовки поясним примером. В технологической карте № 1 (табл. 26) на 1-й операции (доставка) коэффициент запаса заготовки равен 1,195. Это значит, что для получения одной тонны готовых труб необходимо запустить в производство 1,195 *t* трубной заготовки. С каждой последующей операцией, при наличии каких-либо потерь металла, коэффициент запаса заготовки уменьшается и на операции приемки делается равным единице.

На основании коэффициента запаса заготовки определяется процент выхода годного, показывающий, какая доля пущенной в производство заготовки используется в виде годной продукции и какая доля возвращается в литейный цех в виде отходов и брака. Для нахождения процента выхода годного следует количество готовых изделий разделить на количество использованной заготовки и полученное частное умножить на 100, в результате получим выход годного, выраженный в процентах, в таблице он равен:

$$\frac{1000}{1195} \times 100 = 83,5 \%$$

Наконец в последних графах (с 16 по 20 включительно) указан штат рабочих, нормы выработки и нормы расхода станко-часов и человеко-часов по операциям. На основании этих данных определяется трудоемкость и стоимость изделий, загрузка оборудования и т. д.

Полные схемы обработки труб из других сплавов, а также и прутков, строятся по тому же принципу, как и в приведенных выше картах. Но в каждом отдельном случае, в зависимости от особенностей сплава или размера, в схему вводятся дополнительные операции. Так, например:

Дуралюминиевые трубы после прессовки, непосредственно перед волочением, в целях снятия внутренних напряжений подвергают отжигу. Затем, перед последним волочением трубы подвергают закалке, чем достигается увеличение их прочности.

Схемы на обработку капиллярных трубок содержат дополнительные операции в виде плющения и обломки концов, продувки трубок сжатым воздухом и т. д. Указанные операции производятся с целью проверки целостности самих трубок, а также наличия отверстия и его диаметра.

Схемы на обработку прутков круглого, квадратного и шестигранного сечения, подвергающихся, как правило, однократному волочению, значительно проще схем на трубы и обычно состоят из следующих операций: ковки захваток, одного волочения, правки, резки захваток и задних концов и приемки. В случае обработки всевозможных профилей количество волочений значительно возрастает, а также вводятся отжиги и шабровка. Процент выхода годного на прутках часто достигает 90 и более процентов.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое технологическая карта?
2. Что такое выход годного и в каких единицах он выражается?
3. Перечислить основные потери металла, снижающие выход годного?
4. Подсчитать выход годного, если из 32 *t* заготовки было получено 24 *t* годных труб.

### ХIII. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ

Всякая работа, всякий производственный процесс занимает определенное время. Следовательно, с точки зрения производительности труда мы должны стремиться к максимальному сокращению времени, требующегося для производства той или иной работы. Но вместе с тем необходимо считаться и с усталостью, которая наступает у рабочего тем скорее, чем интенсивнее протекает работа, и которая вызывает снижение производительности труда. Таким образом возникает вопрос об установлении какой-то нормы, которая обеспечивала бы относительно высокую производительность, но не отражалась бы на здоровье рабочего и не влияла бы отрицательно на производительность его труда. Эти вопросы, а также рациональная организация труда, являются основными задачами **т е х н и ч е с к о г о н о р м и р о в а н и я**.

Техническое нормирование помогает выявлению имеющихся резервов производственной мощности оборудования, намечает пути повышения производительности труда и кроме того служит основой для правильного построения системы заработной платы.

На основании тщательного изучения технологических процессов, а также наиболее совершенных форм организации производства, работники технического нормирования устанавливают нормы времени, нормы выработки и расценки за работу.

**Н о р м о й в р е м е н и** называется время, которое задается рабочему для выполнения назначенной ему работы. Предположим, что на правку 1 *t* прутков установленная норма времени равна 4 часам. Это значит, что рабочий должен работать так, чтобы тонна прутков правилась не дольше 4 часов.

**Н о р м у в ы р а б о т к и** составляет количество продукции, которое должно быть выполнено рабочим в течение определенного времени (например в течение часа или смены). На волочильных станках норму выработки обычно дают в метрах за смену. Так, например, на волочение труб размером 16 × 13 *мм* норма выработки равна 4850 *м* за смену.

Норма времени и норма выработки связаны между собой определенной зависимостью. Так, в последнем примере нормой времени на волочение 4850 м труб можно было бы считать 8 часов.

Р а с ц е н к а м и называют размер платы рабочему или бригаде за выполненную работу, определенную нормой.

В целях повышения производительности труда нормы устанавливаются на основе опыта работы рабочего-ударника, т. е. такого, который вполне освоил механизм, знает обрабатываемые материалы, изучил методы обработки и имеет достаточные навыки в выполнении заданной работы.

Анализируя так называемое *штучное время*, т. е. время, необходимое на изготовление какого-либо изделия или производство какой-либо операции, мы найдем, что оно складывается из нескольких частей. Так, например, *штучное время*, необходимое на протяжку одной трубы, складывается из времени надевания трубы на болт, времени подачи трубы в кольцо и включения тележки, времени волочения и времени возврата тележки к рамке. По характеру производимой работы *штучное время* делится на *основное время* и *вспомогательное время*.

*Основным временем* называется та часть *штучного времени*, которая затрачивается непосредственно на изменение формы, состояния или положения обрабатываемого изделия. *Основное время* в свою очередь делится на *основное машинное время* и *машинно-ручное время*.

*Основным машинным временем* называется время работы, производимой машиной без участия рабочего, так, например, время, в течение которого труба протягивается через кольцо, является основным машинным временем. Во время волочения трубы рабочий может производить подготовительную работу.

*Машинно-ручным временем* называется время работы, производимой совместно машиной и рабочим. Например, время, в течение которого происходит резка трубы на ленточной пиле, относят к машинно-ручному времени, так как резка трубы происходит при непосредственном участии рабочего (рабочий держит и подает вперед трубу).

*Вспомогательным временем* называется та часть *штучного времени*, в течение которого производятся действия, необходимые для изготовления детали, но не происходит изменения формы или состояния изделия. *Вспомогательное время* делится на *машинное* и *ручное*.

*Машинным вспомогательным временем* считается время вспомогательной работы, производимой машиной без участия рабочего. Например время возврата тележки к рамке по окончании волочения трубы является машинным вспомогательным временем.

*К ручному вспомогательному времени* относят время вспомогательной работы, производимой непосредственно рабочим, например время на подготовку и смазку трубы, надевание ее на болт.

Нормы времени или выработки могут быть установлены различными способами. Рассмотрим некоторые из них.



Статистический способ нормирования. Этот способ применим к тем изделиям, которые уже изготавливались раньше. Для установления нормы по этому способу необходимо иметь данные о фактической затрате времени на изготовление определенного количества изделий.

Статистический способ очень неточен, так как в фактическое время входят всевозможные простои, которые, снижая производительность, создают неправильное представление о возможной выработке.

Нормирование по аналогии, т. е. установление норм на новую деталь путем сравнения с подобной ей деталью, на которую норма уже имеется.

Нормирование при помощи фотографии рабочего дня. Основная цель фотографирования рабочего дня заключается в установлении путем многократных наблюдений продолжительности всех операций, потерь времени, загрузки оборудования и т. д. Зная количество сделанных штук и учтя на основании фотографии рабочего дня затраченное на них время, можно определить штучное время.

К недостаткам указанных способов нормирования относится их сравнительно малая точность, являющаяся следствием того, что взятая за основу работа не анализируется и отдельные нерациональные элементы ее не исправляются. В большинстве случаев эти нормы будут заниженными.

Наиболее точным и совершенным способом нормирования является способ поэлементного нормирования, производимого на основании хронометража. Хронометражем называется способ опре-

Таблица 28

Штучное время на волочение трубы 18×16×4000 мм

№ по пор.	Наименование приемов	Продолжительность, сек.	Примечание
1	Взять трубу с вагонетки и положить в корыто . . . . .	3,7	Эти приемы производятся во время волочения трубы
2	Взять трубу из корыта и положить на вилку . . . . .	3,2	
3	Надеть трубу на болт . . . . .	5,4	
4	Задать трубу в кольцо . . . . .	0,8	
5	Включить вагонетку в цепь . . . . .	1,2	
6	Волочить трубу . . . . .	15,4	
7	Сбросить трубу на тележку . . . . .	1,0	
	Итого . . . . .	23,8	

Примечание. Время первых двух операций в итог не входит.

деления продолжительности всех приемов, из которых складывается работа. Продолжительность этих приемов обычно измеряется секундами и долями секунд. В табл. 28 приведены данные о продолжитель-

ности приемов при волочении труб размером  $18 \times 16$  мм и длиной примерно 4 м.

Следовательно, на волочение одной трубы в данном случае необходимо затратить 23,8 секунды. Для построения норм, кроме штучного времени, необходимо учесть партионное время, требующееся для производства подготовительной и заключительной работы на целую партию изделий. В табл. 29 указано партионное время на волочение указанных выше труб.

Таблица 29

Партионное время на волочение 500 шт. труб  $18 \times 16 \times 4000$  мм

№ по пор.	Наименование работ	Норма времени, сек.	Принято в расчет, сек.
1	Настройка станка . . . . .	180	—
2	Подвозка заготовки . . . . .	180	180
3	Отвозка заготовки . . . . .	60	60
4	Перестановка вагонетки . . . . .	70	70
5	Наливание эмульсии . . . . .	70	70
6	Выливание эмульсии . . . . .	160	160
7	Смена инструмента . . . . .	480	480
8	Проверка размеров . . . . .	180	180
9	Ликвидация обрывов . . . . .	400	400
10	Уборка рабочего места . . . . .	300	300
11	Личные надобности . . . . .	600	600
	Итого . . . . .	2680	2500

Примечание. Настройка станка производится во время смены эмульсии.

Разделив общее партионное время — 2500 сек. на количество протянутых труб, т. е. на 500, найдем, что на каждую трубу приходится по 5 секунд. Прибавив к штучному времени партионное время, найдем, что на волочение одной трубы необходимо затратить в среднем  $23,8 \text{ сек.} + 5 \text{ сек.} = 28,8 \text{ сек.}$

Для определения выработки за смену необходимо  $480 \text{ мин.}$  или  $480 \cdot 60 = 28800 \text{ сек.}$  разделить на  $28,8 \text{ сек.}$ , т. е.

$$28800 : 28,8 = 1000.$$

Следовательно, в течение смены можно протянуть 1000 шт. или  $4 \text{ м} \times 1000 = 4000 \text{ м}$  труб. Полученный результат может быть принят как норма выработки за смену. Разумеется эта норма выработки применима только для волочильных станков, имеющих одинаковые скорости волочения и скорости возврата тележки к рамке.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем занимается техническое нормирование?
2. Что такое норма времени?
3. Что такое норма выработки?
4. Что такое основное время и вспомогательное время?

#### XIV. СТАХАНОВСКИЕ МЕТОДЫ РАБОТЫ ВОЛОЧИЛЬЩИКА

Каждое производственное предприятие в своей деятельности стремится к максимальному увеличению производительности труда и к наиболее эффективному использованию имеющегося оборудования.

Естественно, что осуществление этих задач предполагается без снижения качества производимых изделий, но со снижением себестоимости. Эта исключительно важная хозяйственная задача успешно разрешается стахановскими методами работы, сущность которых заключается в уплотнении основного времени и сокращении вспомогательного времени, в правильной организации рабочего места и труда, а также в проведении всевозможных рационализаторских мероприятий.

В волочильном деле уплотнение основного машинного времени может быть проведено путем увеличения скорости волочения и величины обжатия, волочения одновременно двух труб или прутков, применения самовключающихся тележек и т. п. Вспомогательное время может быть сокращено за счет увеличения скорости возврата тележки к рамке, применения инструмента из хромированных сталей и твердых сплавов, уменьшения обрывов и т. п.

Особо ощутительных результатов можно достигнуть путем перекрытия основного времени вспомогательным, т. е. производством вспомогательных приемов в течение основного времени. Так, например, подготовка труб к волочению, т. е. перекладка их с вагонетки в корыто и из корыта на вилку, может быть произведена за время волочения трубы и возврата тележки к рамке. Для этого на волочильном станке иногда устанавливают два волочильных болта. Пока труба тянется на одном болте и тележка возвращается к рамке, волочильщик успевает надеть трубу на другой болт и вставить ее в кольцо. Этим достигается максимальное сокращение времени простоя тележки у рамки.

Работа с двумя болтами применима не на всех размерах труб и не на всех станках. Так, например, при слишком коротких (1—2 м) и слишком длинных (6—7 м) трубах применение второго болта нецелесообразно, так как при коротких трубах он только затруднит работу, а при длинных трубах волочильщик успеет надеть трубу на имеющийся болт еще до возвращения тележки к рамке. Точно так же при низких скоростях волочения применение второго болта не оправдывается.

С целью уплотнения основного времени практикуется волочение мелких труб и прутков одновременно в два счка.

Другим решающим фактором, определяющим производительность волочильного станка, является работа волочильщика, т. е. степень его квалификации, умение организовать свою работу и рабочее место, знание механизма, наиболее рациональных приемов в работе и пр.

В табл. 30 приведены данные об экономии времени, достигаемой большинством стахановцев-волочильщиков.

Экономия времени на первом приеме («взять трубу из корыта и положить на вилку»), т. е. затрата 2,60 сек. вместо 3,10 сек., достигается за счет своевременной подготовки трубы, т. е. укладки трубы наклонно на край корыта.

## Продолжительность приемов при волочении труб 20 × 18 мм

№ по пор.	Наименование приемов	Продолжительность приемов в секундах	
		по норме	фактически
1	Взять трубку из корыта и положить на вилку . . . . .	3,10	2,60
2	Насадить трубу на болт . . . . .	5,40	4,00
3	Задать трубу в кольцо . . . . .	0,65	0,50
4	Включить тележку в цепь . . . . .	1,20	0,80
5	Сбросить трубу на вагонетку . . . . .	1,00	0,60
6	Взять трубу с вагонетки и положить в корыто . . . . .	3,62	3,00
7	Сменить инструмент . . . . .	1,02	0,30
8	Ликвидировать обрывы . . . . .	0,85	0,10
	Итого . . . . .	16,84	11,90

Экономия времени на втором приеме достигается тем, что при надевании трубы на болт волочильщик перехватывает трубу сильными движениями, сокращая таким образом их количество. При работе с прессованной и отожженной заготовкой, в целях облегчения и ускорения надевания трубы на болт, опытный волочильщик успевает за время волочения одной трубы, выпрямить другую трубу, если она недостаточно пряма.

Сокращение положенного времени на операциях «включить тележку в цепь» и «сбросить трубу на вагонетку» зависит от правильной подачи захватки трубы в кольцо, точно рассчитанных движений и некоторой ловкости рабочего при сбрасывании со станка длинных труб.

Выполнение этих приемов требует от рабочего особо четких движений, так как даже незначительные их нарушения вызывают в одном случае непопадание крюка тележки в цепь, в другом — попадание дальнего конца протянутой трубы под тележку в цепь, и т. д.; все это создает задержки в работе и в результате снижает производительность.

Выполнение шестого приема «взять трубу с вагонетки и положить в корыто» малоопытные волочильщики производят следующим образом: в начале работы накладывают в корыто некоторое количество труб и затем не пополняют его до тех пор, пока не будут выработаны из корыта все имевшиеся в нем трубы. После этого волочильщик приостанавливает волочение и начинает заниматься накладкой в корыто следующей партии труб. Стахановцы же производят накладку партии труб в корыто только один раз в начале смены, а в процессе работы они только добавляют по одной, по две трубы, используя для этого время волочения. Четкое и быстрое выполнение этого приема стахановец обеспечивает удобным расположением вагонетки с заготовкой

и некоторой сноровкой, умением взять длинную трубу без лишних движений.

Экономия времени на смене инструмента (7-й прием) достигается за счет умелой и быстрой его установки и регулировки, бережного к нему отношения и наличия на станке комплекта запасного инструмента. Оберегая инструмент от возможной порчи его загрязненной смазкой или плохо протравленной и промытой заготовкой, волочильщик тем самым избавляет себя от необходимости частой его смены. Наличие комплекта запасного инструмента совершенно устраняет простой станка из-за несвоевременной его подачи.

Экономия времени на ликвидации обрывов происходит главным образом за счет уменьшения их количества. Достигается это в результате правильного применения доброкачественной смазки, умения определять и сминать забойки, соблюдения требований в отношении качества травки и промывки изделий после отжига и т. п.

Ввиду большого разнообразия причин обрывов волочильщик, кроме опыта, должен обладать и некоторой технической грамотностью. Так, например, чтобы предотвратить обрывы, могущие быть в результате неправильно заданной калибровки, волочильщик должен уметь определять осадку и тягу и иметь представление об их значении.

Как видим, волочильщик, умело организуя свой труд, может значительно сократить вспомогательное время и, следовательно, увеличить долю основного времени, в результате чего производительность станка и выработка рабочего возрастут.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими способами можно увеличить производительность волочильных станков?
2. Какие приемы могут быть совмещены при работе на волочильных станках?

## XV. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И РАБОЧЕГО МЕСТА

В понятие рабочего места входит станок, обрабатываемые изделия, всевозможные приспособления и сама рабочая площадка, на которой все это расположено. Рабочее место волочильщика состоит из волочильного станка, вагонеток с трубами или прутками, подъемных приспособлений на крупных станках и рабочей площадки.

Для достижения высокой производительности труда, наиболее полного использования оборудования и получения изделий высокого качества рабочее место волочильщика должно быть надлежащим образом организовано и обслужено.

Основные условия правильной организации рабочего места волочильщика и его обслуживания заключаются в следующем:

1) До начала работы, т. е. в течение 10—15-минутного перерыва между сменами, рабочее место должно быть осмотрено и принято от предыдущей смены в чистом, убранном виде.

2) В зависимости от предназначенных к волочению изделий должна быть подготовлена соответствующая смазка.

3) Вагонетки или козлы с изделиями должны быть расставлены на таком расстоянии от волочильщика, чтобы при накладывании изделий в корыто с эмульсией и сбрасывании протянутых изделий со станка на вагонетку движения волочильщика были наиболее удобными и быстрыми; в то же время вагонетки не должны стеснять движений волочильщика.

4) Комплект запасного волочильного инструмента, шайбы для регулировки длины болта, медный молоток для сколачивания колец с оборванных труб и смятия забоек на трубах должны быть расположены на ящике у рамки волочильного станка. Опилки и ветошь, необходимые для протирки волочильного инструмента, при его осмотре должны находиться в бачке под доской.

5) Во избежание аварии обязательно должна быть проверена максимальная длина заготовки, которая после протяжки не должна быть больше полезной длины станка.

6) Размеры изделий в процессе протяжки должны быть неоднократно проверены и в случае надобности отрегулированы путем смены инструмента.

Другим весьма важным вопросом в деле организации рабочего места является обслуживание, помощь и руководство со стороны административно-технического персонала цеха: наладчиков, бригадиров, мастеров, начальников смен и т. д.

Для бесперебойной работы станков планово-распределительное бюро цеха должно планировать выпуск продукции с учетом равномерной загрузки оборудования в течение недель и месяца, а диспетчерский аппарат должен планировать загрузку и выпуск в течение смен с таким расчетом, чтобы волочильные станки были всегда обеспечены заготовкой. Для успешного выполнения этого требования диспетчер должен знать, что и где обрабатывается, и когда будет окончена обработка партии, чтобы своевременно подготовить для освобожденного станка другую партию, а обработанные изделия направить на следующую операцию.

Подготовка заключается в том, что диспетчер заранее сообщает мастеру номер партии и характер обработки изделий, после чего мастерходит в цехе указанную партию, проверяет ее размеры, качество травки, отжига и промывки, отсутствие козырьков и заусенцев на задних концах труб, качество захваток и пр. и затем дает распоряжение о подаче партии к станку. Одновременно с этим мастер проверяет принесенный связистом волочильный инструмент и сообщает волочильщику о предстоящей работе, чтобы тот своевременно мог подготовить смазку, обтирочные материалы и т. д.

Вся эта подготовительная работа должна быть проделана до окончания обработки имеющейся на станке партии.

Поставив новую партию на станок, мастер должен позаботиться также о свободной вагонетке, на которую будет сбрасываться протягиваемые изделия. Ни в коем случае нельзя допускать сбрасывания изделий на пол, так как это загрязняет продукцию, ведет к порче инструмента и требует дополнительной затраты времени на укладку изделий с пола на вагонетку.

В начале обработки вновь поданных на станок изделий бригадир

или наладчик должен проверить получающиеся размеры и качество. В случае каких-либо неполадок на станке бригадир обязан принять непосредственное участие в устранении причин, мешающих нормальной работе. Во избежание простоев при настройке станка необходимо подготовить достаточное количество запасного волочильного инструмента.

В течение всей смены мастер следит за работой обслуживаемой им группы станков, обращает внимание на то, чтобы волочильщики пользовались наиболее правильными приемами в работе, не нарушали бы правил техники безопасности и не делали бы брака.

При нарушении указанных требований мастер обязан немедленно указать рабочему на неправильность его действий и, в случае надобности, личным примером продемонстрировать правильные приемы в работе.

В целях освобождения волочильщика от лишних хождений, к группе волочильных станков прикрепляется так называемый связист, на обязанности которого лежит подготовка инструмента, отковка захваток на оборванных изделиях и т. п.

В целях предотвращения простоев оборудования из-за всевозможных неисправностей или аварий, ремонтная база цеха обязана производить систематический осмотр и планово-предупредительный ремонт оборудования. Для этой цели, как правило, используются выходные дни и обеденные перерывы, кроме того должны производиться осмотр и ремонт оборудования по заранее составленному (обычно месячному) графику. Графиком предусматривается также пополнение кладовой быстро изнашивающимися деталями.

При выдаче прессовому цеху заказов на заготовку и после получения ее с промежуточного склада планово-распределительное бюро должно строго следить за тем, что берется со склада и что там остается. При бесконтрольном получении заготовки неизбежны простои на волочильных станках хотя бы потому, что требующаяся заготовка может оказаться заложеной другими изделиями.

В зависимости от выполнения указанных требований по организации и обслуживанию рабочего места производительность станка, выработка и заработок рабочего будут больше или меньше. В табл. 31 для сравнения приведены результаты фотографий рабочего дня двух волочильщиц, работавших примерно в одинаковых условиях. У волочильщицы, рабочее место которой было надлежащим образом организовано и обслужено, потеря времени составила только 3,8%, а выработка получалась 157%. У другой же волочильщицы потери времени оказались чрезмерными. Из п. 3 видно, что станок не был обеспечен заготовкой, и работница простояла 40 мин. Затем заготовка появилась и работница занялась подноской ее на руках к станку. Чтобы начать работу, она потеряла на поднос труб 14 мин. Разговор с рабочим занимает 5 мин. У работницы неблагополучно с обрывами, на них она тратит 6 мин. После окончания волочения работница занялась укладыванием труб с пола на вагонетку. Это показывает, что бригадир своевременно не подготовил свободной вагонетки, вследствие чего работница в начале работы сбрасывала протянутые трубы на пол. На укладку, таким образом, тратится 12 мин., уборка станка занимает

Фотография рабочего дня двух волочильщиц

№ по пор.	Работа и потери времени	При хорошей организации рабочего места		При плохой организации рабочего места	
		минуты	%	минуты	%
1	Полезная работа . . . . .	404	96,2	320	76,3
2	Смена инструмента . . . . .	3	0,7	—	—
3	Ожидание заготовки . . . . .	3	0,7	40	9,5
4	Подноска заготовки . . . . .	—	—	14	3,3
5	Разговор с рабочим . . . . .	—	—	5	1,2
6	Ликвидация обрывов . . . . .	2	0,5	6	1,4
7	Накладка заготовки сполна на вагонетку . . . . .	—	—	12	2,8
8	Уборка станка . . . . .	5	1,2	20	4,8
9	Личное дело . . . . .	3	0,7	3	0,7
	Всего потерь . . . . .	16	3,8	100	23,7
	Выполнено норм . . . . .		157		82

20 мин. рабочего дня, тогда как это должно производиться в перерыв между сменами.

В результате недостаточной трудовой дисциплины работницы и плохого руководства со стороны бригадира общая потеря времени составила 100 мин., т. е. 23,7% рабочего дня. Выполнение нормы достигло только 82%. При той же интенсивности труда, но при отсутствии непроизводительной затраты времени, выполнение нормы увеличилось бы на 25% и было бы равно 107%.

Приведенные примеры наглядно показывают огромное значение организации и обслуживания рабочего места, а также и решающую роль в этом деле бригадира, мастера и др.

Отметим еще более общие вопросы организации труда, которые также ведут к повышению производительности.

Для создания квалифицированных кадров рабочих при заводах организуются кружки техминимума и курсы мастеров социалистического труда. Кроме того для повышения квалификации рабочих и внедрения в производство опыта наиболее передовых стахановцев устраиваются производственные экскурсии на родственные заводы.

В целях повышения производительности труда система заработной платы должна отражать в себе количество и качество изготовленных изделий. С той же целью ежедневно каждому рабочему должен выписываться платежный листок с указанием проделанной работы и размера оплаты.

Исключительное значение в деле повышения производительности труда имеет Указ Президиума Верховного Совета СССР от 26 июня 1940 г. «О переходе на восьмичасовой рабочий день, на семидневную



рабочую неделю и о запрещении самовольного ухода рабочих и служащих с предприятий и учреждений». Кроме увеличения рабочего времени, Указ предусматривает укрепление трудовой дисциплины путем решительной борьбы с дезорганизаторами производства. Нарушение трудовой дисциплины, в чем бы оно ни выражалось, наносит производству огромный ущерб. Неявка одного человека в условиях крупного производства часто срывает работу целой бригады или участка. В таких случаях взамен ушедших с производства приходится ставить новых, малоопытных рабочих, что ведет к снижению выпуска продукции, порче материалов, станков и машин, увеличению количества несчастных случаев и т. д.

Указ от 26 июня 1940 г., а также Указ «О государственных трудовых резервах СССР» помогут создать крепкие, обученные и опытные кадры рабочих и служащих, обеспечивающие дальнейший рост производительности труда.

Высшей формой организации труда, свойственной только нашему социалистическому государству, являются социалистическое соревнование и стахановские методы работы, дающие невиданные образцы увеличения производительности.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что входит в понятие рабочего места?
2. В чем заключается подготовка рабочего места? Перечислить обязанности рабочих, бригадира и мастера.

## **XVI. ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Производственный процесс представляет собой ряд самых разнообразных операций, осуществляемых в определенной последовательности.

Для производительной работы цеха или завода далеко еще недостаточно одного освоения станков, приспособлений и инструмента. Для этого необходимо еще организовать производство, т. е. создать все требующиеся условия для непрерывного потока обрабатываемых изделий с обязательным выполнением всех количественных и качественных заданий.

Основные вопросы организации производства составляют:

- 1) разработка технологического процесса и подготовка производства,
- 2) организация труда и зарплаты,
- 3) организация материального снабжения,
- 4) организация учета и контроля производства,
- 5) организация управления.

Рассмотрим значение каждого из этих вопросов.

Намечаемый или уже существующий технологический процесс должен быть детально разработан и зафиксирован в технологических картах, чертежах, инструкциях и т. д. Технологические карты, помимо калибровок (в случае трубного производства), должны содержать в себе указания о методах, средствах и режимах обработки, порядке производ-

ства основных и вспомогательных операций, основные характеристики требующегося оборудования и т. д. Небрежно и неполно составленный технический документ является причиной нарушения последовательности и режима обработки, что в свою очередь создает всевозможные неполадки и служит причиной брака продукции. Для разработки технологических процессов на заводе обычно организуются технические отделы или отделы главных технологов.

Подготовка производства заключается в своевременном снабжении производства заготовкой, вспомогательными материалами, инструментами и приспособлениями. Для бесперебойной работы цеха существенное значение имеет организация промежуточного склада для создания некоторого резерва заготовки. Заготовка должна быть рассортирована по размерам и сплавам и надлежащим образом замаркирована. Без проведения этих подготовительных работ неизбежно будут простои, брак, невыполнение программы.

Организация труда и зарплаты предусматривает правильную расстановку рабочей силы, рациональную организацию рабочих мест и разработку такой системы оплаты труда, которая стимулировала бы увеличение производительности труда и улучшение качества продукции.

Организация материального снабжения имеет в виду обеспечение производства необходимым сырьем, топливом и различными материалами. Сюда же относится установление строгого контроля качества поступающих материалов, организация складского хозяйства, внутризаводского транспорта и т. д.

Для организации правильного планирования, внутризаводского хозрасчета и своевременного материального снабжения должен быть установлен надлежащий учет. Без организованного, систематического учета не сможет нормально протекать работа ни на одном участке производства. Учет производства служит для выявления экономических результатов работы цеха или завода и для контроля за ходом производственного процесса. В первом случае учет, производимый бухгалтерией и планово-экономическим отделом, отражает выработку, простои оборудования, количество брака, зарплату, расходование основных и вспомогательных материалов, топлива, электроэнергии и т. д. Во втором случае учет, осуществляемый производственным отделом, отражает количественный состав и качественные изменения находящейся в производстве заготовки (изделий).

Организация технического контроля имеет целью укрепление производственной дисциплины, сокращение брака из-за нарушений технологического процесса и улучшение качества продукции. В соответствии с этим в задачу технического контроля входит проверка расчетов и качества изделий в процессе изготовления и при выпуске готовой продукции с завода.

Одним из основных элементов управления социалистическим производством является планирование; ему принадлежит руководящая, организующая роль во всех отраслях народного хозяйства. В соответствии с народнохозяйственным планом развивается та или иная область промышленности и, в конечном счете, работа каждого предприятия и завода. Перед началом года завод получает от Главка так

называемые контрольные цифры, т. е. задание, определяющее выпуск продукции в ценностном и натуральном выражении (в рублях и тоннах или штуках), себестоимость продукции, технические показатели производства, фонд заработной платы, затраты на капитальное строительство и т. д. На основании этих контрольных цифр завод разрабатывает подробный годовой план производства — т е х п р о м ф и н п л а н . При разработке техпромфинплана рассматриваются все вопросы, связанные с выполнением задания, как то: необходимое количество рабочих, среднемесячный фонд зарплат, задание по росту производительности труда и связанные с этим мероприятием проценты выходов годного, нормы расхода вспомогательных материалов, мероприятия по технике безопасности и т. д.

Выполнение плана контролируется ежедневными сводками о работе цехов и месячными отчетами. Отчет о хозяйственной и производственной деятельности цехов и завода сопоставляется с техпромфинпланом; на основании полученных данных делается соответствующий вывод о работе каждого цеха и завода в целом. Показателем успешной работы завода и цехов является выполнение всех количественных и качественных показателей плана.

Основным качественным показателем работы завода является себестоимость выпускаемой продукции. При наличии твердых установленных Главком отпускных цен работа завода будет рентабельной (т. е. прибыльной) только в том случае, если себестоимость будет ниже этих цен. Основными элементами себестоимости являются стоимость сырья, производственная зарплата рабочих и накладные расходы.

Сырьем в трубном деле являются основные цветные металлы, идущие на изготовление труб и прутков: медь, цинк, олово, алюминий и др. В производственную зарплату входит только зарплата рабочих, непосредственно принимающих участие в производственных процессах (волочильщики, пильщики и др.), зарплата же вспомогательных рабочих (слесари по ремонту, возчики и др.) и административно-хозяйственного персонала (начальники цехов, мастера, кладовщики и др.) входит в накладные расходы.

В накладные расходы входит также стоимость электроэнергии для моторов и освещения, отопление, ремонт зданий и помещений, амортизация (отчисления на восстановление оборудования и сооружений) вспомогательные материалы и т. д.

В табл. 32 приведена калькуляция (расчет) заводской себестоимости одной тонны труб размером  $16 \times 14$  мм из меди марки М-2.

Из калькуляции видно, что стоимость металла в готовом изделии удорожается стоимостью обработки той части металла, которая возвращается в литейный цех в виде отходов и брака прессового и волочильного цехов и теряется в виде окалины. В рассматриваемом примере это удорожание равно 270 руб., или 5,4% от себестоимости. Борьба за уменьшение отходов, угара и брака и, следовательно, за увеличение процента выхода годного способствует выполнению количественного плана и снижению себестоимости.

Уменьшение удельного веса заработной платы в себестоимости продукции может быть осуществлено только за счет увеличения производительности труда. Последнее же достигается механизацией трудоем-

Калькуляция заводской себестоимости одной тонны труб размером 16 × 14 мм  
из меди марки М-2

Наименование расходов	Расходы по статьям		Всего	
	руб.	коп.	руб.	коп.
<b>1. Стоимость металла</b>				
Стоимость меди с доставкой . . . . .	3180	—	—	—
Расходы по литейному и прессовому цехам . . . . .	640	—	—	—
Стоимость обработки металла, идущего в отход и угар по всем цехам . . . . .	270	—	—	—
Полная стоимость металла в готовых изделиях . . . . .	4090	—	4090	—
<b>2. Расходы по волочильному цеху</b>				
Заработная плата рабочим . . . . .	115	66	—	—
Дополнительная зарплата (отпуски) . . . . .	6	96	—	—
Начисления на зарплату (соцстрах) . . . . .	12	38	—	—
Цеховые расходы (электроэнергия для моторов, содержание административно-хозяйственного и конторского персонала цеха, освещение, отопле- ние, амортизация и пр.) . . . . .	596	03	—	—
Вспомогательные материалы (смазочные и опти- рочные материалы, инструмент) . . . . .	10	31	—	—
Пар для нагрева травильных и промывных баков . . . . .	5	40	—	—
Итого по волочильному цеху . . . . .	746	74	746	74
<b>3. Общезаводские расходы</b> (содержание заводоуправления, телефонной стан- ции, охраны завода, и т. п.) . . . . .				
			163	26
Полная заводская себестоимость . . . . .			5000	—
Отпускная твердая цена . . . . .			5300	—
Налог с оборота 1% от 5300 руб. . . . .	53	—	—	—
Коммерческие расходы 1,5% от 5000 руб. . . . .	75	—	128	—
Прибыль . . . . .			172	—
Прибыль составляет 3,44% себестоимости				

ких процессов, установкой более производительного оборудования, проведением рационализаторских мероприятий, внедрением стахановских методов работы и т. д. При этом вполне возможно, что наряду со снижением себестоимости произойдет увеличение заработной платы.

Для снижения расходов на электроэнергию необходимо всемерно избегать работы моторов вхолостую и с неполной нагрузкой.

Себестоимость может быть снижена также за счет экономии топлива, электроэнергии на освещение, вспомогательных материалов,

удешевления стоимости инструмента и бережного отношения к нему, а также и за счет сокращения штатов обслуживающего персонала.

Полная заводская себестоимость указанных труб равна 5000 руб. за тонну, отпускная же цена на эти трубы равна 5300 руб. После уплаты установленного налога с оборота и некоторых коммерческих расходов заводу остается 1/2 руб. прибыли. Это указывает на то, что производство медных труб 16 × 14 организовано рентабельно, т. е. прибыльно.

Прибыль, получаемая заводами в результате их производственной деятельности, поступает в распоряжение Главка, который затем распределяет ее по тем же заводам в виде оборотных средств. В тех случаях, когда прибыль превышает заранее установленную величину, т. е. получается так называемая сверхприбыль, часть ее поступает в распоряжение директора завода, образуя «директорский фонд». Расходование этого фонда производится директором завода по своему усмотрению на культурно-бытовое обслуживание рабочих, на сверхплановое строительство, всевозможные премии и т. п.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ,

1. В чем заключается организация производства?
2. Что такое темпромфинплан?
3. Что такое себестоимость и из чего она складывается?

## Площадь поперечного сечения и вес одного погонного метра труб

Размер трубы, мм	Толщина стенки, мм	Площадь по- перечного се- чения, мм <sup>2</sup>	Вес 1 пог. м	
			медной трубы, кг	латунной трубы кг
1	2	3	4	5
3×2	0,5	3,92	0,035	0,034
5×4	0,5	7,07	0,063	0,061
8×7	0,5	11,78	0,105	0,103
10×9	0,5	14,92	0,133	0,130
35×34	0,5	54,20	0,482	0,472
3×1,5	0,75	5,31	0,047	0,046
5×3,5	0,75	10,03	0,089	0,087
7×5,5	0,75	14,75	0,131	0,128
8×6,5	0,75	17,11	0,152	0,149
3,5×1,5	1,0	7,85	0,070	0,068
5×3	1,0	12,56	0,112	0,109
6×4	1,0	15,71	0,140	0,137
8×6	1,0	21,99	0,196	0,192
10×8	1,0	28,27	0,258	0,246
12×10	1,0	34,56	0,307	0,303
14×12	1,0	40,84	0,364	0,353
16×14	1,0	47,12	0,419	0,409
19×17	1,0	56,60	0,504	0,492
22×20	1,0	65,97	0,588	0,574
24×22	1,0	72,26	0,643	0,628
27×25	1,0	81,68	0,727	0,710
32×30	1,0	97,39	0,868	0,846
42×40	1,0	128,80	1,146	1,120
52×50	1,0	160,20	1,425	1,392
81×89	1,0	282,25	2,510	2,455
28×25,5	1,25	105,0	0,93	0,91
32×29,5	1,25	120,8	1,07	1,05
6×3	1,5	21,25	0,189	0,185
8×5	1,5	30,70	0,273	0,267
9×6	1,5	35,41	0,315	0,308
10×7	1,5	40,15	0,356	0,348
12×9	1,5	49,6	0,445	0,432
13×10	1,5	54,3	0,483	0,472
16×13	1,5	68,5	0,610	0,596
19×16	1,5	82,6	0,735	0,719
22×19	1,5	96,8	0,862	0,842
23×20	1,5	101,5	0,900	0,887
28×25	1,5	120,5	1,07	1,05
34×31	1,5	153,5	1,37	1,34
42×39	1,5	191,2	1,70	1,66
55×52	1,5	252,00	2,24	2,20
63×60	1,5	289,82	2,58	2,52
73×70	1,5	336,94	3,00	2,93
121×118	1,5	922	8,20	8,02
8×4	2	37,7	0,336	0,328
10×6	2	50,3	0,447	0,438
12×8	2	62,8	0,558	0,547
14×10	2	75,4	0,672	0,656
18×14	2	100,5	0,890	0,870
22×18	2	125,6	1,12	1,09
24×20	2	138,1	1,23	1,20

1	2	3	4	5
27×23	2	157,1	1,40	1,35
30×26	2	176,0	1,56	1,53
34×30	2	205,0	1,82	1,78
42×38	2	257,0	2,28	2,24
48×44	2	289,0	2,57	2,52
55×51	2	333,0	2,96	2,90
65×61	2	396,0	3,52	3,45
75×71	2	459,0	4,08	4,00
93×89	2	572,0	5,09	4,98
129×125	2	785,0	6,98	6,83
154×150	2	955,0	8,50	8,32
12×7	2,5	74,6	0,664	0,649
15×10	2,5	98,2	0,87	0,855
25×20	2,5	176,5	1,57	1,54
30×25	2,5	216	1,92	1,88
35×30	2,5	256	2,28	2,23
36×31	2,5	263	2,34	2,29
40×35	2,5	294	2,62	2,56
45×40	2,5	334	2,97	2,91
55×50	2,5	412	3,67	3,58
75×70	2,5	569	5,06	4,95
105×100	2,5	805	7,16	7,00
130×125	2,5	1000	8,90	8,70
155×150	2,5	1193	10,62	10,38
245×240	2,5	1900	16,92	16,53
11×5	3	75,4	0,68	0,655
16×10	3	122,5	1,09	1,065
22×16	3	179	1,59	1,56
26×20	3	217	1,93	1,89
38×32	3	329	2,93	2,87
48×42	3	424	3,78	3,69
60×54	3	537	4,78	4,67
90×84	3	819	7,28	7,13
106×100	3	972	8,65	8,45
126×120	3	1159	10,30	10,08
156×150	3	1440	12,82	12,53
206×200	3	1890	16,83	16,45
256×250	3	2385	21,26	20,75
341×335	3	3185	28,35	27,70
23×16	3	214,5	1,91	1,86
27×20	3	258	2,30	2,25
42×35	3,5	423	3,76	3,68
65×58	3,5	677,0	6,03	5,89
90×83	3,5	951	8,46	8,28
127×120	3,5	1360	12,11	11,82
152×145	3,5	1633	14,55	14,20
282×275	3,5	3063	27,25	26,62
322×325	3,5	3615	32,15	31,40
18×10	4	175,7	1,56	1,53
28×20	4	301	2,68	2,62
38×30	4	427	3,80	3,71
48×40	4	552	4,92	4,80
60×52	4	703	6,26	6,12
80×72	4	904	8,04	7,86
132×124	4	1608	14,30	14,00
158×150	4	1935	17,20	16,83
183×175	4	2245	20,0	19,50

1	2	3	4	5
208×200	4	2560	22,80	22,28
258×250	4	3190	28,40	27,75
308×300	4	3820	34,00	33,32
23×14	4,5	262	2,23	2,28
31×22	4,5	375	3,34	3,26
54×45	4,5	700	6,23	6,09
75×66	4,5	996	8,86	8,66
90×81	4,5	1210	10,78	10,53
20×10	5	235,5	2,09	2,05
24×14	5	298	2,65	2,59
30×20	5	392	3,49	3,41
36×26	5	486	4,33	4,23
45×35	5	628	5,59	5,46
50×40	5	706	6,28	6,15
60×50	5	864	7,69	7,52
85×75	5	1257	11,18	10,94
110×100	5	1649	14,70	14,34
140×130	5	2120	18,90	18,45
160×150	5	2435	21,65	21,20
210×200	5	3218	28,60	28,00
310×300	5	4780	42,50	41,60
350×340	5	5415	48,20	47,15
26×14	6	377	3,36	3,28
42×30	6	679	6,05	5,91
52×40	6	866	7,70	7,54
112×100	6	1999	17,80	17,40
187×175	6	3410	30,35	29,60
244×232	6	4490	40,0	39,10
297×285	6	5485	48,9	47,75
29×15	7	484	4,32	4,22
39×25	7	704	6,27	6,13
49×35	7	924	8,22	8,04
64×50	7	1253	11,14	10,90
114×100	7	2345	20,85	20,40
219×205	7	4665	41,50	40,60
32×16	8	603	5,37	5,24
46×30	8	954	8,49	8,30
66×50	8	1455	12,95	12,64
90×74	8	2059	18,30	17,90
74×56	9	1838	16,36	15,95
40×20	10	942	8,38	8,18
50×30	10	1257	11,18	10,94
58×38	10	1508	13,42	13,12
75×55	10	2040	18,15	17,73
90×70	10	2515	22,30	19,48
130×110	10	3770	33,58	32,80
170×150	10	5025	44,75	43,70
210×190	10	6283	56,0	54,65
52×30	11	1416	12,60	12,32
62×40	11	1761	15,68	15,32
77×55	11	2280	20,30	19,83
54×30	12	1583	14,10	13,78
64×40	12	1958	17,43	17,05
104×80	12	3462	30,81	30,08
164×140	12	5730	51,00	49,80
206×180	13	7882	70,20	68,60



## Выдержка из ОСТ

С С С Р Народный Комиссариат тяжелой промышленности	Общесоюзный стандарт	ОСТ НКТП 3210
	Трубы медные цельнотянутые	Взамен ОСТ/ВКС 425 ОСТ/НКТП 6439/348
	Сортамент и техниче- ские условия	Прокат цветных металлов

## Назначение

Настоящий стандарт распространяется на трубы медные, изготовленные путем протяжки.

## А. Классификация

1. Трубы изготавливаются из меди марки М-3 по ОСТ 8091 и подразделяются:

- а) по величине допускаемых отклонений в части наружного диаметра и толщины стенок: на трубы обычной и повышенной точности протяжки;
- б) по состоянию материала: на твердые (неотожженные) и мягкие (отожженные);
- в) по длине: на трубы торговой длины и мерные.

Внесен Главцветмет- обработкой	Утвержден 27/III 1937 г.	Срок введения I/VII 1937 г.
-----------------------------------	--------------------------	--------------------------------

## 1. Трубы с наружным диаметром до 100 мм включительно

Наружный диаметр	Допуск по наружному диаметру		Толщина стенки, мм											
	обычной точности	повышенной точности	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
			Внутренний диаметр, мм											
3	-0,15	-0,15	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	-0,15	-0,15	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	-0,15	-0,15	4	3,5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	-0,15	-0,15	5	4,5	4	—	—	3	—	—	—	—	—	—
7	-0,15	-0,15	6	5,5	5	—	—	4	—	—	—	—	—	—
8	-0,15	-0,15	7	6,5	6	—	—	5	4	—	—	—	—	—
9	-0,15	-0,15	8	7,5	7	—	—	6	5	—	—	—	—	—
10	-0,15	-0,15	9	8,5	8	—	—	7	6	—	—	—	—	—
11	-0,2	-0,15	—	9,5	9	—	—	8	7	6	5	—	—	—
12	-0,2	-0,15	—	10,5	10	—	—	9	8	—	—	—	—	—
13	-0,2	-0,15	—	—	11	—	—	10	9	8	7	—	—	—
14	-0,2	-0,15	—	12,5	12	—	—	11	10	9	8	—	—	—
15	-0,2	-0,15	—	—	13	—	—	12	—	10	—	—	—	—
16	-0,2	-0,15	—	14,5	14	—	—	13	12	—	10	—	—	—
17	-0,2	-0,15	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—
18	-0,2	-0,15	—	—	16	15,5	—	15	14	—	12	—	10	—
19	-0,2	-0,15	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—
20	-0,3	-0,2	—	—	18	—	—	17	16	15	14	—	12	10
22	-0,3	-0,2	—	—	20	—	—	19	18	—	16	—	—	12
24	-0,3	-0,2	—	—	22	21,5	—	21	20	19	18	17	16	15
25	-0,3	-0,2	—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	15
26	-0,3	-0,2	—	—	24	—	—	23	22	—	20	—	18	16
27	-0,3	-0,2	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	-0,3	-0,2	—	—	26	25,5	—	25	24	23	22	—	—	—
30	-0,4	-0,3	—	—	28	—	—	27	26	25	24	23	22	21
32	-0,4	-0,3	—	—	30	29,5	—	29	28	—	26	—	24	23
34	-0,4	-0,3	—	—	32	—	—	31	30	29	28	—	—	25
36	-0,4	-0,3	—	—	34	—	—	33	32	31	30	—	28	—

Наружный диаметр	Допуск по наружному диаметру		Толщина стенки, мм											
	обычной точности	повышенной точности	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
			Внутренний диаметр, мм											
38	-0,4	-0,3	—	—	36	—	35	34	33	32	31	30	29	28
40	-0,4	-0,3	—	—	38	—	37	36	35	34	—	32	—	30
42	-0,4	-0,3	—	—	40	—	39	38	37	—	—	—	—	32
44	-0,4	-0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—
45	-0,4	-0,3	—	—	43	—	42	41	40	39	38	37	36	35
48	-0,4	-0,3	—	—	—	45,5	45	44	—	42	—	40	—	38
50	-0,4	-0,3	—	—	48	—	47	46	45	44	43	42	—	40
51	-0,4	-0,3	—	—	—	—	—	—	46	45	—	—	—	—
52	-0,4	-0,3	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	-0,4	-0,3	—	—	—	—	50	49	—	—	—	—	—	—
54	-0,4	-0,3	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—
55	-0,5	-0,4	—	—	—	—	52	51	50	49	48	47	46	45
60	-0,5	-0,4	—	—	—	—	57	56	55	54	53	52	—	50
65	-0,5	-0,4	—	—	—	—	62	61	60	59	58	57	56	55
70	-0,5	-0,4	—	—	—	—	67	66	65	64	63	62	—	60
75	-0,6	-0,5	—	—	—	—	72	71	70	69	—	67	66	65
80	-0,6	-0,5	—	—	—	—	—	76	75	—	—	72	—	70
85	-0,6	-0,5	—	—	—	—	82	81	80	79	78	77	76	75
90	-0,6	-0,5	—	—	—	—	87	86	85	84	83	82	81	80
95	-0,6	-0,5	—	—	—	—	92	91	90	89	88	87	86	85
100	-0,6	-0,5	—	—	—	—	97	96	95	94	93	92	91	90
Допуск по толщине стенки, мм	обычной точности		±0,10	+0,10 -0,14	+0,1 -0,2	+0,15 -0,25		+0,20 -0,40	+0,25 -0,45	+0,25 -0,55	+0,25 -0,65	+0,30 -0,70	+0,30 -0,80	+0,40 -0,80
	повышенной точности		±0,10	±0,10	±0,10	±0,15		±0,20	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,30	±0,30

3 Торговая длина труб наружным диаметром до 100 мм устанавливается от 1 до 5 м. Торговая длина труб наружным диаметром более 100 мм указана в таблице размеров<sup>1</sup>.

4. При заказе медных труб допуск по длине составляет: для труб наружным диаметром до 100 мм включительно не более +10 мм, а для труб наружным диаметром более 100 мм не более +30 мм.

5. Трубы должны быть прямыми; допускаемая кривизна труб не должна превышать 5 мм на 1 пог. м.

6. Овальность и разностенность труб допускаются в пределах соответствующих допусков по наружному диаметру и толщине стенки.

### В. Технические условия

7. Поверхность трубы должна быть чистой, без плен, раковин, трещин, расслоений, забоин, вмятин, борозд, рисок как внутри, так и снаружи трубы. Обрез труб должен быть чистым, без заусенцев и под прямым углом.

8. При испытании на разрыв отожженные трубы должны удовлетворять следующим нормам:

сопротивление разрыву  
не менее 21 кг/мм<sup>2</sup>

относительное удлинение при  
расчетной длине  $l = 11,3\sqrt{F}$   
не менее 35%

9. Отожженные образцы труб должны выдержать в холодном состоянии отгибание борта шириной 25% внутреннего диаметра трубы, но не более 25 мм.

10. Отожженные образцы труб должны выдержать в холодном и горячем состоянии (450—590°) пробу на сплюсывание до полного соприкосновения.

11. Трубы должны выдержать без изменения формы и без течи внутреннее гидравлическое давление, определяемое по формуле:

$$P = 1100 \frac{S}{d} \quad (\text{но не более } 70 \text{ кг/мм}^2),$$

где  $P$ —давление в килограммах на 1 см<sup>2</sup>,

$S$ —толщина стенки в миллиметрах,

$d$ —внутренний диаметр трубы в миллиметрах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по цветным металлам. Наркоммаш-Главцветметобработка, 1938.
2. Л. А. Гинзбург и В. М. Миронов, Производство сплавов цветных металлов, 1939.
3. И. И. Чуриков, Термическая обработка алюминия и его сплавы, 1939.
4. Н. М. Цамутали, Производство труб и прутков из цветных металлов, 1936.
5. А. И. Васс, Волочение проволоки и прутков (из цветных металлов и сплавов), 1937.
6. И. П. Николаев, Организация трубоволочного производства, 1939.
7. Журнал «Металлург», 1939, № 3.

<sup>1</sup> См. ОСТ, стр. 2 и 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

От автора . . . . .	3
I. Введение . . . . .	4
II. Общие вопросы техники безопасности . . . . .	5
1. Общие мероприятия по технике безопасности . . . . .	—
2. Производственная санитария . . . . .	10
3. Противопожарные мероприятия . . . . .	12
III. Основные понятия из физики и химии . . . . .	14
IV. Металлы и сплавы . . . . .	18
1. Цветные металлы . . . . .	—
2. Сплавы цветных металлов . . . . .	19
3. Черные металлы и их сплавы . . . . .	26
V. Изменение механических свойств металлов при холодной деформации и отжиге . . . . .	28
VI. Получение трубной и прутковой заготовки . . . . .	32
1. Получение литой болванки . . . . .	—
2. Получение прессованной прутковой и трубной заготовки . . . . .	35
3. Влияние заготовки на качество готовых труб и прутков . . . . .	44
VII. Волоочильное дело . . . . .	47
1. Общее понятие о волочении . . . . .	—
2. Способы волочения труб . . . . .	49
3. Понятие об осадке, съеме, обжатии и вытяжке . . . . .	54
4. Составление калибровок . . . . .	57
5. Усилие волочения . . . . .	65
6. Смазка при волочении . . . . .	70
VIII. Волоочильные станки . . . . .	74
1. Цепные волочильные станки . . . . .	—
2. Волоочильные барабаны и трубопрокатные станы . . . . .	83
IX. Волоочильный и измерительный инструменты . . . . .	86
1. Виды и назначение волочильного инструмента . . . . .	—
2. Стойкость волочильного инструмента . . . . .	90
3. Измерительный инструмент . . . . .	95
X. Работа на волочильном станке . . . . .	99
1. Подготовка к работе и основные приемы в работе на волочильном станке . . . . .	—
2. Брак при работе на волочильном станке . . . . .	101
3. Техника безопасности при работе на волочильном станке . . . . .	107
XI. Вспомогательные операции . . . . .	111
1. Изготовление захваток . . . . .	—
2. Резка на ленточных и дисковых пилах . . . . .	123
3. Термическая обработка . . . . .	129
4. Шабровка, чистка на проволочных щетках, рубка и строжка . . . . .	140
5. Правка труб и прутков . . . . .	142
6. Приемка готовых изделий и допуски . . . . .	146
XII. Полные схемы обработки труб и прутков . . . . .	150
XIII. Элементарные понятия о техническом нормировании . . . . .	157
XIV. Стахановские методы работы волочильщика . . . . .	161
XV. Организация труда и рабочего места . . . . .	163
XVI. Организация и рентабельность производства . . . . .	167
Приложения . . . . .	172
Литература . . . . .	178

869-28/4

п. 53 г.


56

86

Стр. 30

08

2